

CARLOS ALBERTO DA SILVA FERREIRA

**INTENSIDADE DE INFESTAÇÃO DE *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794)
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE
VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM GOIÁS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Fitossanidade.

Orientador:

Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes

Goiânia, GO – Brasil
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
(GPT/BC/UFG)

- F383i Ferreira, Carlos Alberto da Silva.
Intensidade de infestação de *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPDÓPTERA: CRAMBIDAE) na qualidade tecnológica de variedades de cana-de-açúcar, em Goiás [manuscrito] / Carlos Alberto da Silva Ferreira. - 2013.
xv, 78 f. : il., figs, tabs.
- Orientador: Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, 2013.
Bibliografia.
Inclui lista de figuras e tabelas.
Apêndices.
1. Cana-de-açúcar – Praga – Brasil. 2. Broca da cana-de-açúcar. 3. Cana-de-açúcar – Fungo. 4. Qualidade tecnológica. I. Título.
- CDU: 632.4:633.61

Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TEDE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ Dissertação ☐ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Autor(a):	Carlos Alberto da Silva Ferreira		
CPF:	000.357.481-41	E-mail:	agronomocarlos@yahoo.com.br
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? ☒ Sim ☐ Não			
Vínculo Empregatício do(a) Autor(a):	Bolsista		
Agência de fomento:	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	Sigla:	
País:	BRASIL	UF:	GO
CNPJ:			
Título:	Intensidade de infestação de <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) na qualidade tecnológica de variedades de cana-de-açúcar, em Goiás		
Palavras-chave:	Broca da cana, análise tecnológica, <i>Saccharum officinarum</i> , nível de controle.		
Título em outra língua:	The intensity of infestation of <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) on the technological quality of sugarcane varieties in Goiás		
Palavras-chave em outra língua:	Sugarcane borer, technological analysis, <i>Saccharum officinarum</i> , control level		
Área de concentração:	Fitossanidade		
Data defesa:	29/10/2013		
Programa de Pós-Graduação:	Programa de Pós- Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás		
Orientador(a):	Paulo Marçal Fernandes		
CPF:	147.763.671-49	E-mail:	pmarcal@terra.com.br
Co-orientador(a):			
CPF:		E-mail:	
Co-orientador(a):			
CPF:		E-mail:	

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?¹ ☒ total ☐ parcial

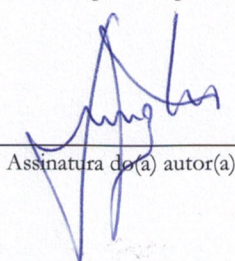
Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

☐ Capítulos. Especifique: _____

☐ Outras restrições: _____

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF não-criptográfico da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.



Assinatura do(a) autor(a)

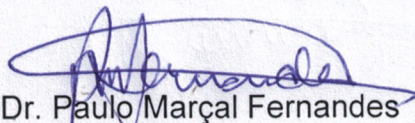
Data: 29 / 10 / 2013

¹ Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

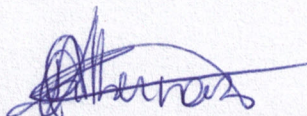
CARLOS ALBERTO DA SILVA FERREIRA

**INTENSIDADE DE INFESTAÇÃO de *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1874)
(LEPIDOPTERA:CRAMBIDAE) NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE
VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM GOIÁS.**

Dissertação DEFENDIDA em 29 de outubro de 2013, e APROVADA pela Banca
Examinadora constituída pelos membros:



Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes
Presidente – EA/UFG



Profª. Drª. Karina Cordeiro Albernaz
Membro – EA/UFG



Prof. Dr. Marcio Fernandes Peixoto
Membro – IF/Goiano – Rio Verde, GO.

Goiânia - Goiás
Brasil

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida, pelas conquistas, e força de estar concluindo um sonho e pela possibilidade de crescer a cada dia.

À Universidade Federal de Goiás e ao Programa de Pós-graduação da UFG pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação.

À AGRODEFESA, pela liberação do expediente de trabalho para ser possível frequentar as aulas em Goiânia.

Ao Prof. Paulo Marçal Fernandes pela orientação, paciência e incentivo.

A todos meus familiares que entenderam minha ausência em momentos importantes.

Aos meus amigos que sempre estiveram juntos comigo.

A Usina Jalles Machado S/A, ao Gestor Patrick e em especial a Luciana juntamente com toda sua equipe, pessoas que foram fundamentais para a execução dos trabalhos de campo.

Aos amigos pós-graduandos Fernanda Martins e Jardel pela amizade e troca de experiências.

Em especial, a minha esposa Madalena Iris, que pacientemente esteve comigo sempre me incentivando.

À minha filha Mélanie,
À minha esposa Madalena
À minha mãe Dinair
À minha avó Olívia
Aos meus irmãos Antônio Fábio e Maria Olívia
DEDICO

À toda minha família,
OFEREÇO

**“O saber se aprende com os mestres.
A sabedoria, só com o corriqueiro da vida.”
Cora Coralina**

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR	14
2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL	16
2.3 BROCA DA CANA-DE-AÇÚCAR <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae).....	18
2.3.1 Danos em cana-de-açúcar.....	21
2.4 MONITORAMENTO DA BROCA-DA-CANA.....	23
2.5 MÉTODOS DE CONTROLE.....	24
2.6 PERDAS NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR OCASIONADAS POR <i>Diatraea</i> spp.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	31
3.1.1 Local, clima e solo.....	31
3.1.2 Instalação, delineamento experimental e condução do experimento.....	33
3.2 CARACTERÍSTICAS DAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR...	36
3.3 AMOSTRAGEM.....	39
3.3.1 Amostragem 1.....	40
3.3.2 Amostragem 2.....	41
3.4 ANÁLISES TECNOLÓGICAS.....	42
3.4.1 Brix do caldo.....	42
3.4.2 Pol do caldo.....	43
3.4.3 Fibra da cana-de-açúcar.....	43
3.4.4 Coeficiente C.....	44
3.4.5 Brix da cana-de-açúcar.....	44
3.4.6 Pol da cana-de-açúcar.....	44
3.4.7 Pureza do caldo.....	45
3.4.8 Pureza da cana.....	45
3.4.9 Açúcares redutores no caldo – AR % caldo e cana.....	45
3.4.10 Açúcares redutores totais – ART % caldo e cana.....	46
3.4.11 Açúcares totais recuperáveis – ATR.....	47
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1 POSIÇÃO DE INCIDÊNCIA DE ENTRADA DA BROCA-DA-CANA...	48
4.2 INTENSIDADE DE INFESTAÇÃO DE BROCA-DA-CANA E PORCENTUAL DE ENTRENÓS VERMELHOS.....	49
4.3 ANÁLISE TECNOLÓGICA DAS CANAS-DE-AÇÚCAR.....	52
4.4 ANÁLISE TECNOLÓGICA EM FUNÇÃO DO ATAQUE DE <i>Diatraea saccharalis</i>	61

4.5	NÍVEL DE CONTROLE DE <i>Diatraea saccharalis</i>	67
5	CONCLUSÕES	69
6	REFERÊNCIAS	70

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1.	Principais países produtores de cana-de-açúcar – 2007.....	16
Tabela 2.	Graus de infestação da broca-da-cana.....	26
Tabela 3.	Caracterização química do solo da área experimental.....	32
Tabela 4.	Resumo das características das variedades de canas-de-açúcar.....	39
Tabela 5.	Média de intensidade de infestação de <i>Diatraea saccharalis</i> ($\pm$ EP), de entrenós com podridão vermelha ($\pm$ EP) e produtividade ($\pm$ EP) em dezesseis variedades de cana-de-açúcar, em Goianésia/GO, 2012.....	50
Tabela 6.	Média ($\pm$ EP) do Brix caldo, Brix cana, Pol caldo e Pol cana, obtidos em dezesseis variedades de cana-de-açúcar, em Goianésia/GO, 2012.....	53
Tabela 7.	Média ($\pm$ EP) de Pza caldo, Pza cana, Fibra e Umidade, obtidos em dezesseis variedades de cana-de-açúcar, em Goianésia/GO, 2012.....	55
Tabela 8.	Média ($\pm$ EP) do AR cana, ART cana e ATR, obtidos em dezesseis variedades de cana-de-açúcar, em Goianésia/GO, 2012.....	59
Tabela 9.	Resumo da análise de variância dos parâmetros tecnológicos de dezesseis variedades de cana-de-açúcar, em função do ataque da broca-da-cana <i>Diatraea saccharalis</i> , em Goianésia/GO, 2012.....	62
Tabela 10.	Média ($\pm$ EP) dos parâmetros tecnológicos de dezesseis variedades de cana-de-açúcar, em função da intensidade de infestação por <i>Diatraea saccharalis</i> , em Goianésia, GO, 2012.....	64
Tabela 11.	Custo de aplicação aérea de Altacor (Clorantraniliprole 35%) em cana-de-açúcar, na Usina Jalles Machado S/A em Goianésia/GO, 2013.....	67
Tabela 12.	Custo de produção/liberação de <i>Cotesia flavipes</i> em cana-de-açúcar, na Usina Jalles Machado S/A, em Goianésia/GO, 2013.....	67

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1.	Evolução das áreas cultivadas com cana-de-açúcar em Goiás.....	17
Figura 2.	Ciclo biológico da <i>Diatraea saccharalis</i>	20
Figura 3.	(A) Podridão vermelha em cana-de-açúcar; (B) <i>Diatraea saccharalis</i> em cana-de-açúcar.....	22
Figura 4.	Local da instalação do experimento (abril, 2011).....	31
Figura 5.	Croqui do experimento.....	33
Figura 6.	Precipitação pluvial acumulada por mês em milímetros (mm), durante o período experimental em Goianésia, GO. Dados obtidos na Estação Meteorológica Automática do INMET localizada na Usina Jalles Machado.....	35
Figura 7.	Dados médios de temperatura, em graus Celsius (°C) e umidade relativa do ar (%), durante o período experimental em Goianésia, GO. Dados obtidos na Estação Meteorológica Automática do INMET localizada na Usina Jalles Machado.....	35
Figura 8.	Autopropelido tipo carretel enrolador modelo Turbomaq 140/GSV/350-4RII, em Goianésia, GO.....	36
Figura 9.	Barra irrigadora modelo 48/54 fabricada pela empresa “IrrigaBrasil”, em Goianésia, GO.....	36
Figura 10.	(A) Contagem do número de entrenós totais. (B) Cortes realizados em colmos de cana-de-açúcar.....	41
Figura 11.	(A) Planilha de monitoramento de broca-da-cana. (B) Canas-de-açúcar identificadas para o transporte até o laboratório.....	41
Figura 12.	Canas-de-açúcar no laboratório da Usina Jalles Machado.....	42
Figura 13.	(A) Desintegrador de cana-de-açúcar. (B) Prensa hidráulica automática.....	43
Figura 14.	Posição de incidência de entrada de <i>Diatraea saccharalis</i> ($F_{2,12} = 8,79$; $p = 0,0045$) em 16 variedades de canas-de-açúcar, em Goianésia/GO, 2012..	48
Figura 15.	Evolução do preço médio mensal do ATR no Estado de São Paulo. (fonte: Departamento de economia e estatística, UNICA, 2013).....	66

RESUMO

FERREIRA, C. A. S. **Intensidade de infestação de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) na qualidade tecnológica de variedades de cana-de-açúcar, em Goiás.** 2013. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitossanidade)– Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.¹

A broca da cana *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Crambidae) é uma das mais importantes pragas da cana-de-açúcar no Brasil. Os danos são ocasionados pelas lagartas que abrem galerias no interior dos colmos, provocando morte de grande número de perfilhos em canaviais jovens, e acentuada redução de produtividade em canaviais mais desenvolvidos, também é comum a entrada de fungos, que causam a “podridão vermelha”, com redução do teor de açúcar nos colmos devido à inversão da sacarose armazenada na planta. A associação da broca com micro-organismos presentes no campo resulta no complexo broca-podridão, responsável por significativas perdas agroindustriais. Assim, objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da intensidade de infestação de *Diatraea saccharalis* sobre a qualidade tecnológica de variedades de cana-de-açúcar em Goiás. O experimento foi conduzido no município de Goianésia, GO em área de plantio da Usina Jalles Machado, no período de abril de 2011 a maio de 2012, onde foram aplicadas lâminas de irrigação correspondente à 50% da necessidade hídrica da cultura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo os tratamentos constituídos por 16 variedades: CTC2, CTC4, CTC9, CTC11, CTC15, CTC18, IAC87-3396, IAC91-1099, IACSP94-3046, IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP95-5000, RB857515, RB92579, RB966928 e SP86-0042. Foram realizadas dois tipos de amostragens para se medir a intensidade de infestação por *Diatraea saccharalis*. A amostragem 1 foi realizada aleatoriamente em cada parcela e, já amostragem 2, foram escolhidas canas com ataque por broca e canas sem sinais de ataques por broca. Consequentemente, foram realizadas análises tecnológicas separadamente para ambos os tipos de amostragens. De acordo com os resultados, as variedades que mais se destacaram foram CTC9, CTC15, CTC11 e IAC91-1099, apresentando altos índices de qualidade tecnológica e de produtividade. Para interação variedade x broca, não houve diferença significativa pelo teste F, ou seja, o efeito da broca independe da variedade avaliada. Para as variedades estudadas, o índice de 10,7% de entrenós brocados resulta em diminuição na qualidade tecnológica da cana, devido à redução nos teores de brix caldo, brix cana, pol caldo, pol cana e açúcares totais recuperáveis. Para cada 1% de entrenós brocados, ocorrem perdas de 0,26% de açúcares e 0,25% em ATR. Para o controle químico utilizando o produto Altacor (Clorantraniliprole 35%), o nível de controle da broca-da-cana é de 3,29% de intensidade de infestação e de 1% quando se faz o uso de *Cotesia flavipes*.

Palavras-chave: Broca da cana, análise tecnológica, *Saccharum officinarum*, nível de controle.

¹ Orientador: Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes. EA-UFG.

ABSTRACT

FERREIRA, C. A. S. **The intensity of infestation of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) on the technological quality of sugarcane varieties in Goiás.** 2013. 78 f. Dissertation (Master in Agronomy: Crop Protection)-Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.¹

The sugarcane borer *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Crambidae) is one of the most important pests of sugarcane in Brazil. The damages are occasioned by caterpillars that open galleries inside the stems causing death of a large number of tillers in young sugarcane plantations, and a sharp reduction of productivity in more developed sugarcane plantations. Another very common issue is the entrance of fungus that cause the “red rot”, which reduces the sugar level in the stems because of the saccharose inversion stored in the plant. The borer’s association with microorganisms in the field results in the borer rot complex, a disease, responsible for significant agro industrial losses. So, the goal of this thesis was to evaluate the effects of the intensity of infestation of *Diatraea saccharalis* in the technological quality of varieties of sugarcane in the State of Goiás. The experiment was conducted in the town of Goianesia, GO at the plantation field of Jalles Machado Plant during the period of April 2011 to May 2012, where was applied irrigation system with 50% of hydric necessity of culture. The experimental delimitation used was randomized blocks with the treatment being formed by sixteen variety: CTC2, CTC4, CTC9, CTC11, CTC15, CTC18, IAC87-3396, IAC91-1099, IACSP94-3046, IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP95-5000, RB857515, RB92579, RB966928 e SP86-0042. There were two experiments conducted to measure the intensity of infestation of *Diatraea saccharalis*. The experiment one was randomly conducted in each portion, while the experiment two consisted of sugarcane grouped as plants with borer attacks, and those without signs of borer attacks. Thereafter, there were separately technological analyses for both kinds of experiments. According to the results, the types highlighted the most were CTC9, CTC15, CTC11 e IAC91-1099, showing high levels of technological quality and productivity. For interaction type *versus* borer there was not significant difference through the test F, which means the borer effects is independent of the type analysed. For the types studied 10,7% of samples with borer internodes resulted in the lowering of technological quality of sugarcane, due to reduction of brix broth, brix sugarcane, pol broth, pol sugarcane and recoverable total sugar. For every 1% of borer internodes, a loss of 0,26% of sugars and 0,25% in ATR occurs. For the chemical control using the product ALTACOR® (Chlorantraniliprole 35%), the control level of sugar cane borer is 3,29% of intensity of infestation, against 1% if using the *Cotesia flavipes*.

Key words: Sugarcane borer, technological analysis, *Saccharum officinarum*, control level.

¹ Adviser: Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes. EA-UFG.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas exploradas em grande parte do mundo e suas fronteiras se expandem a cada dia. No Brasil, compõe o mais antigo setor agroindustrial do país e ocupa posição de destaque na economia nacional. Tal importância é atribuída à sua múltipla utilização, podendo ser “in natura”, sob a forma de forragem para alimentação animal e como matéria-prima na fabricação de rapadura, melado, cachaça e, principalmente, na produção de açúcar e álcool. A cana-de-açúcar está fortemente associada à matriz energética, inclusive na co-geração de eletricidade e ainda promete uma nova geração de plásticos “verdes” e biodegradáveis.

Para a safra 2013/14, a cultura da cana-de-açúcar continuará em expansão. A previsão é que o Brasil tenha um acréscimo na área de cerca de 408 mil hectares, equivalendo a 4,8% em relação à safra 2012/13. O acréscimo é reflexo do aumento de área da Região Centro-Sul. A Região Norte/Nordeste praticamente se manterá com a mesma área para a próxima safra. São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul deverão ser os estados com maior acréscimo de áreas com 141,4 mil hectares, 106,1 mil hectares, 101,1 mil hectares e 43,5 mil hectares, respectivamente. Este crescimento se deve à expansão de novas áreas de plantio das usinas já em funcionamento (Conab, 2013).

A região do Vale do São Patrício, atualmente é grande produtora de cana em Goiás, totalizando mais de 148 mil ha cultivados. Dentre os municípios que compõem esta região, segundo Canasat (2013), Vila Propício lidera com 24,111 mil ha, seguidos por Goianésia (20,884 mil ha) e Nova Glória (14,542 mil ha). A média de produtividade dessa região não ultrapassa 70 t ha⁻¹. No âmbito nacional a perspectiva é de crescimento de 5,9% no rendimento da cultura. A produtividade média brasileira está estimada em 73.520 kg ha⁻¹, maior que a safra 2012/13, que foi de 69.407 kg ha⁻¹ (Conab, 2013).

Mesmo tendo importância na economia local, ainda se cultivam na região variedades de cana, com baixa qualidade tecnológica e produtividade. Por essas razões torna-se necessário introduzir variedades melhoradas, com alto potencial produtivo, e testá-las na região em sistemas de produção compatíveis com a realidade regional. A geração local de informação irá estimular a modernização da atividade, tornando-a competitiva, o

que abre portas para novos mercados, promove o crescimento regional e gera emprego e renda. Concomitantemente, é possível a combinação de variedades com irrigação suplementar buscando promover o aumento da produtividade, com definição de variedades que melhor se adaptam nesta região.

Diversos fatores podem influenciar em melhores ou piores produtividades a cada safra, dentre esses fatores podemos destacar a ação de pragas e doenças. A cultura da cana-de-açúcar forma um agroecossistema que abriga numerosas espécies de insetos, sendo que algumas delas, dependendo da época do ano e da região, podem ocasionar sérios prejuízos econômicos. Entre estas espécies destaca-se a broca-da-cana, tida como a mais importante praga desta cultura, por sua ampla distribuição e dimensão dos prejuízos que causa (Macedo & Araújo, 2000). A cana-de-açúcar sofre o ataque da broca durante todo o seu desenvolvimento. O ataque é bastante variável, dependendo da variedade de cana, da época do ano, do ciclo da cultura, entre outros fatores (Macedo & Botelho, 1988).

A ação das pragas e, conseqüentemente, dos organismos oportunistas, principalmente os fungos (*Fusarium moniliforme* e/ou *Colletotrichum falcatum*) responsáveis pela podridão vermelha, que provocam perdas industriais, ocasionando a inversão da sacarose e diminuição da pureza do caldo, vem diminuindo a produtividade e a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. No sistema produtivo da cana-de-açúcar, o cultivo de variedades com boas características agroindustriais é a forma mais consistente de se obter melhorias da produtividade e qualidade, com baixo custo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da intensidade de infestação de *Diatraea saccharalis* sobre a qualidade tecnológica de variedades de cana-de-açúcar em Goiás.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma planta nativa das regiões tropicais, sendo hoje cultivada nos dois hemisférios. Desde os tempos mais remotos ela vem sendo utilizada como alimento. A cultura através dos séculos tem acompanhado o surgimento de diversas nações (Cesnik & Miocquel, 2004). A *Saccharum officinarum* L. é uma espécie de grande importância econômica para o País, o termo *saccharum* significa açúcar, substância doce, com sabor de sacarina, e o termo *officinarum* expressa oficina, fábrica, laboratório.

A cana-de-açúcar foi descrita taxonomicamente pela primeira vez por Linneu em 1753. Sua organização taxonômica mais aceita descreve a cana-de-açúcar como membro da família Poaceae, sub-família Panicoideae, tribo Andropogoneae; Subtribo Saccharinae, grupo Saccharastrae e gênero *Saccharum*. As variedades comerciais de cana de açúcar são híbridos complexos de várias espécies dentro do gênero *Saccharum*, que foram originados de cruzamentos interespecíficos, feitos no início do século XX. A espécie mais conhecida é *Saccharum officinarum* (Mozambani, 2006).

Em condições tropicais, a planta por ser dotada de metabolismo C4, apresentando como principal característica elevadas taxas fotossintéticas, sendo altamente eficiente na conversão de energia luminosa em energia química. A planta produz muitos perfilhos em seu desenvolvimento inicial, cada qual com diversos nós separados por entrenós, que por sua vez são responsáveis pelo armazenamento da sacarose nas células do parênquima e tecido vascular, sendo o colmo o principal órgão de armazenamento dos fotoassimilados, que são a sacarose (Oliveira, 2004).

A cana-de-açúcar é uma gramínea com uma haste fibrosa espessa, crescendo até 6 m de altura. De forma geral, a planta é constituída de um sistema radicular, dos colmos, onde a sacarose é predominantemente estocada, e das folhas dispostas ao redor da cana, nos nódulos intercolmos e também na parte superior da planta onde se localiza a

gema apical (palmito) (Mantelatto, 2005). O diâmetro dos colmos pode variar de > 1,0 cm até 5,0 cm. O colmo é o fruto agrícola da cana-de-açúcar (Taupier & Rodrigues, 1999). O número de colmos por unidade de área é um dos componentes que mais afetam a produtividade da cana (Machado, 1982). A composição química dos colmos é extremamente variável em função de diversos fatores como: variedade da cultura, idade fisiológica, condições climáticas durante o desenvolvimento e maturação, propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, tipo de cultivo entre outros (Marques et al., 2001).

O sistema radicular da cana-de-açúcar atinge até 5,0 m de profundidade, mas em áreas irrigadas 100% da água é extraída de 1,2 m a 2,0 m de profundidade e a distribuição do sistema radicular apresenta aproximadamente 50% (em peso) de raízes nos primeiros vinte centímetros de profundidade e 85% até os sessenta centímetros de profundidade do solo (Blackburn, 1984).

A inflorescência é a panícula terminal, muito ramificada, de forma piramidal, com cinquenta a oitenta centímetros de comprimento, denominada pendão (Monte, 2004). O florescimento é considerado um "defeito" da cultivar, pois reduz a produção, devido a inflorescência possuir um tecido que seca gradativamente e consome os açúcares durante esse processo (Mozambani et al., 2006).

A cana-de-açúcar se desenvolve melhor em climas que se caracterizam por apresentar duas estações bem diferenciadas, uma de altas temperaturas e úmida, que possibilitam a evolução germinativa, o perfilhamento e o desenvolvimento vegetativo e outra fria e seca que é necessária para promover a maturação e, conseqüentemente, a concentração de sacarose nos colmos. As regiões tropicais são as que oferecem melhores recursos para o desenvolvimento da cana, pois ela necessita da luz solar para seu crescimento (Campos & Macedo, 2004).

Os solos apropriados para o cultivo desta planta são solos profundos e bem estruturados. Por ser considerada uma planta rústica, a cana-de-açúcar se desenvolve de forma satisfatória em solos arenosos e com uma menor fertilidade, por isso obtêm-se bons resultados em solos de cerrado. Do seu processo de industrialização obtêm-se como produtos o açúcar nas suas mais variadas formas e tipos, o álcool (anidro e hidratado), a vinhaça e o bagaço. Ela também possui outras finalidades. Ela é utilizada no estado natural como pasto consumido pelo gado, ou na forma de ingrediente em alimentos como a rapadura, o melado, aguardente, entre outros produtos (Oliveira, 2004).

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

No Brasil, a cultura da cana-de-açúcar foi introduzida em 1532 por Martin Afonso de Souza (Fernandes, 1990). Em 1533, já era cultivada na Capitania de São Vicente, dando origem ao primeiro engenho de açúcar. Desde então, as indústrias, cuja matéria-prima é a cana-de-açúcar, se multiplicaram e se modernizaram, levando o país à hegemonia mundial na produção de açúcar e álcool (Silva et al., 2003).

O potencial de produção e o papel fundamental da cana-de-açúcar e de seus subprodutos, tanto na agricultura quanto na indústria, fazem dessa cultura uma importante atividade agroindustrial no mundo. O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar (Tabela 1) no mundo.

Tabela 1. Principais países produtores de cana-de-açúcar - 2007.

País	Produção (mil t)	Área colhida (mil ha)	Produtividade (t ha ⁻¹)
Brasil	422.926	5.794	72.99
Índia	232.300	3.602	64.49
China	87.768	1.361	64.49
Paquistão	47.244	967	48.86
México	45.195	636	71.06
Tailândia	43.665	1.097	39.80
Colômbia	39.849	426	93.54
Austrália	37.822	434	87.15
Indonésia	29.505	435	67.83
Estados Unidos	25.308	373	67.85
África do Sul	21.625	426	49.68
Filipinas	20.795	369	56.36
Total	1.054.002	15.920	719.61

Fonte: FAOSTAT (2009).

A área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil que será colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2013/14 está estimada em 8.893,0 mil hectares, distribuídas em todos estados produtores conforme suas características. A previsão é que Minas Gerais se torne o segundo maior estado produtor, ultrapassando o estado de Goiás. O estado de São Paulo permanece como o maior produtor com 51,3% (4.560,88 mil hectares) da área plantada, seguido por Minas Gerais com 9,31% (827,97 mil hectares), Goiás com 9,3% (827,03 mil hectares), Paraná com 7,0% (624,02 mil hectares), Mato

Grosso do Sul com 6,6% (586,22 mil hectares), Alagoas com 5,0% (441,25 mil hectares) e Pernambuco com 3,3% (295,39 mil hectares). Nos demais estados produtores as áreas são menores, com representações abaixo de 3,0% (Conab, 2013). A Figura 1 ilustra a evolução das áreas cultivadas com cana-de-açúcar em Goiás nas safras de 2003/04 até 2012/13.

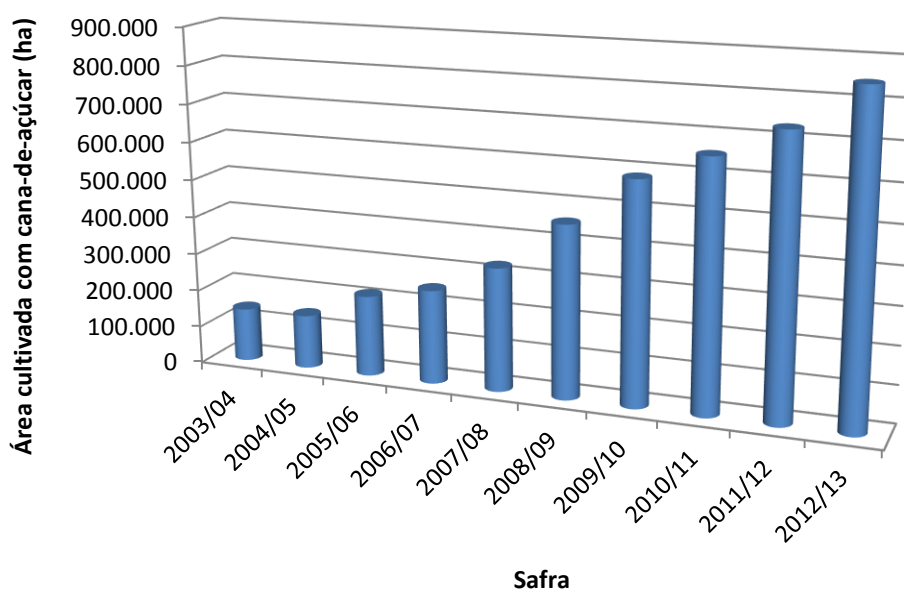


Figura 1. Evolução das áreas cultivadas com cana-de-açúcar em Goiás (Canasat, 2013).

A produção de etanol na região Centro-Sul referente à safra 2012/2013 somou 21,28 bilhões de litros, representando um aumento de 3,58% em relação à safra 2011/2012. A região Centro-Sul é responsável por aproximadamente 90% da produção de etanol e 87% da produção de açúcar do Brasil. A produção de açúcar alcançou 34,07 milhões de toneladas no mesmo período, um crescimento de 8,84% em relação à safra 2011/2012. Já a venda de etanol na região Centro-Sul somou 16,84 bilhões de litros (7,06 bilhões de litros de etanol anidro e 9,78 bilhões de litros de etanol hidratado). Deste total, 2,88 bilhões de litros destinaram-se às exportações (Unica, 2013).

Em março de 2003, foi lançado o carro biocombustível, movido a etanol e gasolina ou com qualquer mistura entre os dois, iniciando uma nova onda de crescimento do setor. Além disso, o aumento da preocupação com a disponibilidade de preço dos combustíveis fósseis como também com o meio ambiente e aquecimento global tem tornado o álcool uma alternativa renovável de combustível para o Brasil e o mundo (Unica, 2013).

De acordo com o Procana (2013), o setor sucroalcooleiro foi responsável por aproximadamente 2% do PIB nacional e por 8% do PIB da agricultura no Brasil em 2011, tendo empregado cerca de 4,5 milhões de pessoas. Atualmente, a indústria sucroalcooleira nacional vive uma perspectiva positiva, investindo na recuperação de seus canaviais. Para os próximos cinco anos estima-se um crescimento anual de até 9% (Unica, 2013). Para parametrizar o bom momento, destaca-se a média histórica de crescimento do setor, que é pouco superior a 7% ao ano.

A expectativa de crescimento está amparada no fato do Brasil possuir algumas vantagens competitivas para a produção de cana-de-açúcar, açúcar e etanol: condições climáticas favoráveis e grande extensão de terra disponível para a produção de cana-de-açúcar; possibilidade de cultivo da cana-de-açúcar em todas as regiões do país, o que possibilita períodos diferentes de colheita conforme região; o Brasil tem um dos menores custos de produção de cana-de-açúcar, devido a um ambiente de produção favorável que permite obter altos índices de produtividade ao longo dos ciclos. Além disto, espera-se que em alguns anos um crescente número de países reduza as políticas protecionistas em relação ao álcool e ao açúcar; o crescimento da demanda de açúcar seja impulsionado pelo crescimento da renda per capita dos países em desenvolvimento; a demanda mundial pelo etanol como um combustível alternativo aumente consideravelmente, diante da crescente demanda por fontes de energia limpas e renováveis (Unica, 2013).

As perspectivas para o setor sucroenergético são otimistas segundo as Projeções do Agronegócio Brasileiro 2011/2012 a 2021/2022 (Mapa, 2012). Neste período, espera-se uma taxa de crescimento anual de 2,4% na produção de açúcar, 3,2% nas exportações de açúcar e 1,2% no consumo interno. Outro setor de grande expansão nos últimos anos é o de agroenergia, ocupando espaço crescente na matriz energética nacional e contribuindo para a sustentabilidade da agricultura, inclusive por meio da redução da emissão de gases de efeito estufa.

2.3 BROCA DA CANA-DE-AÇÚCAR *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae)

A broca da cana-de-açúcar tem sua distribuição geográfica entre 30° de latitude Norte e 30° de latitude Sul. Ela é nativa do hemisfério ocidental, ocorrendo desde o Caribe até a região mais quente da América do Sul (Macedo & Botelho, 1988). Sendo a praga

mais importante da cana-de-açúcar encontrada neste hemisfério (Long & Hensley, 1972). No Brasil está presente em todos os estados, onde se cultiva cana-de-açúcar (Guevara & Wiendl, 1980).

A espécie *D. saccharalis* é praga de diversas outras culturas, entre elas podem ser citadas as gramíneas: sorgo, milho e arroz. As perdas econômicas provocadas nestas culturas são consideráveis (Ferreira et al., 2004; Marques et al., 2006). Muitas plantas daninhas ou selvagens também podem ser utilizadas como hospedeira pela praga, sendo elas “Johnson grass”, sorgo *Sorghum halepense*, *Paspalum* sp., *Panicum* spp., *Holcus* sp. e *Adropogon* sp. (Cabi, 2013). Duas espécies do gênero *Diatraea* são importantes como inseto praga em cana-de-açúcar: *D. saccharalis*, com ocorrência em todo o país e *Diatraea flavipennella*, encontrada no Rio de Janeiro, Minas Gerais e nos estados nordestinos, porém apresenta maior importância nos estados do Nordeste (Freitas et al., 2006).

Outros nomes científicos já foram utilizados, sendo eles: *Chilo oblitteratellus* Zeller; *Crambus leucaniellus* Walker; *Crambus lineosellus* Walker; *Crambus sacchari* Fabricius; *Diatraea continens* Dyar; *Diatraea crambidoides* Holloway & Loftin; *Diatraea incomparella* Dyar & Heinrich; *Diatraea oblitteratella*; *Diatraea oblitteratellus* Zeller; *Diatraea pedidocla* Dyar; *Diatraea sacchari* Walker; *Diatraea sacchari f.brasiliensis* Van Gorkum & De Waal; *Phalaena saccharalis* Fabricius (Cabi, 2013).

A broca da cana-de-açúcar apresenta baixa capacidade de voar, o vôo tem uma extensão de aproximadamente duzentos a trezentos metros, podendo chegar a setecentos metros com auxílio do vento (Hayward, 1943). São insetos holometabólicos, ou seja, que passam pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto.

O adulto é uma mariposa de coloração amarelo-palha, com manchas escuras nas asas anteriores e asas posteriores brancas. Os machos se diferenciam das fêmeas por serem de menor tamanho e apresentarem maior pigmentação nas asas, além de possuírem cerdas no último par de pernas. Os adultos possuem asas em forma de “Vs” invertidos quando fechadas e sua longevidade é de aproximadamente cinco dias. As fêmeas depositam cerca de 200 a 400 ovos, os quais possuem formato oval e achatado. Cada postura apresenta cerca de doze ovos. Para realizar a cópula, a fêmea libera um feromônio atrativo para o macho (Botelho & Macedo, 2002). A Figura 2 mostra o ciclo de vida da broca da cana.

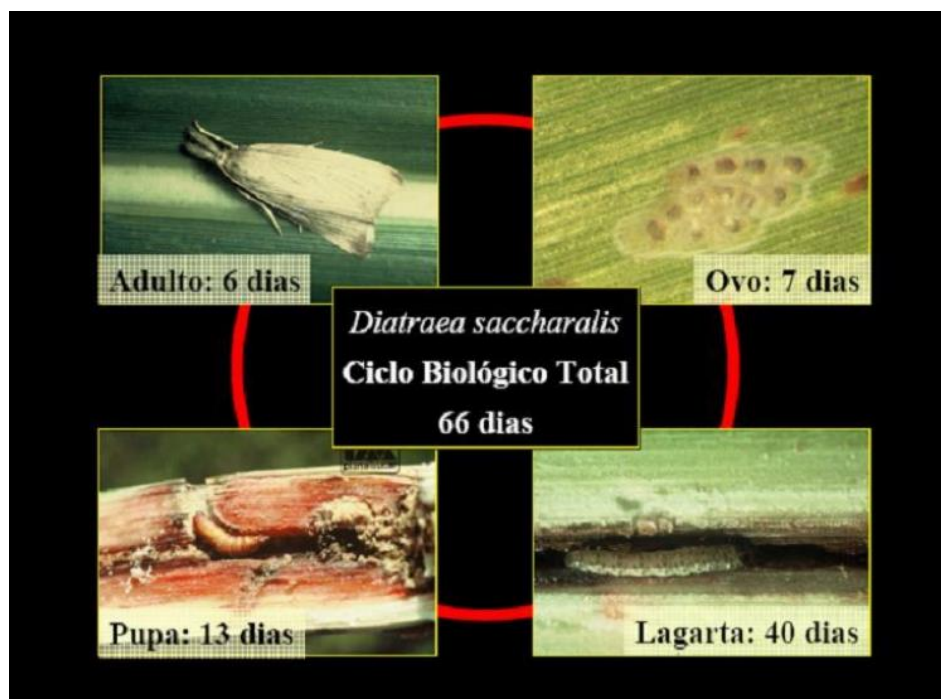


Figura 2. Ciclo biológico da *Diatraea saccharalis* (Botelho, 1985).

Após a eclosão, a lagarta dirige-se para a região do cartucho da planta à procura de abrigo e alimenta-se através da raspagem da folha ou da casca do entrenó em formação, permanecendo ali por uma a duas semanas, sofrendo uma ou duas ecdises, quando inicia a perfuração do colmo. O orifício de entrada da broca geralmente localiza-se próximo, à base do entrenó, porção mais mole, perfurando a galeria no sentido ascendente na região do palmito da planta (Botelho & Macedo, 2002). Ocasionalmente, as lagartas podem construir galerias circulares, no sentido transversal, enfraquecendo o colmo e tornando-o mais suscetível à quebra ou ao acamamento (Garcia et al., 2009).

As lagartas sofrem seis ecdises e o período larval varia muito, principalmente em função da temperatura. As lagartas possuem três pares de pernas torácicas, quatro pares de falsas pernas abdominais e mais um par de falsas pernas anais. Apresentam coloração branco-leitosa, cápsula cefálica marrom-escura e linhas marrons dispostas ao longo do corpo. Atingem cerca de 25 mm, quando completamente desenvolvidas e logo após, se preparam para entrar na fase de pupa, onde permanecem por 10 dias, até a emergência dos adultos, os quais têm uma longevidade média de sete dias (Botelho & Macedo, 2002).

Perto de se transformarem em pupas, as lagartas abrem orifícios para o exterior do colmo da cana, fechando-os posteriormente com fios de seda e serragem. As pupas permanecem neste local até a emergência dos adultos através dos orifícios. Embora este

comportamento ocorra com maior frequência, podem-se encontrar crisálidas entre as bainhas das folhas e o colmo. O ciclo biológico total dura de 40 a 55 dias (Gallo et al., 2002).

Avaliando parâmetros biológicos de desenvolvimento de *D. saccharalis*, Melo & Parra (1988), observaram que podem ocorrer até cinco gerações anuais completas do inseto em canaviais de quatro diferentes localidades do Estado de São Paulo. A última geração é mais longa, ficando a lagarta no interior do colmo por cinco a seis meses. Segundo Macedo & Macedo (2004), a incidência começa nos meses de outubro e novembro, onde é observada a primeira geração; a segunda entre dezembro e fevereiro; a terceira nos meses de fevereiro e março; a quarta em abril e maio; e a quinta eventualmente a partir de junho.

A fase larval da broca, que mais causa danos à cana-de-açúcar, é a mais influenciada pelas variações climáticas. A temperatura é um dos principais fatores ecológicos, influi tanto direta como indiretamente nos insetos. A temperatura ótima em que os insetos têm mais rápido desenvolvimento e produzem maior número de descendentes é em torno de 25°C. Entre 15°C e 38°C encontramos a temperatura limiar mínima e máxima para a maioria das espécies. A temperatura é o fator climático chave, podendo interferir na flutuação populacional da praga, interferindo diretamente no número de gerações anuais e duração do ciclo (Melo & Parra, 1988). Téran (1980) atribui às flutuações populacionais devido às modificações dos fatores climáticos, edáficos e biológicos. Dentre eles, a precipitação pluviométrica e a temperatura são os principais responsáveis.

2.3.1 Danos em cana-de-açúcar

Durante todo o seu desenvolvimento a cana-de-açúcar sofre ataques da broca, porém a incidência é maior à medida que a planta vai crescendo, principalmente na época em que os entrenós estão formados. O ataque é bastante variável, dependendo da variedade de cana, da época do ano, do ciclo da cultura, entre outros fatores (Macedo & Botelho, 1988). As variedades de cana também interferem nas populações e há, sem dúvida, preferência da praga por determinadas variedades e diferenças na capacidade reprodutiva da broca em função da variedade na qual se desenvolve (Dinardo-Miranda, 2008).

As lagartas, quando atacam as plantas novas, causam a morte da gema apical; esse sintoma é conhecido por coração morto. Em canaviais mais desenvolvidos, o ataque

da praga resulta em menor produtividade agrícola, pois os colmos perdem peso, são menores e mais finos muitos secam e morrem, outros se quebram pela ação do vento, já que estão mais frágeis devido às galerias em seu interior; quando o ataque se dá próximo à região de crescimento, ocorre morte da gema apical, com brotação das gemas laterais e consequentemente, inversão de sacarose (Dinardo-Miranda, 2008).

A broca da cana-de-açúcar provoca danos no seu estágio larval, onde perfura os colmos abrindo galerias e provocando prejuízos diretos e indiretos. Os danos diretos decorrem da alimentação do inseto nos tecidos da planta e se caracteriza por aberturas de galerias, falhas na germinação, morte da gema apical, tombamento dos colmos, encurtamento do entrenó, perda de peso, enraizamento aéreo e germinação das gemas laterais. Esses danos podem ocorrer isolados ou associados (Macedo & Botelho, 1988; Gallo et al., 2002).

Ainda de acordo com Macedo & Botelho (1988) e Gallo et al. (2002), os danos indiretos estão relacionados com a entrada de microrganismos oportunistas, principalmente fungos (*Fusarium moniliforme* e/ou *Colletotrichum falcatum*) responsáveis pela podridão vermelha (Figura 3), que provocam perdas industriais, ocasionando a inversão da sacarose e diminuição da pureza do caldo; isto leva a um menor rendimento de açúcar e contaminações da fermentação alcoólica (Long & Hensley, 1972; Macedo & Botelho, 1988; Margarido & Castilho, 1988; Gallo et al., 2002).



Figura 3. (A) Podridão vermelha em cana-de-açúcar; (B) *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar.

2.4 MONITORAMENTO DA BROCA-DA-CANA

Pinto et al. (2006) afirmam que o monitoramento da população da praga, realizado por meio de levantamentos da quantidade de lagartas, serve para definir o momento certo para ser adotada uma medida de controle. Esse monitoramento é feito durante a fase vegetativa da cultura, até sua maturação. A estimativa de danos é realizada no momento da colheita, na frente de corte, ou na chegada da cana na usina, servindo para identificar as áreas-problema que deverão ser monitoradas na safra seguinte.

Existem diferentes metodologias para coletar os dados para se mensurar a intensidade de infestação. Para estimar os danos, a Copersucar (1980) indica as seguintes técnicas de coleta de dados para amostragem de cana: colmos ao acaso, touceiras, um metro de sulco e colmos seguidos no mesmo sulco, e que quanto maior o tamanho das amostras coletadas, maior a probabilidade dessa ser mais representativa. Já Almeida et al. (1986) e Macedo & Botelho (1988) recomendam a coleta de trinta colmos por hectare para determinar a intensidade de infestação da broca (*Diatraea saccharalis*).

Para Dinardo-Miranda (2008), os levantamentos para determinar a intensidade de infestação são realizados em cana madura, durante toda a safra, nas frentes de corte ou em plataformas no pátio da indústria. Os métodos empregados pelas empresas variam ligeiramente entre si, mas, basicamente constam da coleta ao acaso de vinte colmos por hectare (Almeida, 2005) ou 125 colmos por talhão homogêneo (mesma variedade, idade, corte, tipo de solo) com até vinte hectares. Nesse caso os colmos são coletados em cinco pontos do talhão (25 colmos por ponto), e em cada ponto, coletam-se cinco sub-amostras de cinco colmos cada, estando separadas entre si por cinco metros (Botelho & Macedo, 2002).

Segundo Dinardo-Miranda (2008), em áreas de colheita manual, os colmos são retirados das leiras de cana já cortadas e em áreas de colheita mecanizada, podem ser coletados ainda em pé. Nesse caso, os amostradores acompanham a colhedora, na frente de corte. Quando feito no pátio, o mesmo procedimento deve ser adotado, amostrando-se então o correspondente a vinte colmos ha^{-1} , tomando-se o cuidado de amostrar o máximo possível das áreas. Independentemente do método escolhido, os colmos são abertos ao meio, longitudinalmente. Contam-se os entrenós totais e os entrenós brocados, anotando-se em ficha apropriada. Os levantamentos populacionais têm por objetivo monitorar as

populações da praga e orientar a adoção de medidas de controle, especialmente no que se refere à identificação dos locais e das épocas mais adequadas para o controle.

O levantamento da quantidade de lagartas deve ser feito quinzenalmente – ou mensalmente em áreas muito extensas – quando as plantas apresentarem os primeiros internódios visíveis (plantas com três meses de idade) e até quando não for mais possível entrar no meio do canavial, geralmente com 12 meses de idade. Para a amostragem populacional mais usual são analisados dois pontos por hectare. Em cada ponto de amostragem, são avaliados os colmos de todas as plantas em cinco metros de duas ruas paralelas, num total de dez metros por ponto. Todas as plantas são avaliadas e os colmos com orifícios de entrada da broca (colmos brocados) são abertos e observados. Deve-se anotar em fichas o número de lagartas menores e maiores que 1,5 cm, de pupas e de “massas” (grupo de pupas) da vespinha encontradas. Os valores encontrados devem ser extrapolados para um hectare para as decisões serem tomadas (Pinto et al., 2006). Os índices de infestação final podem ser calculados para cada talhão, fazenda, variedade, corte, etc. e orientam a escolha de locais para os levantamentos populacionais, que se iniciam pelos mais infestados.

A intensidade de infestação da broca em cana-de-açúcar é um parâmetro que determina a porcentagem de entrenós atacados pela broca e este é um indicativo das perdas ocorridas em tonelada de cana ha⁻¹ e do teor de sacarose ocasionados por *Diatraea* spp. Este é um índice que permite avaliar a situação de ataque da broca no canavial e permite ao produtor desenvolver programas de controle (Macedo & Lavoretti, 2004).

2.5 MÉTODOS DE CONTROLE

Existem táticas que auxiliam na diminuição da população da broca. O plantio da cana-de-açúcar em épocas desfavoráveis ao desenvolvimento da praga é uma tática muito utilizada. A queimada da cana, ao contrário do que se acreditava inicialmente, auxilia no controle da broca-da-cana, reduzindo em mais de 95% sua população, enquanto uma parcela significativa de parasitóides e, principalmente, predadores sobrevivem durante esses eventos (Degaspari et al., 1983).

Diversos métodos são empregados, visando o controle desta praga. Pelas características da biologia da broca, os controles cultural, mecânico e químico mostram-se

pouco eficientes, sendo o controle biológico o mais recomendável para nossas condições (Lisson et al., 2005).

O controle cultural é baseado no uso de variedades resistentes ou tolerantes ao ataque de *D. saccharalis*, corte da cana, moagem rápida, e eliminação das plantas hospedeiras nas proximidades do canavial, principalmente milho e milheto, após a colheita (Gallo et al., 2002). O emprego de variedades mais resistentes, principalmente à podridão associada à broca, também é uma prática comum nos canaviais. Ela apresenta inúmeras vantagens, entre as quais a de que a planta resistente é geralmente compatível, com a aplicação de outras táticas de manejo do inseto, incluindo o controle biológico (Dinardo-Miranda, 2008). Diversos trabalhos foram realizados no Brasil, como os de Gallo (1954), Amaral & Arruda (1964) e Macedo et al. (1977), concluíram que as variedades SP71-345, SP71-6113 e SP71-1081 comportaram-se como moderadamente resistentes à broca, enquanto CP51-22, SP71-3146 e SP71-5574 foram altamente suscetíveis.

O controle químico de *D. saccharalis*, além de ser oneroso, torna-se inviável já que esta passa a maior parte de sua fase larval dentro do colmo, dificultando o contato com inseticidas (Gallo et al., 2002). Para a eficiência de inseticidas, estes devem ser aplicados enquanto as lagartas são ainda jovens e antes das mesmas penetrarem no interior do colmo. Algum controle pode ser também obtido até mesmo quando a lagarta está dentro do colmo, considerando que as lagartas deixam o túnel durante o processo de retirada dos seus excrementos para fora do colmo (Cruz, 2007).

Segundo Gallo et al. (2002), o controle é recomendado quando for encontrada uma intensidade de infestação igual ou superior a 3%. Para isso, a amostragem é feita observando-se, na região da primeira folha junto ao palmito da cana, a presença de lagartinhas, antes de penetrar no colmo. A Tabela 2 informa os diferentes graus de infestação de *Diatraea saccharalis*.

Segundo Mapa (2013), os principais ingredientes ativos utilizados para o controle da broca da cana são: Triflumuron, Carbofurano, Lambda-cialotrina + Tiametoxam, Novalurom, Lufenurom, Clorantraniliprole, Fipronil e Carbofurano.

Macedo & Macedo (2004), aplicaram via aérea, triflumuron 480 SC na dose de 50 mL ha⁻¹, em um canavial com seis meses de idade e obtiveram 75% de redução nas populações de *D. saccharalis* nos primeiros ínstares (fora dos colmos), uma semana após. Trabalhando em áreas comerciais, Campidelli (2005) fez uma aplicação de triflumuron 480 SC a 60 mL ha⁻¹, reduzindo em 85% as populações de broca, trinta dias depois. Em

consequência do controle da praga, os índices de infestação final observados na colheita foram de 26,1% nos talhões não tratados (testemunha) e de 9,1% nos talhões tratados com o inseticida.

Tabela 2. Graus de infestação da broca-da-cana.

Grau de infestação	Infestação (%)	Intensidade de infestação (%)
Baixo	0 - 25	0 a 5
Moderado	25 - 50	5 a 10
Regular	50 - 75	10 a 15
Elevado	75 - 95	15 a 25
Muito elevado	+ de 95	além de 25

Fonte: Gallo et al. (2002).

Em condições naturais, a broca da cana-de-açúcar é atacada por diversos inimigos naturais dentre eles estão os patógenos: *Bacillus thuringiensis kurstaki*, *Bacillus thuringiensis thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Fusarium oxysporum*, *Granulosis virus*, *Metarhizium anisopliae*, *Nucleopolyhedrosis virus*, *Serratia marcescens*; os parasitóides: *Agathis* sp. nr. *sacchari*, *Alabagrus stigma*, *Apanteles angaleti*, *Apanteles diatraeae*, *Archytas marmoratus*, *Ascogaster quadridentatus*, *Bracon brevicornis*, *Chelonus annulipes*, *Cotesia chilonis*, *Cotesia diatraeae*, *Cotesia flavipes*, *Cotesia sesamiae*, *Digonogastra grenadensis*, *Exeristes roborator*, *Goniozus indicus*, *Iphiaulax rimac*, *Iphiaulax tucamensis*, *Ipobracon granadensis*, *Itopectis naranyae*, *Jaynesleskia jaynesi*, *Lixophaga diatraeae*, *Lixophaga sphenophori*, *Lydella striatalis*, *Lydella thompsoni*, *Macrocentrus grandii*, *Macrocentrus prolificus*, *Metagonistylum minense*, *Microchelonus heliopae*, *Myobiopsis diadema*, *Myosoma chinensis*, *Orgilus gelechiaevorus*, *Palpozenillia diatraeae*, *Parallorhogas pyralophagus*, *Parasierola nigrifemur*, *Paratheresia claripalpis*, *Pediobius furvus*, *Pycnobracon mutator*, *Rhaconotus roslinensis*, *Rhygoplitis aciculatus*, *Steinernema glaseri*, *Sturmiopsis parasítica*, *Telenomus alecto*, *Trichogramma atopovirilia*, *Trichogramma brasiliense*, *Trichogramma chilonis*, *Trichogramma chilotraeae*, *Trichogramma dissimilis*, *Trichogramma distinctum*, *Trichogramma exiguum*, *Trichogramma fasciatum*, *Trichogramma fuentesi*, *Trichogramma galloi*, *Trichogramma jalmirezi*, *Trichogramma japonicum*, *Trichogramma minutum*, *Trichogramma oatmani*, *Trichogramma pretiosum*, *Trichogramma retorridum*, *Trichogramma semifumatum*, *Trichogrammatoidea eldana*, *Xanthopimpla stemmator*; e os

predadores: *Doru lineare*, *Ectatomma quadridens*, *Labidura riparia*, *Montina confusa*, *Pheidole megacephala*, *Phorastes femoratus*, *Polybia sericea*, *Psecas zonatus*, *Solenopsis interrupta*, *Tytthus mundulus* (Cabi, 2013).

O controle biológico da broca-da-cana a partir de liberações inundativas do parasitóide larval *C. flavipes* é o método mais utilizado no Brasil. A liberação dessa vespinha é feita em uma única vez ou de forma parcelada sempre que a população atingir de 800 a 1.000 lagartas ha^{-1} . É usual a liberação de 1.500 adultos (um copo) por ponto, em quatro pontos por hectare (Pinto et al., 2006).

De acordo com Terán (1980) e Degaspari et al. (1987), o controle da broca da cana pelo parasitóide *Cotesia flavipes* em determinados momentos, pode não ser tão eficiente, particularmente quando é baixa a predação de ovos por insetos, havendo necessidade de utilizar outros métodos de controle. Por outro lado, onde a predação de ovos é alta, as lagartas provenientes de ovos remanescentes são possíveis de serem controladas com parasitóides.

2.6 PERDAS NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR OCASIONADAS POR *Diatraea* spp.

A agroindústria canavieira tem como principal objetivo maximizar a produtividade e reduzir custos, associado à melhoria da qualidade da matéria prima e dos produtos finais. Para isso, é necessário que as áreas agrícola e industrial trabalhem juntas para que se tenha um maior rendimento industrial (Fernandes, 2011).

A qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima industrial pode ser definida por uma série de características intrínsecas da própria planta, alteradas pelos manejos agrícola e industrial, que definem seu potencial para produção de açúcar e álcool. Segundo o Consecana (2006), a qualidade da cana fornecida às unidades industriais é aferida, através de análise tecnológica, em amostras coletadas no momento de seu fornecimento. Alguns dos diversos atributos considerados para indicar a qualidade são: pol da cana, pol do caldo, brix do caldo, brix da cana, açúcares redutores, pureza aparente, umidade e fibra da cana. Para Stupiello (1987), a qualidade da cana-de-açúcar depende de um grupo de atributos e não se deve apenas considerar como um sinônimo do conteúdo de sacarose, ainda que seja o parâmetro mais importante.

À exceção da fibra, todos os constituintes são determinados no caldo. Segundo Fernandes (2000), existem três metodologias para se extrair o caldo: digestor a frio, prensa hidráulica e moenda de laboratório.

O teor de sacarose na planta aumenta progressivamente, até o ponto máximo. Em seguida, inicia-se um processo de inversão da sacarose por enzimas da própria planta (obtenção de energia para processos vitais), fazendo com que o teor total de açúcar na planta decresça progressivamente (Leite, 2000).

As perdas decorrentes do ataque por *Diatraea saccharalis* são enormes. Em condições favoráveis, através dos orifícios feitos pelas lagartas podem entrar diversos micro-organismos, especialmente fungos, que causam a “podridão vermelha”, com redução do teor de açúcar nos colmos devido à inversão da sacarose armazenada na planta e sua transformação em glucose e frutose. Na indústria, os micro-organismos presentes no colmo contaminam o caldo, prejudicando os processos industriais, por dificultar a obtenção de açúcar de qualidade e inibir a fermentação (Botelho & Macedo, 2002; Stupiello, 2002).

Com isso, a associação da broca com micro-organismos presentes no campo resulta no complexo broca-podridão, responsável por significativas perdas agroindustriais. Tais perdas foram objeto de estudo de Valsechi et al. (1976), citados por Dinardo-Miranda (2012), que trabalharam com a cultivar CB41-76 e concluíram que o açúcar nos colmos estava diretamente ligado à infestação do complexo broca-podridão.

Segundo Silva & Pompeo (1975), citados por Pannuti (2012), o ataque da broca não causa grande prejuízo, senão quando acompanhado do ataque dos fungos que penetram através do orifício, causando a podridão. A intensidade de infestação pode ser medida tanto externamente, através da contagem do número de internódios perfurados pela cana em relação ao número total de internódios, quanto internamente, onde cada colmo é aberto longitudinalmente ao meio, relacionando-se o número de internódios atacados pelo complexo broca-podridões e o número total de internódios. Para Macedo & Lavoretti (2004), este índice permite avaliar a situação de ataque da broca no canavial, facilitando ao produtor desenvolver programas de controle.

Metcalf (1969), citado por Dinardo-Miranda (2012), embora a redução na qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima na indústria seja causada pelo complexo broca-podridão, ou seja, pela broca e pelos micro-organismos que entram no colmo através dos furos abertos, o índice mais utilizado para expressar o dano é a intensidade de infestação, representado pela porcentagem de entrenós brocados.

Para cada 1% de intensidade de infestação da broca comum *Diatraea* spp. ocorrem perdas correspondentes a 0,48% em kg de açúcar e 1,4% em litros de álcool por tonelada de cana. A perda agrícola é da ordem de 0,1385% (Macedo & Botelho, 1988).

Tokeshi (1986), citado por Makino (2011), afirma que o complexo broca-podridão está associado à intensidade de infestação. Assim, quando o índice de infestação de broca é de 22,2% a perda de tonelada de cana é de 4,8% e a de sacarose 4,1%. Segundo Salvatore et al. (2010), a cada 5% de infestação pode ocorrer redução de 3,23% na produção de açúcar.

Téran et al. (1986); Precetti et al. (1988), citados por Dinardo-Miranda (2012), em trabalhos desenvolvidos na Copersucar no fim da década de 1980, determinou-se que, a cada 1% de entrenós brocados por *D. saccharalis*, haveria reduções médias de 0,77% na produtividade de colmos, 0,25% na produtividade de açúcar e 0,20% na produtividade de etanol. Foram observadas ainda significativas diferenças entre as cultivares estudadas quanto às perdas, estando ao redor de 0,24% de redução na pol na cana, para cada 1% de entrenós brocados na cultivar SP71-1143 e de 0,10% de redução na pol na cana para cada 1% de entrenós brocados na cultivar SP70-1084.

Dados mais recentes de trabalhos realizados na Copersucar e apresentados por Arrigoni (2002), citado por Dinardo-Miranda (2012), envolvendo algumas cultivares plantadas no fim da década de 1990, revelaram que as perdas, a cada 1% de entrenós brocados por *D. saccharalis*, poderiam chegar a 1,50% na produtividade de colmos, 0,49% na produtividade de açúcar e 0,28% na produtividade de etanol. Esse autor também relatou diferenças significativas entre as cultivares estudadas.

Lopes et al. (1983), citados por Pannuti (2012), estimaram que para uma infestação de 1% de internódios brocados em um hectare, ocorre uma perda de aproximadamente 62 L de álcool. Segundo Gitahy et al. (2006), os prejuízos com a podridão vermelha por ano giram em torno de US\$ 100 milhões, no Estado de São Paulo, considerando uma infestação média de 10% dos colmos. Blumer (1994), citado por Makino (2011), afirma que as perdas em açúcar estão sempre correlacionadas com a intensidade de infestação e será maior quanto mais alto for o percentual de entrenós brocados.

Esses fatores que interferem na produção e qualidade da cana-de-açúcar estão sendo constantemente estudados sob diferentes aspectos. Estudar a cultura no seu ambiente de desenvolvimento pode gerar muitas informações para adequar o melhor manejo e a

variedade para os específicos ambientes (solo e clima). Assim, é possível explorar ao máximo o local de produção para promover o melhor rendimento da cultura e consequentemente maior lucratividade ou competitividade para as agroindústrias da cana-de-açúcar (Maule, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Inicialmente, o experimento foi planejado e instalado para avaliar os índices de produtividades em variedades de canas-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar. Porém, foi observada a oportunidade de se realizar este estudo, aproveitando assim, esse experimento.

3.1.1 Local, clima e solo

O local escolhido para instalação do experimento foi no município de Goianésia, GO, latitude 15°17'43"S, longitude 48°56'13" W, e 601 m de altitude (Figura 4), em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (Embrapa, 2009). O clima é classificado como tropical de savana e caracterizado por inverno seco e verão chuvoso, apresentando média pluviométrica anual de 1.540 mm.



Figura 4. Local da instalação do experimento (abril, 2011).

No local da instalação do experimento existia capim braquiária (*Brachiaria decumbens*). Para o preparo da área, seis meses antes da instalação do experimento, houve uma amostragem de solo nos quatro blocos para a caracterização química nas camadas de 0 m a 0,25 m e 0,25 m a 0,5 m (Tabela 3). A análise de enxofre foi realizada na camada de 0,25 m a 0,50 m (Souza & Lobato, 2004).

Tabela 3. Caracterização química do solo da área experimental.

Camada cm	MO g kg ⁻¹	P resinamg kg ⁻¹	Enxofre	Kcmol _c dm ⁻³	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺
0 a 25	20,12	0,8	----	0,19	0,92	0,32	0,58
25 a 50	15,22	0,8	2	0,07	0,2	0,08	0,64
Camada cm	H ⁺ Al cmol _c dm ⁻³	pH CaCl ₂	Ca/Mgcmol _c dm ⁻³	CTC T	m	V	Argila
0 a 25	2,8	4,5	2,9	4,2	29,29	25,95	45,54
25 a 50	2	4,3	2,5	2,3	68,09	9,53	43,22

De acordo com os resultados das análises químicas do solo (Tabela 3), fez-se necessária sua correção. Primeiramente utilizou-se calcário na instalação do experimento para elevar a saturação por bases a 50% na camada superficial (Souza & Lobato, 2004). A acidez subsuperficial foi corrigida por meio da aplicação de gesso agrícola, sendo aplicados 2.250 kg ha⁻¹ (50 kg de gesso agrícola para cada ponto percentual de argila do solo). Foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Rossetto et al., 2008) na forma de fosfato natural para melhorar a condição do sistema de produção da cana-de-açúcar, visto que é uma área de primeiro ciclo da cana-de-açúcar e a cultura antecessora consistia em pastagem degradada.

Para o preparo do solo, utilizou-se uma gradagem pesada, para a incorporação de corretivos. Logo em seguida, efetuou-se uma gradagem intermediária para incorporação do fosfato natural e quebra de torrões, e uma gradagem leve antes do plantio para nivelamento do terreno.

3.1.2 Instalação, delineamento experimental e condução do experimento

No dia 29 de abril de 2011, foi realizado o plantio da cana-de-açúcar, onde houve a necessidade de aplicar uma lâmina de irrigação de 40 mm para estimular a brotação da cana.

Logo após a sulcação, foi realizado o plantio manualmente. Os toletes foram distribuídos e picados dentro do sulco de plantio com podão de tal forma a ficar com três gemas por tolete (Anjos et al., 2008). Para controle de cupins, de forma preventiva, foi aplicado inseticida fipronil 800 WG (0,050 kg ha⁻¹p.c.).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC). Os tratamentos consistiram em 16 variedades comerciais de cana-de-açúcar com quatro blocos, perfazendo um total de 64 parcelas.

As parcelas foram de quatro fileiras de 15 m de comprimento, com espaçamento entre fileiras de 1,5 m, perfazendo 90 m² de área por parcela (Figura 5). O estudo foi realizado durante o ciclo de cana-planta, colhida aos 396 dias após o plantio.

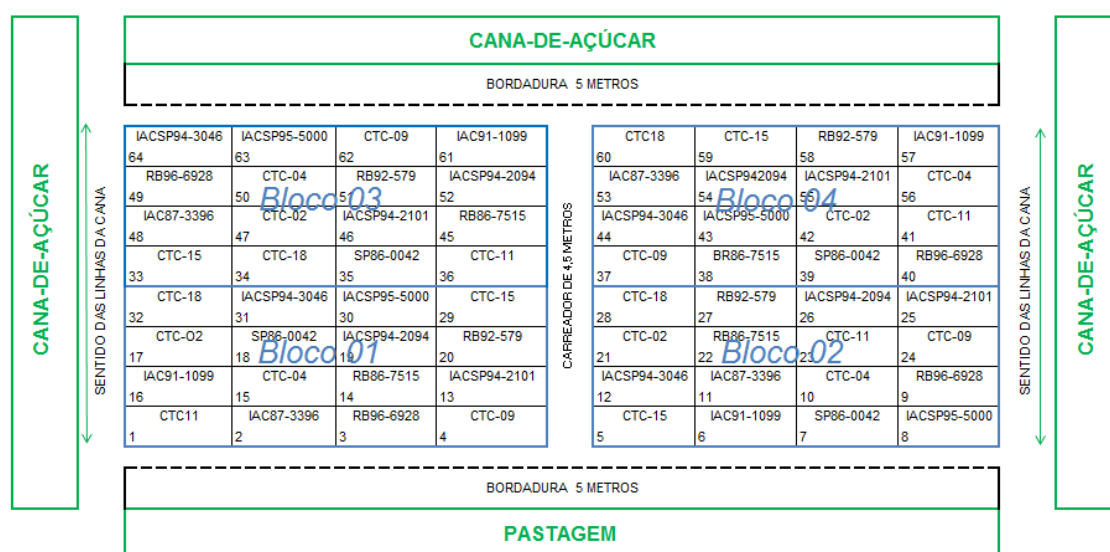


Figura 5. Croqui do experimento.

Para o controle de plantas daninhas foram aplicados herbicidas em duas fases do experimento. A primeira aplicação ocorreu logo após o plantio. Para a primeira aplicação utilizou-se a mistura 1,8 kg ha⁻¹ (hexazinona 13,2% + diurom 46,8%) com 1,2 kg ha⁻¹ (clomazona 80,0%) em pré-emergência. A segunda aplicação foi realizada logo após a operação de sistematização das entrelinhas com a mistura 0,12 kg ha⁻¹ (isoxaflutol

75%) com 1,25 kg ha⁻¹ (tebutiuron 80%) também em pré-emergência (Procópio et al., 2003).

Para que se possa colher a cana mecanicamente, minimizando as perdas na base dos colmos é necessário que se realize a sistematização das entrelinhas com alinhamento da cana, operação conhecida como quebra-lombo. Esta operação foi realizada aos 120 DAP do experimento.

A adubação de cobertura foi realizada juntamente com a operação sistematização das entrelinhas. Foi aplicado adubo líquido na fórmula 05-00-12 + 0,3% B + 0,3% Zn na dose de 1.200 kg ha⁻¹ conforme recomendação de Korndörfer (1994).

Para se determinar a demanda hídrica da cana-de-açúcar, foi utilizado o aplicativo Irriger® para o manejo de irrigação. A lâmina bruta de irrigação foi calculada por meio de balanço hídrico, em que as entradas de água foram a irrigação e precipitação pluvial efetiva, e as saídas, a evapotranspiração da cultura (ETc) em cada fase fenológica, além da profundidade considerada para o sistema radicular. Foi considerado 85% de eficiência para aplicação da irrigação. Para o método de estimativa da ETo utilizou-se o modelo de Penman-Monteith-FAO (Allen et al., 2008).

A estação meteorológica do INMET localizada na usina Jalles Machado, a 12 quilômetros do local do experimento, foi utilizada para coleta dos dados. Os dados de precipitação diária (mm) foram utilizados de pluviômetro instalado no local do experimento e inseridos no sistema para cálculo do manejo de irrigação. Nas Figuras 6 e 7, destacam-se os dados médios de pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar durante a condução do experimento.

Foi aplicada uma lâmina bruta total de 330 mm mais uma lâmina de irrigação de 40 mm inicial para a brotação da cana-de-açúcar. A irrigação teve como objetivo suprir 50% da necessidade hídrica da cultura. Assim, durante todo o ciclo a cultura recebeu 1.540 mm.

Para a irrigação, utilizou-se autopropelido modelo Turbomaq 140/GSV/350-4RII (Figura 8) implementado com barra irrigadora (Figura 9) modelo 48/54 fabricada pela empresa “IrrigaBrasil”, com faixa de aplicação de 54 m, com vão livre máximo da barra até o solo variando de 1,00 m a 4,00 m.

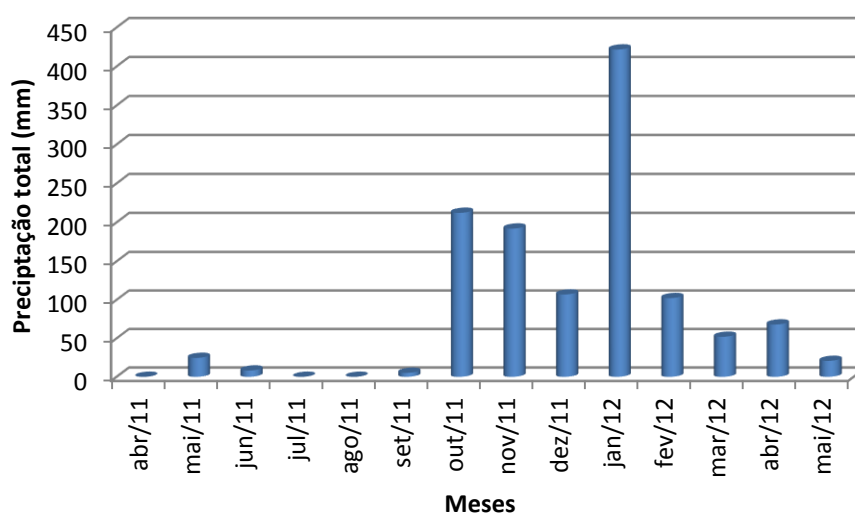


Figura 6. Precipitação pluvial acumulada por mês em milímetros (mm), durante o período experimental em Goianésia, GO. Dados obtidos na Estação Meteorológica Automática do INMET localizada na Usina Jalles Machado.

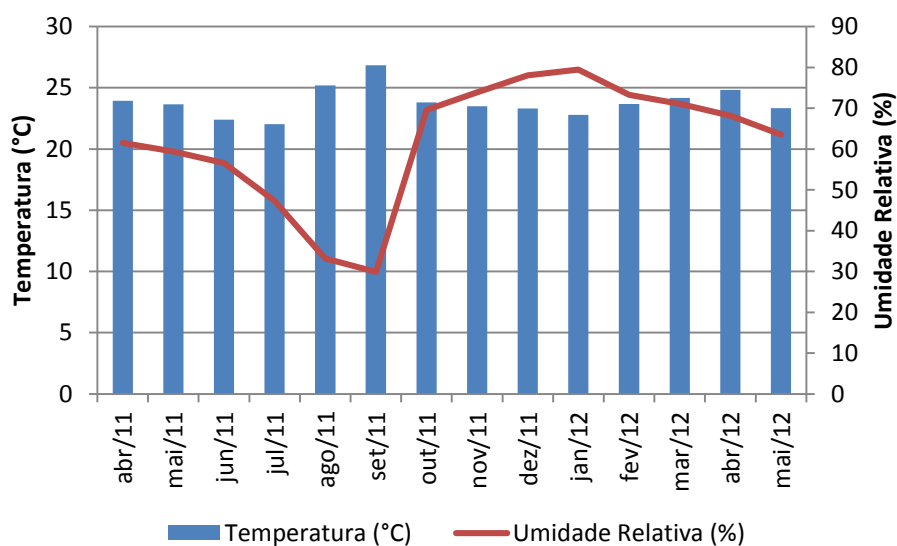


Figura 7. Dados médios de temperatura, em graus Celsius (°C) e umidade relativa do ar (%), durante o período experimental em Goianésia, GO. Dados obtidos na Estação Meteorológica Automática do INMET localizada na Usina Jalles Machado.



Figura 8. Autopropelido tipo carretel enrolador modelo Turbomaq 140/GSV/350-4RII, em Goianésia, GO.



Figura 9. Barra irrigadora modelo 48/54 fabricada pela empresa “IrrigaBrasil”, em Goianésia, GO.

3.2 CARACTERÍSTICAS DAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR

No Brasil, as variedades de cana-de-açúcar são produzidas principalmente nos três principais programas de melhoramento genético: o Instituto Agrônomo de Campinas

(IAC), a Coopersucar e o programa anteriormente conduzido pelo Planalsucar (IAA), que atualmente é executado pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), e possuem as seguintes características:

IACSP93-3046 – Alta produção agroindustrial com características de uniformidade de diâmetro de colmo, o que proporciona maior eficiência na colheita mecânica e manual. Tem alto teor de sacarose no meio e no fim de safra, proporcionando ganhos qualitativos para esses períodos. O período de utilização industrial é longo, adequado para a colheita de junho a outubro. Pode ser cultivada em solos de menor fertilidade e responde significativamente quando plantada em ambientes de maior potencial. Resistente ao carvão, à escaldadura e à ferrugem, essa variedade tem excelente brotação de soqueiras e é adaptada para o Centro-Sul do Brasil (Landell et al., 2007);

IACSP94-2094 – Boa produção em cana-planta e soqueiras, alto teor de sacarose, maturação de meio e final de safra, ótima brotação de soqueiras e adaptada a ambientes restritivos, florescimento raro nas condições do Centro-Sul do Brasil (Udop, 2013);

IACSP94-2101 – Boa produção em cana-planta e alta nas soqueiras, maturação de meio e final de safra, destacando-se em ambientes favoráveis. Não floresce nas condições do Centro-Sul do Brasil e tem hábito de crescimento ereto. Apresenta rápido desenvolvimento vegetativo inicial e ótima capacidade de brotação sob palha (Udop, 2013);

IAC91-1099 – Variedade com boa adaptação para colheita mecânica crua, porte muito ereto, maturação média-tardia, altíssima produtividade agrícola, apresentando excelente soca com ótimo perfilhamento e manutenção da produtividade em cortes avançados e ótimo fechamento de entrelinhas (Udop, 2013);

IACSP95-5000 – Produção agrícola muito alta, porte muito ereto, ótima brotação de soqueira, apresentando bom perfilhamento e fechamento de entrelinhas, não apresentando tombamento e florescimento, e ainda apresentando resistência as principais doenças (Udop, 2013);

IAC87-3396 – Lançada em 1997, trata-se do material mais plantado da sigla IAC (aproximadamente 70.000 ha no Centro-Sul do Brasil). Apresenta rusticidade e adaptabilidade à ampla gama de ambientes. Pode ser usada como variedade precoce (a partir da 2ª quinzena de maio) quando alocada em solos com baixo armazenamento de água (Udop, 2013);

RB92579 – Possui ótimo perfilhamento e brotação de socaria, alta produtividade agrícola, com elevado ATR e rápida recuperação ao estresse hídrico (seca). Apresenta desenvolvimento lento, colmo de aspecto manchado, pouca cera, cor roxa ao sol e amarelado verde sob a palha, entrenós de comprimento e diâmetro médios; despalha difícil; possui gemas pouco salientes (Ridesa, 2010);

RB867515 – Desenvolvimento rápido, hábito de crescimento ereto, de média despalha, diâmetro de colmo médio. Apresenta alto teor de sacarose e alta produtividade agrícola, responsiva a maturador podendo ser cortada em início de safra. Com boa brotação na planta e socas. Excelente desempenho em solos de textura arenosa (Ridesa, 2010);

RB966928 – Apresenta excelente germinação em cana-planta, com boa brotação em soqueiras, alto perfilhamento em cana-planta e em cana-soca, com excelente fechamento de entrelinhas. Médio teor de sacarose aliada com alta produtividade agrícola (Ridesa, 2010);

CTC2 – Possui touceiras eretas e bom perfilhamento; colmos amarelo-esverdeados com pouca cera; as folhas são estreitas, de tonalidade clara a intermediária; Apresenta maturação de meio de safra. Alta produtividade, principalmente nas soqueiras (+15%). Excelente brotação de soqueiras, inclusive em cana crua. Desenvolvimento inicial rápido (CTC, 2012);

CTC4 – Destaca-se pela alta produtividade e alto teor de sacarose. Apresenta ciclo médio a tardio. Desenvolve-se bem em Goiás e oeste paulista. Excelente brotação de soqueiras. Planta adulta resistente ao tombamento com colmos médios a longos e diâmetro fino a médio com bom perfilhamento e despalha fácil (CTC, 2012);

CTC9 – Apresenta fibra média, pouco florescimento e pouca isoporização. Hábito de crescimento levemente decumbente, despalha média e perfilhamento médio. Destaca-se pelo alto teor de sacarose e precocidade, é recomendada para colheitas em início de safra, em ambientes de baixa e média produção (CTC, 2012);

CTC11 – Apresenta ciclo médio a tardio; raramente floresce, porém é sensível à seca. Indicada para colheita mecanizada. Excelente fechamento de entrelinha, com grande quantidade de perfilhos e desenvolvimento rápido. Hábito decrescimento ereto, com despalha média, internódios de comprimento médio. Teor de sacarose alto. Destaca-se pela alta produtividade (CTC, 2012);

CTC15 – Destaca-se por ser resistente ao estresse hídrico, porém pode florescer; boa produtividade; maturação média-tardia. Recomendada para ambientes de

menor potencial de produção; em solos mais férteis e/ou baixada. Alta produtividade em todos os cortes (CTC, 2012);

CTC18 – Apresenta ciclo precoce a médio destacando-se pela ótima soqueira e longevidade, tolerância à seca, boa colheitabilidade e boa resposta a maturadores. Hábito de crescimento ereto, com despalha fácil, perfilhamento médio-alto, internódios de comprimento longo, cilíndricos. Comprimento de colmos é alto, diâmetro de colmos médio, produtividade e produção de sacarose média (CTC, 2012). A Tabela 4 apresenta o resumo das principais características das variedades utilizadas no experimento.

Tabela 4. Resumo das características das variedades de canas-de-açúcar.

Variedade	Ciclo de maturação	Teor de sacarose	Teto produtivo
CTC2	Médio	Médio	Alto
CTC4	Médio	Muito alto	Alto
CTC9	Precoce	Muito alto	Médio
CTC11	Médio/Tardio	Alto	Alto
CTC15	Médio/Tardio	Médio	Alto
CTC18	Precoce/Médio	Médio	Médio
IAC87-3396	Precoce/Médio	Médio	Alto
IAC91-1099	Precoce/Médio	Médio/Alto	Médio/Alto
IACSP94-3046	Precoce/Médio	Alto	Alto
IACSP94-2094	Médio/Tardio	Médio	Médio
IACSP94-2101	Médio/Tardio	Médio	Médio
IACSP95-5000	Médio/Tardio	Médio/Alto	Médio/Alto
RB867515	Médio/Tardio	Alto	Alto
RB92579	Médio/Tardio	Alto	Alto
RB966928	Precoce/Médio	Médio	Alto
SP86-0042	Médio/Tardio	Médio/Alto	Médio

Fonte: Adaptado de CTC, Ridesa e Udop (2010, 2012, 2013).

3.3 AMOSTRAGEM

Foram realizados dois tipos de amostragens, a amostragem 1 (as canas foram coletadas aleatoriamente) e a amostragem 2 (as canas foram escolhidas).

3.3.1 Amostragem 1

A amostragem 1 foi adaptada de Copersurcar (1980), Fernandes (2000) e Dinardo-Miranda (2008), onde de forma aleatória foram realizados cortes em dez canas da mesma linha e em sequência. Logo após, foi realizado a despalha e desponta das canas. Em seguida, realizou-se a contagem do número de entrenós totais (Figura 10A). Após isso, foi feito um corte no sentido longitudinal da cana (Figura 10B) e avaliou-se o número de entrenós lesionados devido ao ataque da broca, anotando-se em ficha apropriada (Figura 11A). Foram avaliados também o número de entrenós vermelhos e posição de entrada da broca. Esta amostragem foi realizada no dia 24 de maio de 2012, cinco dias antes da colheita do experimento. Logo em seguida, foram coletados cinco canas aleatoriamente de cada parcela, nas quais se realizou a despalha e o desponte, foram identificadas e transportadas (Figura 11B) para o laboratório da Usina Jalles Machado, para a realização da análise tecnológica. Para o cálculo do índice de intensidade de infestação ($ii\%$), utilizou-se a Equação 1:

Equação 1: Intensidade de infestação

$$ii_{\%} = \left(\frac{N^{\circ}Entr.Broc.}{N^{\circ}Entr.Totais} \right) \times 100$$

Em que:

$ii\%$ = Intensidade de infestação;

$N^{\circ}Entr.Broc.$ = Número de entrenós brocados;

$N^{\circ}Entr.totais$ = Número de entrenós totais.



Figura 10. (A) Contagem da quantidade de entrenós totais. (B) Cortes realizados em colmos de cana-de-açúcar.

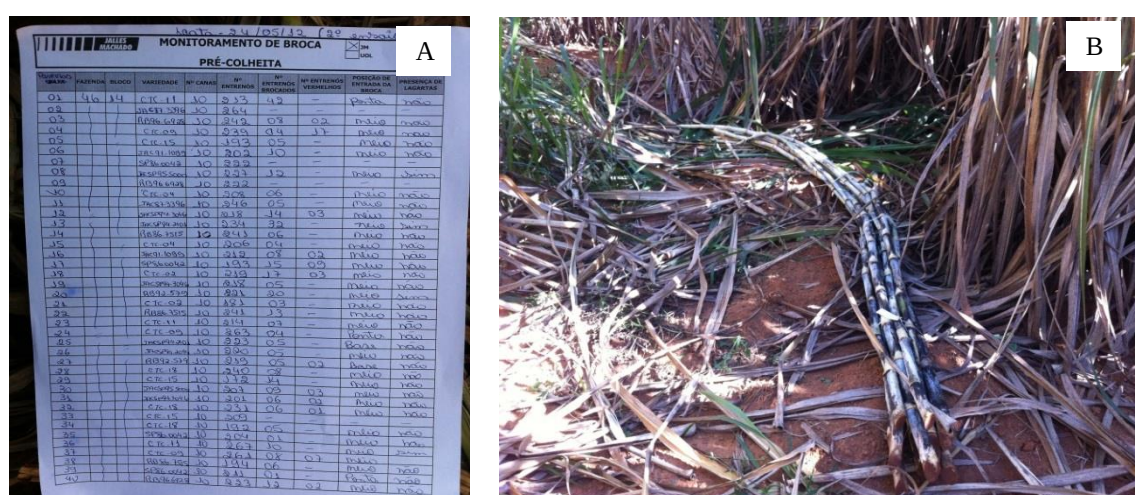


Figura 11. (A) Planilha de monitoramento de broca-da-cana. (B) Canas-de-açúcar identificadas para o transporte até o laboratório.

3.3.2 Amostragem 2

Consiste em, na data da colheita do experimento, foram escolhidas cinco canas que apresentavam sinais de broca e cinco canas que não possuíam sinais de broca em cada parcela do experimento. Todas as canas coletadas foram despontadas, despalhadas, e após serem identificadas, foram levadas ao laboratório (Figura 12), da Usina Jalles Machado. No laboratório, realizou-se a contagem do número de entrenós totais e, logo em seguida, foram feitos cortes no sentido longitudinal da cana, contando-se o número de entrenós que se encontravam lesionados devido ao ataque da broca, anotando em ficha apropriada. Foram anotados também informações de número de entrenós vermelhos, posição de entrada da broca. Mesmo nas canas identificadas que não possuíam sinais de brocas, foram

realizados cortes longitudinais para confirmar. Logo após, foram realizadas as análises tecnológicas.



Figura 12. Canas-de-açúcar no laboratório da Usina Jalles Machado.

3.4 ANÁLISES TECNOLÓGICAS

As análises foram realizadas no Laboratório Industrial da Usina Jalles Machado S/A, localizada na Rodovia GO-080 KM 71,5, Fazenda São Pedro S/N - Zona Rural, Goianésia – GO. As análises tecnológicas foram feitas em duas datas distintas, a primeira foi realizada no dia 25 de maio de 2012 (quatro dias antes da colheita do experimento) com as canas coletadas de forma aleatória em cada parcela. A segunda análise tecnológica, realizadas com as cinco canas com brocas e com as cinco canas sem brocas de cada parcela, foram realizadas no dia 1 de junho de 2012, dois dias após a colheita do experimento. Abaixo será descrito o que foi analisado.

3.4.1 Brix do caldo

Foi utilizado o método da prensa hidráulica para realizar as análises de Brix e Pol. As amostras de canas foram desintegradas em desintegrador de laboratório (Figura 13A), onde em seguida realizou-se a homogeneização em betoneira. Logo após, foram prensados 500 g da amostra, a pressão de 250 kg cm^{-2} durante um minuto, em prensa hidráulica automática (Figura 13B), (Hidraseme PHS 250). No caldo extraído pela prensa determina-se o Brix refratométrico e a Pol (Consecana, 2006; Fernandes, 2011).



Figura 13. (A) Desintegrador de cana-de-açúcar. (B) Prensa hidráulica automática.

3.4.2 Pol do caldo

De acordo com Consecana (2006), a pol do caldo (*Pol%caldo*) (teor de sacarose aparente por cento, em peso, de caldo) é calculada pela Equação 2:

Equação 2: Pol do caldo

$$Pol\%caldo = (1,00621 \times LS + 0,05117) \times (0,2605 - 0,0009882 \times Brix)$$

Em que:

LS = Leitura sacarimétrica.

3.4.3 Fibra da cana-de-açúcar

É calculado a partir do brix do caldo extraído da prensa hidráulica, peso de bagaço úmido (PBU) e peso de bagaço seco (PBS), (Consecana, 2006). A Equação 3 determina a fibra.

Equação 3: Fibra da cana-de-açúcar

$$Fibra\% = (0,08 \times PBU) + 0,876$$

Em que:

PBU = Peso do bagaço úmido da prensa, em gramas.

3.4.4 Coeficiente C

O fator C representa a transformação da Pol do caldo extraído em Pol absoluto para as condições de trabalho na prensa. Pode-se calcular o coeficiente C pela Equação 4:

Equação 4: Coeficiente C

$$C = (1,0313 - 0,00575 \times Fibra\%)$$

Em que:

$$Fibra\% = \text{Fibra da cana.}$$

3.4.5 Brix da cana-de-açúcar

Brix é o parâmetro de medição mais conhecido e utilizado na indústria do açúcar e do álcool. Expressa a porcentagem peso / peso dos sólidos solúveis contidos em uma solução pura de sacarose, ou seja, mede o teor de sacarose na solução (Fernandes, 2011). Para a determinação do Brix na cana, utilizou-se a Equação 5.

Equação 5: Brix da cana de açúcar

$$Brix\%cana = Brixcaldo \times (1 - 0,01 \times Fibra\%)$$

Em que:

$$Brixcaldo = \text{Brix do caldo;}$$

$$Fibra\% = \text{Fibra da cana.}$$

3.4.6 Pol da cana-de-açúcar

O Pol da cana é calculado em função do Pol do caldo, do teor de fibra da cana e do coeficiente C. Calculou-se a Pol da cana pela Equação 6.

Equação 6: Pol da cana-de-açúcar

$$Pol\%cana = Pol\%caldo \times (1 - 0,01 \times Fibra\%) \times C$$

Em que:

$Pol\%caldo = \text{Pol do caldo};$

$Fibra\% = \text{Fibra da cana};$

$C = \text{Coeficiente de transformação.}$

3.4.7 Pureza do caldo

A pureza aparente do caldo pode ser definida como a porcentagem de pol em relação ao brix. De acordo com a Equação 7.

Equação 7: Pureza do caldo

$$Pza\%caldo = 100 \times Pol\%caldo \div Brixcaldo$$

Em que:

$Pol\%caldo = \text{Pol do caldo};$

$Brixcaldo = \text{Brix do caldo.}$

3.4.8 Pureza da cana

A Pureza é a porcentagem de sacarose (Pol) contida nos sólidos solúveis (Brix), sendo o principal indicador de maturação da cana-de-açúcar. A pureza da cana foi calculada segundo a Equação 8.

Equação 8: Pureza da cana

$$Pza\%cana = Pol\%cana \div Brix\%cana \times 100$$

Em que:

$Pol\%cana = \text{Pol da cana};$

$Brix\%cana = \text{Brix da cana.}$

3.4.9 Açúcares redutores no caldo – AR % caldo e cana

Segundo Fernandes (2011), os açúcares redutores apresentam a propriedade de reduzir o óxido de cobre do estado cúprico a cuproso. Eles depreciam a qualidade do

açúcar aumentando sua cor. As Equações 9 e 10 foram utilizadas para o cálculo dos açúcares redutores no caldo e na cana, respectivamente.

Equação 9: Açúcares redutores no caldo

$$AR_{caldo} = 3,641 - 0,0343 \times Pza\%caldo$$

Em que:

$$Pza\%caldo = \text{Pureza do caldo.}$$

Equação 10: Açúcares redutores na cana

$$AR_{cana} = AR_{caldo} \times (1 - 0,01 \times Fibra\%) \times (1,0313 - 0,00575 \times Fibra\%)$$

Em que:

$$AR_{caldo} = \text{Açúcares redutores no caldo;}$$

$$Fibra\% = \text{Fibra da cana.}$$

3.4.10 Açúcares redutores totais – ART % caldo e cana

Os açúcares redutores totais representam todos os açúcares da cana (sacarose, glucose e frutose, principalmente) na forma de açúcares redutores ou açúcar invertido (Fernandes, 2011). De acordo com a Equação 11 e 12:

Equação 11: Açúcares redutores totais no caldo

$$ART_{caldo\%} = (Pol\%caldo \div 0,95) + AR_{caldo}$$

Em que:

$$Pol\%caldo = \text{Pol do caldo;}$$

$$AR_{caldo} = \text{Açúcares redutores no caldo.}$$

Equação 12: Açúcares redutores totais na cana

$$ART_{cana\%} = ART_{caldo\%} \times (1 - 0,01 \times Fibra\%) \times (1,0313 - 0,00575 \times Fibra\%)$$

Em que:

$ART_caldo\% = \text{Açúcares redutores totais no caldo};$

$Fibra\% = \text{Fibra da cana}.$

3.4.11 Açúcares totais recuperáveis – ATR

Os ATR (kg t^{-1} cana) constituem um dos parâmetros do sistema de pagamento de cana implantado em São Paulo, a partir da safra de 1998/99 pelo Consecana. O cálculo do ATR foi realizado de acordo com a metodologia Consecana (2011). Calculou-se o ATR com a Equação 13.

Equação 13: Açúcares totais recuperáveis

$$ATR = 9,6316 \times Pol\%cana + 9,15 \times AR_cana$$

Em que:

$Pol\%cana = \text{Pol da cana};$

$AR_cana = \text{Açúcares redutores na cana}.$

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos, primeiramente foram submetidos a testes para verificar o atendimento às pressuposições da análise de variância, e após atendidos foram submetidos à análise de variância clássica. Para atendimento das pressuposições, os dados em percentual foram transformados em $\text{arc seno } (x/100)^{0,5}$, e os demais por $(x)^{0,5}$. Após análise de variância pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade, exceto as médias da comparação entre os efeitos da broca sobre os parâmetros tecnológicos da cana.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 POSIÇÃO DE INCIDÊNCIA DE ENTRADA DA BROCA-DA-CANA

Para o estudo das pragas de cana-de-açúcar é importante conhecer a reação da planta aos danos produzidos por elas nas diversas fases de desenvolvimento da cultura, pois se sabe que, além do peso da produção da cana em si, pode ocorrer diminuição do teor de sacarose, independentemente desse peso. A Figura 14 ilustra a posição de incidência da entrada da broca-da-cana.

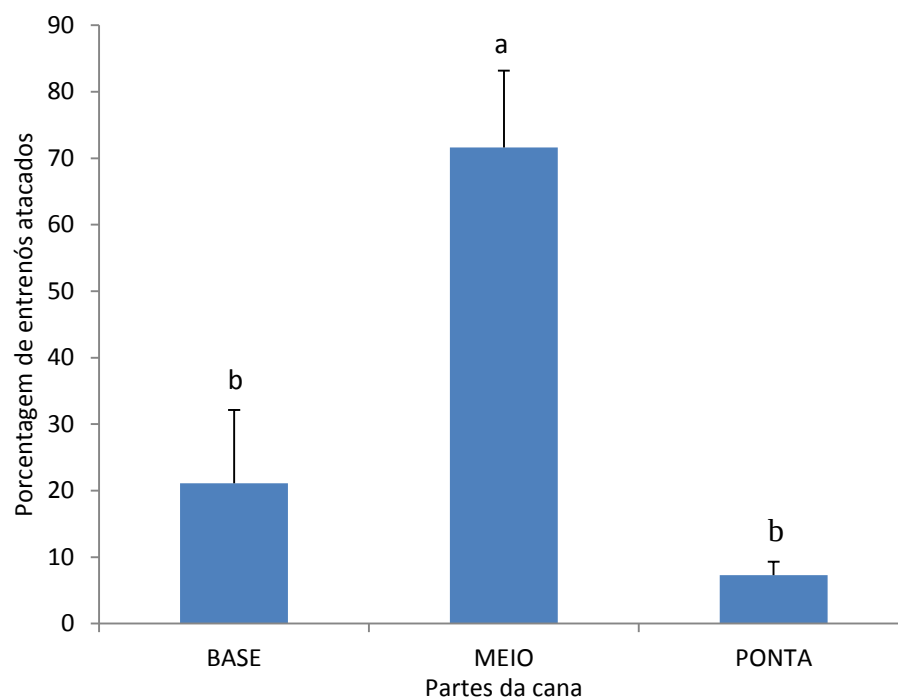


Figura 14. Posição de incidência de entrada de *Diatraea saccharalis* ($F_{2,12}=8,79$; $p=0,0045$) em 16 variedades de canas-de-açúcar, em Goianésia/GO, 2012.

Ao se dividir a cana-de-açúcar em três partes, sendo elas base, meio e ponta, observa-se que a parte que apresentou a maior incidência de broca foi o meio (71,6%), seguidos da base (21,1%) e da ponta (7,3%). As lagartas recém-eclodidas alimentam-se, de início, do parênquima foliar, dirigindo-se após, para a bainha e depois de algumas mudas

de pele penetram pela parte mais mole do colmo, que é a gema, perfurando-a, e abrindo galerias de baixo para cima (Nakano, 2011).

As variedades de cana-de-açúcar foram plantadas no fim de abril de 2011, sendo colhidas na segunda quinzena de maio de 2012. De maio a setembro, praticamente não houve precipitação pluviométrica na região, as temperaturas médias ficaram próximas a 23°C e a umidade relativa do ar apresentaram índices de 10% a 20%, explicando assim, o baixo índice de infestação no terço inferior da cana-de-açúcar, pois a cana neste período diminui drasticamente seu crescimento, não produzindo tecidos moles. De outubro a fevereiro, iniciou-se o período chuvoso, acumulando 1.035 mm de chuvas e a temperatura e umidade voltaram a apresentar altos índices, com isso, a cultura encontra condições ideais para seu crescimento, proporcionando melhores condições para a entrada da broca-da-cana em seus tecidos novos. De março a maio, o período chuvoso da região começa a diminuir, com isso, a cana-de-açúcar diminui seu crescimento, resultando em uma menor incidência da entrada da broca na região da ponta da cana.

Segundo Nakano (2011), a broca-da-cana pode ter de quatro a cinco gerações por ano, dependendo das condições de inverno. Gallo et al. (1969) realizaram coleta de insetos em Ribeirão Preto-SP, verificando que o pico populacional de *D. saccharalis* ocorreu em outubro-novembro e um pico secundário em abril, não sendo coletados adultos entre junho e agosto.

4.2 INTENSIDADE DE INFESTAÇÃO DE BROCA-DA-CANA E PORCENTUAL DE ENTRENÓS VERMELHOS

Segundo Segalla & Tokeshi (1981), a variedade é um fator que pode proporcionar ganhos tanto agrícolas como industriais, sem qualquer custo adicional, pois o custo de produção ou aquisição é o mesmo para qualquer variedade. Ocorre interação entre variedade e ambiente, resultando em comportamento diferente em condições edafoclimáticas diferentes. Na Tabela 5 foram descritas as médias dos índices de infestações, números de entrenós vermelhos e produtividade das variedades de canas-de-açúcar estudadas.

Observa-se que, as médias dos índices de infestações apresentadas variaram de 1,60% até 6,25%. A média geral obtida do índice de infestação nas dezesseis variedades estudadas foi de 3,92%, e de acordo com Gallo et al. (2002), este índice pode ser classificado como baixo. As variedades mais infestadas foram: RB92579 (6,25%), seguida por

IACSP95-5000 (5,89%) e por CTC9 (5,28%). As variedades menos infestadas foram IAC87-3396 (2,44%), CTC4 (2,17%) e IACSP94-2094 (1,60%).

Tabela 5. Média de intensidade de infestação de *Diatraea saccharalis* ($\pm$ EP), de entrenós com podridão vermelha ($\pm$ EP) e produtividade ($\pm$ EP) em dezesseis variedades de cana-de-açúcar, em Goianésia/GO, 2012.

Variedade	Intensidade de infestação ¹ (%)	Entrenós com podridão vermelha (%)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
1 - CTC2	4,156 $\pm$ 1,15a	2,921 $\pm$ 0,58a	151,93 $\pm$ 8,19b
2 - CTC4	2,171 $\pm$ 0,49b	1,006 $\pm$ 0,31b	140,68 $\pm$ 8,41c
3 - CTC9	5,280 $\pm$ 0,67a	5,155 $\pm$ 1,42a	157,48 $\pm$ 4,68b
4 - CTC11	4,694 $\pm$ 1,64a	0,258 $\pm$ 0,12b	162,62 $\pm$ 6,41a
5 - CTC15	2,909 $\pm$ 0,67b	0,988 $\pm$ 0,70b	170,26 $\pm$ 4,87a
6 - CTC18	5,216 $\pm$ 1,05a	0,260 $\pm$ 0,10b	108,60 $\pm$ 3,32d
7 - IAC87-3396	2,446 $\pm$ 1,10b	0,217 $\pm$ 0,12b	154,85 $\pm$ 5,25b
8 - IAC91-1099	4,422 $\pm$ 0,75a	0,784 $\pm$ 0,34b	168,60 $\pm$ 2,63a
9 - IACSP94-3046	4,477 $\pm$ 1,00a	1,249 $\pm$ 0,88b	137,63 $\pm$ 3,52c
10 - IACSP94-2094	1,603 $\pm$ 0,61b	0,000 $\pm$ 0,00b	130,82 $\pm$ 5,69c
11 - IACSP94-2101	2,796 $\pm$ 1,07b	0,206 $\pm$ 0,11b	129,99 $\pm$ 1,76c
12 - IACSP95-5000	5,893 $\pm$ 0,62a	1,588 $\pm$ 0,25a	144,57 $\pm$ 2,44b
13 - RB867515	4,379 $\pm$ 0,89a	0,485 $\pm$ 0,27b	154,99 $\pm$ 2,46b
14 - RB92579	6,257 $\pm$ 0,68a	0,057 $\pm$ 0,05b	156,93 $\pm$ 3,75b
15 - RB966928	3,352 $\pm$ 0,57a	3,260 $\pm$ 0,92a	130,27 $\pm$ 2,65c
16 - SP86-0042	2,760 $\pm$ 0,99b	0,419 $\pm$ 0,28b	156,93 $\pm$ 2,20b
CV (%)	37,8	82,56	2,77
Valor de P	0,0275	<0,0001	<0,0001
F (15, 93)	1,95	6,18	17,41

EP = Erro padrão da média. ¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Duarte (2009), trabalhando com diferentes variedades de cana-de-açúcar em sistemas de sequeiro e irrigado no Estado de Alagoas, afirma que com base no complexo broca-podridão, por ocasião da colheita, o primeiro ano de levantamento do cultivo de sequeiro, indicou que as variedades RB92579 e RB867515 apresentaram intensidade de infestação, respectivamente de 37,8% e 35,3%, valores bem superiores ao deste trabalho. Sugerindo que, essas variedades podem ser plantadas em nossa região e para a região onde foi realizado o trabalho de Duarte (2009), se cultivada em extensas áreas, essas variedades poderão apresentar maiores prejuízos em relação ao ataque de *Diatraea* spp. De acordo com o mesmo autor, os resultados do cultivo irrigado quando comparadas com base no

complexo broca-podridão, revelaram que a variedade RB867515 foi a mais susceptível com 45,52% de infestação.

Rodrigues (2011), avaliando o índice de infestação em diferentes variedades de canas-de-açúcar, em sistema de sequeiro no quarto corte, encontrou para as variedades RB92579 e RB867515 intensidade de infestação de respectivamente de 0,47% e 0,83%. Este resultado está abaixo do encontrado neste trabalho e não corroboram com os resultados apresentados por Duarte (2009) para as mesmas variedades.

Portela (2010), estudando as variedades de cana-de-açúcar SP732577, SP832847, SP813250, SP791011 e RB92579 no município de União-PI, obteve média geral de intensidade de infestação das variedades analisadas de 0,12%, valores insignificantes, mostrando que a broca da cana-de-açúcar não é problema para a região canavieira estudada no estado do Piauí, segundo o autor, a baixa intensidade de infestação da broca pode ser explicada porque a atividade de produção de cana-de-açúcar para produção de açúcar e álcool é recente no estado, existindo apenas uma única usina e diversos fornecedores. Em volta da área plantada com cana, existe uma ampla área com vegetação nativa que pode influenciar a intensidade de infestação devido à presença de inimigos naturais da praga. Outro ponto importante é que esta insignificante intensidade de infestação serve para compensar as baixas produtividades obtidas no estado, devido principalmente aos quase oito meses do ano em que praticamente não ocorre precipitação pluviométrica, condição não adequada para a maioria das pragas.

Viveiros et al. (2008) classificaram as variedades RB92579, RB931580, RB931611, RB9438, RB9629 e RB971747 como resistentes e SP791011, RB971754 e RB971720 como suscetíveis a *Diatraea* spp, tanto em cana-planta como em soca. Derneika & Lara (1991) classificaram as variedades SP71-345, SP71-6113 e SP71-1081 como moderadamente resistentes e CP51-22, SP71-3146 e SP71-5574 como altamente susceptíveis à *D. saccharalis* e afirmaram que os níveis de infestação variaram de acordo com a região.

Com relação aos entrenós com podridão vermelha, as variedades que apresentaram as maiores médias foram: CTC9 (5,15%), RB966928 (3,26%), CTC2 (2,92%) e IACSP95-5000 (1,58%). As demais variedades obtiveram menos de 1,30% de entrenós com podridão vermelha, com destaque para a variedade IACSP94-2094 que apresentou 0%.

As variedades de cana-de-açúcar diferiram-se em relação à produtividade (Tabela 5). Foram encontradas produtividades variando entre 108,60 t ha⁻¹ a 170,26 t ha⁻¹. A média geral da produtividade encontrada foi de 147,32 t ha⁻¹. As variedades CTC15, IACSP91-1099 e CTC11, possuíram produtividades superiores a 160 t ha⁻¹. Oliveira et al. (2008) verificaram que as variedades RB763710, IACSP81-3250, RB92579, RB72454, RB867515, IACSP80-1816 e RB855453 apresentaram maiores produtividades em sistemas irrigados.

As variedades CTC9, SP860042, RB867515, IAC87-3396 e CTC2 obtiveram resultados acima da média geral, apresentando grande potencial para serem utilizadas no Estado de Goiás. Para as variedades RB92579 e RB867515, Duarte (2009) e Rodrigues (2011) apresentaram resultados de produtividades, respectivamente, de 101,39 t ha⁻¹ e 99,27 t ha⁻¹ para a variedade RB92579, e de 92,54 t ha⁻¹ e 98,40 t ha⁻¹ para a variedade RB867515, não corroborando com os dados de produtividade encontrados neste trabalho para esta variedade que foi de 156,93 t ha⁻¹.

As variedades IACSP95-5000, CTC4, IACSP93-3046, IACSP94-2094, RB966928 e IACSP94-2101, apresentaram produtividades expressivas para região. Atualmente, estes materiais estão em multiplicação para fins comerciais visando à adaptabilidade a diversas condições de manejo e produção. A variedade CTC18 apresentou a menor produtividade entre os materiais avaliados.

As variedades CTC15, IACSP91-1099 e CTC11 obtiveram média de 0,67% de entrenós com podridão vermelha e índice de infestação de 4,00%, apresentando maior tolerância ao ataque da broca-da-cana aliado a altos índices de produtividade, sugerindo que podem ser uma boa opção para regiões com alta infestação de *Diatraea* spp.

4.3 ANÁLISE TECNOLÓGICA DAS CANAS-DE-AÇÚCAR

Esta análise tecnológica foi realizada com as canas que foram coletadas com a metodologia da amostragem 1. Com relação à análise tecnológica das variedades estudadas, todas as variáveis apresentaram diferenças significativas em relação às variedades de cana. Os atributos de qualidade da matéria-prima como brix, pol do caldo, pol da cana (Tabela 6) e pureza são utilizados para avaliação do estágio de maturação da cana-de-açúcar, e têm grande importância para a indústria canavieira, visto que vão definir os rendimentos em açúcar e álcool.

A variável brix caldo (Tabela 6) apresentou, na variedade CTC9, superioridade com valor médio de 19,91%, seguida da variedade CTC15 com 18,62%, enquanto as variedades CTC4 e RB92579 apresentaram os menores valores, respectivamente 15,01% e 14,65%. Para a variável brix cana, as variedades CTC9 e CTC15 continuaram apresentando valores superiores às demais, respectivamente, 18,97% e 17,64%. Por outro lado, concomitantemente, as variedades CTC4 e RB92579 apresentaram os menores valores, 14,45% e 14,03% respectivamente. A variedade CTC9 apresentou um comportamento em maturidade que indica a possibilidade de uma colheita precoce devido aos maiores acúmulos de sacarose do que em relação às outras variedades. Em contrapartida a variedade RB92579 apresentou desenvolvimento mais lento, não estando fenologicamente madura durante a colheita que foi realizada aos 396 DAP, isso explica sua baixa quantidade no teor de sacarose.

Tabela 6. Média ($\pm$ EP) do Brix caldo, Brix cana, Pol caldo e Pol cana, obtidos em dezesseis variedades de cana-de-açúcar, em Goianésia/GO, 2012.

Variedade	Brix caldo ¹ (%)	Brix cana (%)	Pol caldo (%)	Pol cana (%)
1 - CTC2	17,15 $\pm$ 0,37b	16,33 $\pm$ 0,31c	13,83 $\pm$ 0,46b	11,70 $\pm$ 0,28b
2 - CTC4	15,01 $\pm$ 0,52c	14,45 $\pm$ 0,48d	11,27 $\pm$ 0,62c	9,84 $\pm$ 0,49c
3 - CTC9	19,91 $\pm$ 0,27a	18,97 $\pm$ 0,23a	17,30 $\pm$ 0,34a	14,67 $\pm$ 0,24a
4 - CTC11	17,97 $\pm$ 0,34b	17,19 $\pm$ 0,30c	14,97 $\pm$ 0,38b	12,85 $\pm$ 0,27b
5 - CTC15	18,62 $\pm$ 0,26a	17,64 $\pm$ 0,20b	15,38 $\pm$ 0,29b	12,83 $\pm$ 0,16b
6 - CTC18	16,96 $\pm$ 0,18b	16,21 $\pm$ 0,18c	13,86 $\pm$ 0,27b	11,86 $\pm$ 0,24b
7 - IAC87-3396	17,65 $\pm$ 0,29b	16,83 $\pm$ 0,27c	14,38 $\pm$ 0,34b	12,22 $\pm$ 0,27b
8 - IAC91-1099	17,26 $\pm$ 0,35b	16,57 $\pm$ 0,35c	14,16 $\pm$ 0,39b	12,27 $\pm$ 0,35b
9 - IACSP94-3046	17,24 $\pm$ 0,41b	16,59 $\pm$ 0,36c	14,19 $\pm$ 0,51b	12,37 $\pm$ 0,38b
10 - IACSP94-2094	18,12 $\pm$ 0,69b	17,27 $\pm$ 0,65c	15,16 $\pm$ 0,86b	12,85 $\pm$ 0,72b
11 - IACSP94-2101	16,82 $\pm$ 0,54b	16,13 $\pm$ 0,51c	13,57 $\pm$ 0,60b	11,71 $\pm$ 0,48b
12 - IACSP95-5000	17,95 $\pm$ 0,45b	17,17 $\pm$ 0,38c	14,76 $\pm$ 0,52b	12,66 $\pm$ 0,35b
13 - RB867515	16,64 $\pm$ 0,41b	15,95 $\pm$ 0,35c	13,26 $\pm$ 0,47b	11,42 $\pm$ 0,33b
14 - RB92579	14,65 $\pm$ 0,47c	14,03 $\pm$ 0,43d	10,91 $\pm$ 0,50c	9,40 $\pm$ 0,45c
15 - RB966928	17,58 $\pm$ 0,67b	16,77 $\pm$ 0,59c	14,52 $\pm$ 0,81b	12,33 $\pm$ 0,59b
16 - SP86-0042	17,31 $\pm$ 0,14b	16,62 $\pm$ 0,10c	14,19 $\pm$ 0,18b	12,30 $\pm$ 0,11b
CV (%)	5,00	5,52	7,24	6,43
F (15, 93)	7,77	5,28	8,01	8,99
Valor de P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

EP= Erro padrão da média. ¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Segato et al. (2006), na avaliação do brix cana da variedade CTC15 apresentou grau brix próximo ao citado, sendo que este autor acrescenta que para se obter um bom aproveitamento do caldo para a indústria sucroalcooleira são necessários a partir de 18° brix. Guimarães (2011), trabalhando com caracterização de variedades de cana-de-açúcar submetidas a déficit hídrico, apresentou valores próximos aos deste trabalho para brix cana da variedade CTC2 (16,10%), valor superior para a variedade CTC4 (15,90%), e valores inferiores para as variedades CTC9 (16,80%), CTC11 (16,30%) e CTC15 (16,10%).

Encontram-se na Tabela 6 as médias dos valores de pol caldo e pol cana. Os valores médios de pol caldo situam-se entre 10,91% (RB92579) e 17,30% (CTC9). Os valores médios de pol cana encontram-se entre 9,40% (RB92579) e 14,67% (CTC9).

Quando a pol caldo apresentar valor superior a 15,3% é um indicativo do início do corte de variedades de cana-de-açúcar. Observa-se que as variedades estudadas apresentaram valores inferiores a 15,3%, com exceção das variedades CTC9 (17,30%) e CTC15 (15,38%). Já para Ripoli & Ripoli (2004), o corte das variedades de cana-de-açúcar deve ser iniciado quando a pol caldo apresentar valor superior a 14%, daí as variedades CTC9, CTC15, IACSP94-2094, CTC11, IACSP95-5000, RB966928, IAC87-3396, IACSP94-3046, SP86-0042 e IAC91-1099 estão aptas a serem colhidas. Deuber (1988), afirma que o teor mínimo para essa condição é de 13%, com isso das dezesseis variedades estudadas, somente duas, CTC4 (11,27%) e RB92579 (10,91%) não satisfazem esta condição. Para Stupiello et al. (1977) e Sobral et al. (1981), áreas que sofrem adição de fertilizantes no solo e aumento de matéria orgânica podem resultar em atraso no processo de maturação da cana.

Segundo Tasso Júnior (2007), a qualidade tecnológica da matéria-prima (pol cana) varia de forma inversamente proporcional aos índices de precipitação pluviométricos, ou seja, nos períodos de menor índice pluviométrico é quando ocorrem os maiores acúmulos de pol cana.

A pureza do caldo da cana-de-açúcar está diretamente relacionada com a qualidade da matéria-prima, e sofre influência das impurezas minerais e vegetais que são adicionadas à cana no momento da colheita. Encontram-se na Tabela 7 as médias dos valores da pureza do caldo e da cana.

A variável pureza do caldo apresentou valor superior de 86,89% (CTC9), seguido por 83,47% (IACSP94-2094) e 83,26% (CTC11). Somente as variedades

RB867515, CTC4 e RB92579 apresentaram valores menores do que 80%, respectivamente, 79,60%, 75,01% e 74,39%. É importante obter valores superiores a 80% de pureza durante o processo de colheita. Isso foi demonstrado neste trabalho, o que evidencia boa qualidade de matéria-prima. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2008) 84,4% e Prado & Pancelli (2006) (83,8%).

Tabela 7. Média ($\pm$ EP) de Pza caldo, Pza cana, Fibra e Umidade, obtidos em dezesseis variedades de cana-de-açúcar, em Goianésia/GO, 2012.

Variedade	Pza caldo ¹ (%)	Pza cana (%)	Fibra (%)	Umidade (%)
1 - CTC2	80,56 $\pm$ 0,88a	71,61 $\pm$ 0,40a	11,98 $\pm$ 0,60a	72,94 $\pm$ 0,79c
2 - CTC4	75,01 $\pm$ 1,62b	68,04 $\pm$ 1,26b	10,19 $\pm$ 0,29b	76,34 $\pm$ 0,70a
3 - CTC9	86,89 $\pm$ 0,67a	77,32 $\pm$ 0,56a	11,91 $\pm$ 0,32a	70,56 $\pm$ 0,49c
4 - CTC11	83,26 $\pm$ 0,53a	74,70 $\pm$ 0,29a	11,18 $\pm$ 0,39b	72,87 $\pm$ 0,57c
5 - CTC15	82,61 $\pm$ 0,47a	72,72 $\pm$ 0,40a	12,84 $\pm$ 0,67a	70,94 $\pm$ 0,73c
6 - CTC18	81,68 $\pm$ 0,71a	73,11 $\pm$ 0,70a	11,38 $\pm$ 0,39b	73,60 $\pm$ 0,36b
7 - IAC87-3396	81,47 $\pm$ 0,63a	72,58 $\pm$ 0,48a	11,80 $\pm$ 0,29a	72,65 $\pm$ 0,42c
8 - IAC91-1099	81,99 $\pm$ 0,68a	73,98 $\pm$ 0,62a	10,68 $\pm$ 0,36b	73,91 $\pm$ 0,41b
9 - IACSP94-3046	82,21 $\pm$ 1,05a	74,50 $\pm$ 0,68a	10,28 $\pm$ 0,35b	74,26 $\pm$ 0,65b
10 - IACSP94-2094	83,47 $\pm$ 1,57a	74,24 $\pm$ 1,37a	11,95 $\pm$ 0,41a	72,10 $\pm$ 0,73c
11 - IACSP94-2101	80,58 $\pm$ 0,97a	72,55 $\pm$ 0,76a	10,87 $\pm$ 0,32b	74,15 $\pm$ 0,68b
12 - IACSP95-5000	82,19 $\pm$ 0,89a	73,69 $\pm$ 0,57a	11,23 $\pm$ 0,62b	72,86 $\pm$ 0,87c
13 - RB867515	79,60 $\pm$ 1,02a	71,56 $\pm$ 0,73a	10,98 $\pm$ 0,48b	74,22 $\pm$ 0,76b
14 - RB92579	74,39 $\pm$ 1,30b	66,92 $\pm$ 1,59b	11,01 $\pm$ 0,94b	75,97 $\pm$ 1,02a
15 - RB966928	82,42 $\pm$ 1,63a	73,46 $\pm$ 0,98a	11,73 $\pm$ 0,79a	72,77 $\pm$ 1,12c
16 - SP86-0042	81,97 $\pm$ 0,46a	74,01 $\pm$ 0,38a	10,61 $\pm$ 0,39b	73,93 $\pm$ 0,43b
CV (%)	2,49	2,18	8,27	1,89
F (15, 93)	8,16	9,22	2,33	4,63
Valor de P	<0,0001	<0,0001	0,015	<0,0001

EP = Erro padrão da média. Pza caldo = Pureza do caldo. Pza cana = Pureza da cana. ¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Já para a variável pureza da cana, o maior valor encontrado continua sendo da variedade CTC9 (77,32%), seguido por CTC11 (74,70%), por IACSP94-3046 (74,50%) e somente depois segue a variedade IACSP94-2094 com 74,24%. Assim como para a variável pureza caldo, as variedades CTC4 e RB92579 também apresentaram os menores valores de pureza da cana, respectivamente, 68,04% e 66,92%. Tasso Júnior (2007), trabalhando com caracterização agrotecnológica de cultivares de cana-de-açúcar nos municípios de Colina e Olímpia – SP na safra 2005/2006, apresentou valores próximos aos

encontrados neste trabalho, na variável pureza para as variedades RB867515 (83,35%) e IAC87-3396 (83,33%).

O processo de canas imaturas, com baixa pureza prejudica a recuperação da sacarose no processo de cristalização, dificultando em se obter açúcar de melhor qualidade com essa condição de matéria-prima (Stupiello, 2001). Enquanto a cana em período de crescimento a pureza é baixa, devido particularmente à formação e consumo de açúcares para o crescimento. Em período maturação, o acúmulo de sacarose vai elevando a pureza devido ao aumento dos açúcares em relação aos sólidos solúveis. A alta pureza na cana é prenúncio de facilidade de açúcar e de altos rendimentos. Realmente isto é verificado pela baixa quantidade de não-sacarose, como componentes normais do caldo, aminoácidos, ácidos orgânicos, amido, açúcares redutores, além de outros precursores e formadores de cor (Stupiello, 2000).

Segundo Fernandes (2000), destilarias autônomas têm utilizado a porcentagem de açúcares totais contidas no brix para expressar a qualidade do caldo para fermentação. No Estado de São Paulo essa variável deve ser no mínimo 80% (início da safra) ou 85% (transcorrer da safra) para que seja recomendada a industrialização da cana. Com isso, os valores obtidos neste trabalho para as variedades RB867515, CTC4 e RB92579 não satisfazem esta condição.

Nas normas de qualidade da matéria-prima redigidas pelo Consecana (2003) e (2006), estabelecem que as unidades industriais só poderão recusar o recebimento de carregamentos com pureza abaixo de 75%, entretanto, se descarregados, não poderão ser excluídas do sistema. Todas as variedades estudadas neste trabalho satisfazem esta condição, com exceção da variedade RB92579.

As variedades são consideradas ricas quando o teor de brix na cana é maior que 14% e a pureza do caldo maior que 85%; variedades médias, quando o teor de sacarose na cana está entre 12,5% e 14,0% e a pureza do caldo for maior que 82%; abaixo disto, são consideradas variedades pobres, afirmam Delgado & César (1977). Das dezesseis variedades estudadas, apenas a variedade CTC9 pode ser considerada rica, e as variedades IACSP94-2094, CTC11, CTC15, RB966928, IACSP94-3046, IACSP95-5000 são consideradas médias e as demais são consideradas variedades pobres.

Os valores dos teores de fibra são apresentados na Tabela 7. Foram encontrados valores oscilando entre 10,19% a 12,84%. De acordo com Fernandes (2011), o teor de fibras na região centro-sul do Brasil, oscila entre 9% e 14%, com a maioria dos

resultados na faixa de 10% a 12% e o ideal para que seja recomendada a industrialização da cana deve estar entre 10% e 11%. Neste trabalho, todas as variedades de cana-de-açúcar estudadas podem ser consideradas no ponto ideal para sua industrialização, com exceção apenas da variedade CTC15 (12,84%). Tasso Júnior (2007) encontrou resultados similares no teor fibra para as variedades RB867515 (10,70%) e IAC87-3396 (11,81%).

Cavichioli et al. (2010) obtiveram para a variedade RB867515 (10,70%) resultado próximo a deste trabalho, porém para a variedade IAC94-2101 apresentou resultado superior (12,65%) e para a variedade CTC2 o teor de fibra encontrado foi inferior (11,25%). Carlin (2005) avaliou o percentual de fibra em diferentes variedades, obtendo percentual de fibra com valor médio de 12,88%. Na região de Presidente Prudente-SP, Marques et al. (2006) obtiveram média de 12,5% em fibra bruta com três diferentes variedades. Esses resultados são superiores aos encontrados neste trabalho, com exceção para a variedade CTC15 que apresentou 12,84% de fibra.

Quando estes valores se mostram muito elevados, há dificuldade na extração do caldo; todavia, quando esses valores são muito baixos, pode ocorrer uma maior incidência de quebra dos colmos no momento da colheita, e problemas com o balanço térmico do processo industrial, levando à necessidade da utilização de outras fontes de energia a serem queimadas nas caldeiras (Cavichioli et al., 2010).

No campo, por exemplo, a fibra está relacionada com a colheita, principalmente da cana picada, normalmente a condição de tornar os colmos eretos evitando o tombamento e na indústria, a importância é devido à moagem e balanço térmico da fábrica (Stupiello, 2002). Para Fernandes (2000), o teor de fibra da cana é uma característica varietal, mas é também influenciado por diversos fatores, como clima (chuva e temperatura), solo (umidade e fertilidade), época de corte e método de determinação.

Na fase de extração o aumento no teor de fibra de cana resulta na dificuldade da moenda em extrair a sacarose. Isso acontece, pois a fração do caldo, uma vez extraída, em parte é reabsorvida pela fibra da cana. A quantidade reabsorvida varia de forma proporcional ao teor de fibra na matéria-prima. Isso vai resultar em maiores perdas de sacarose no bagaço, ou seja, menor eficiência nas moendas. Para se contornar essa situação, a saída está em aumentar o volume de água de embebição. Entretanto, isso uma vez realizado, promove a obtenção de um caldo mais diluído e bagaço mais úmido, resultado em maior consumo de vapor na fase de evaporação da água do caldo no processo de fabricação de açúcar e menor eficiência da queima do bagaço nas caldeiras. Por outro

lado, cana com baixos teores de fibra podem inviabilizar o balanço energético da indústria. Quando isso acontece à empresa tem que se utilizar outras fontes de energia como o óleo diesel, lenha e etc. (Marques et al., 2001). As duas situações resultam em aumentos dos custos de produção.

Com relação aos teores de umidade, os valores encontrados compreendem de 70,94% a 76,34% e estão na Tabela 7. As variedades CTC4 e RB92579 apresentaram os maiores teores de umidade, respectivamente 76,34% e 75,97%. As variedades IACSP94-2094, CTC15 e CTC9, apresentaram os menores valores, respectivamente 72,10%, 70,94% e 70,56%. Foram observados que as variedades que apresentaram os maiores teores de umidade (CTC4 e RB92579) foram as que obtiveram os menores teores de brix no caldo e na cana, pol do caldo e da cana, pureza do caldo e da cana. Em contrapartida, as variedades que apresentaram os menores teores de umidade, obtiveram os maiores valores de brix no caldo e na cana, pol do caldo e da cana, pureza do caldo e da cana.

Os valores encontrados neste trabalho corroboram com o trabalho de Marques et al. (2001), ao afirmar que a umidade da cana-de-açúcar é um valor que muito se altera, pois sofre interferência das condições ambientais como chuva e estiagem, embora possa-se dizer que varia geralmente de 70% a 75%. Melo et al. (1988) verificaram, para diferentes variedades, média de umidade de 70,64% para cana-planta e 71,88% para cana despontada, ratificando os valores encontrados neste trabalho. Já Oliveira (2008), estudando a variedade SP80-1816 e RB85-5453 quanto ao aspecto agrotecnológico, encontrou valores de porcentagem de umidade inferiores, 64,5% e 70% respectivamente. Cavichioli et al. (2010), e Telles et al. (2010) encontram resultados semelhantes de teores de umidade para as variedades CTC2, CTC9, IACSP93-3046 e valores inferiores para as variedades RB867515, IAC94-2101.

Fernandes (2011), afirma que no período da safra na região centro-sul do Brasil a umidade da cana-de-açúcar varia de 76% (cana não madura em área com muita umidade no solo) e decresce até 67% ou menos após longos períodos de estiagem ou déficit hídrico acentuado. Durante o período da colheita, com a cana madura, a umidade da cana situa-se normalmente entre 68% a 72%, sendo a média da safra em torno de 70%. Abaixo de 67% de umidade a planta poderá estar entrando em estresse hídrico e acima de 73% pode significar que foi colhida fora do ponto de maturação ideal.

Foram encontrados valores de açúcares redutores da cana compreendidos entre 0,50 a 0,67 (Tabela 8). As variedades RB966928, CTC9 e IACSP94-2094 apresentaram os

menores valores, respectivamente 0,55, 0,52 e 0,50. As demais variedades apresentaram teores de açúcares redutores da cana superiores a 0,60. Os dados apresentados neste trabalho corroboram com as afirmações de Marques et al. (2001), os valores de açúcares redutores no início da safra podem ser de até 1,5% não devendo superar 1% no transcorrer da safra. De acordo com Fernandes (2011), durante a maturação da cana-de-açúcar, à medida que o teor de sacarose se eleva os açúcares redutores decrescem de quase 2% para valores abaixo de 0,5%, entre março e abril e setembro e outubro no Hemisfério Sul, podendo chegar a valores de 0,2%.

Tabela 8. Média ($\pm$ EP) do AR cana, ART cana e ATR, obtidos em dezesseis variedades de cana-de-açúcar, em Goianésia/GO, 2012.

Variedade	AR cana ¹ (%)	ART cana (%)	ATR (kg t ⁻¹)
1 - CTC2	0,65 $\pm$ 0,02a	13,58 $\pm$ 0,22b	124,26 $\pm$ 1,97b
2 - CTC4	0,65 $\pm$ 0,02a	12,17 $\pm$ 0,37c	111,34 $\pm$ 3,37c
3 - CTC9	0,52 $\pm$ 0,01b	16,15 $\pm$ 0,19a	147,73 $\pm$ 1,72a
4 - CTC11	0,67 $\pm$ 0,02a	14,56 $\pm$ 0,23b	133,23 $\pm$ 2,15b
5 - CTC15	0,60 $\pm$ 0,01a	14,57 $\pm$ 0,14b	133,33 $\pm$ 1,29b
6 - CTC18	0,65 $\pm$ 0,05a	13,65 $\pm$ 0,20b	124,95 $\pm$ 1,85b
7 - IAC87-3396	0,63 $\pm$ 0,04a	14,05 $\pm$ 0,23b	128,53 $\pm$ 2,13b
8 - IAC91-1099	0,62 $\pm$ 0,01a	14,08 $\pm$ 0,32b	128,79 $\pm$ 2,95b
9 - IACSP94-3046	0,65 $\pm$ 0,02a	14,17 $\pm$ 0,30b	129,66 $\pm$ 2,71b
10 - IACSP94-2094	0,50 $\pm$ 0,02b	14,53 $\pm$ 0,62b	132,92 $\pm$ 5,66b
11 - IACSP94-2101	0,64 $\pm$ 0,04a	13,62 $\pm$ 0,42b	124,56 $\pm$ 3,82b
12 - IACSP95-5000	0,63 $\pm$ 0,02a	14,46 $\pm$ 0,28b	132,28 $\pm$ 2,60b
13 - RB867515	0,64 $\pm$ 0,02a	13,39 $\pm$ 0,25b	122,49 $\pm$ 2,29b
14 - RB92579	0,64 $\pm$ 0,03a	11,73 $\pm$ 0,37c	107,31 $\pm$ 3,42c
15 - RB966928	0,55 $\pm$ 0,01b	14,09 $\pm$ 0,49b	128,92 $\pm$ 4,44b
16 - SP86-0042	0,63 $\pm$ 0,01a	14,11 $\pm$ 0,08b	129,14 $\pm$ 0,74b
CV (%)	13,14	4,60	4,60
F (15, 93)	4,21	9,09	9,10
Valor de P	<0,0001	<0,0001	<0,0001

EP = Erro padrão da média. AR cana = Açúcares redutores da cana. ART cana = Açúcares redutores totais da cana. ATR = Açúcares totais recuperáveis. ¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Santana (2012), ao estudar o desempenho tecnológico de variedades de cana submetidas a diferentes lâminas de irrigação em Minas Gerais, apresentou valores similares ao deste trabalho na variável açúcares redutores para as variedades RB855536, SP801816 e RB835486. Os valores encontrados por Tasso Júnior (2007) nas variedades

RB867515 e IAC87-3396 foram próximos aos obtidos neste trabalho para essas variedades.

Os açúcares redutores são produtos precursores de cor no processo industrial de açúcar, isto é, intensificam a cor do açúcar, depreciando sua qualidade (Fernandes, 2000). Canas com estágio de maturação menos avançadas apresentam menos teor de sacarose e maiores teores de açúcares redutores (glucose e frutose). Por outro lado, canas em estágios mais avançados de maturação, com o transcorrer desse processo, têm aumentado progressivamente o teor de sacarose ao mesmo tempo em que há diminuição progressiva no teor de açúcares redutores. Entretanto, esse comportamento esperado nem sempre ocorre, pois o mesmo sofre interferências de fatores externos como: umidade do solo, fertilização excessiva principalmente no que se refere à adubação nitrogenada, presença de matéria orgânica no solo, aplicação de resíduos orgânicos, os quais atuam no sentido de prolongar a fase vegetativa da cana (Franco, 2003).

Os açúcares redutores totais são apresentados na Tabela 8. As dezesseis variedades estudadas apresentaram valores variando entre 11,73% a 16,15%. A variedade CTC9 diferiu estatisticamente das demais pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade apresentando valores de 16,15%. Logo em seguida estão as variedades CTC15 (14,57%), CTC11 (14,56%) e IACSP94-2094 (14,53%). Já as variedades CTC4 e RB92579 apresentaram os resultados mais baixos para essa variável, respectivamente 12,17% e 11,73%. Santana (2012) apresentou resultados similares aos deste trabalho nas variedades RB765418, IAC86-2480, RB855536, SP801816 e SP801842 e valor superior na variedade RB835486.

Segundo Fernandes (2011), os açúcares redutores totais representam todos os açúcares da cana, na forma de açúcares invertidos, embora outras substâncias redutoras, presentes no caldo de cana, possam estar incluídas. Na planta, o desdobramento da sacarose em glucose e frutose é uma reação de duplo sentido, isto é, ocorre a inversão, assim como a combinação, durante o metabolismo da fotossíntese e respiração da planta; daí a importância do conhecimento do teor de ART, para a avaliação da qualidade da matéria-prima.

Dos atributos analisados, o açúcar total recuperável (ATR) é um dos mais importantes tanto para indústria quanto para os produtores. Pois em função dele é que as unidades industriais elaboram o preço pago aos produtores, de acordo com a metodologia descrita pela Consecana (2003, 2006).

Os dados obtidos referentes aos açúcares totais recuperáveis estão apresentados na Tabela 8. Observa-se que a variedade CTC9 apresentou o maior valor de ATR com 147,73 kg t⁻¹. Em seguida estão as variedades CTC15 (133,33 kg t⁻¹), CTC11 (133,23 kg t⁻¹) e IACSP94-2094 (132,92 kg t⁻¹). As variedades que apresentaram os resultados mais baixos são CTC4 e RB92579 com respectivamente, 111,34 kg t⁻¹ e 107,31 kg t⁻¹. Ao realizar ranking das variedades que apresentaram os maiores teores de ATR, foi observado que a variedade que está no topo (CTC9) apresentou uma diferença de 14,40 kg t⁻¹ para a variedade que está em segundo (CTC15) e, ao comparar os extremos, ou seja, o primeiro com o último (RB92579), a diferença foi de 40,42 kg t⁻¹.

Tasso Júnior (2007), apresentou resultados muito próximo ao deste trabalho para as variedades RB867515 e IAC87-3396, respectivamente, 125,14 kg t⁻¹ e 128,57kg t⁻¹. Em contrapartida, Oliveira et al. (2008), trabalhando com diferentes variedades, constataram maiores valores médios desse indicador encontrados nas variedades RB92579 e RB943365 de 159,97 kg t⁻¹ e 163,88 kg t⁻¹, no entanto esses valores não evidenciaram diferença estatística significativa para as demais variedades. Os resultados encontrados neste estudo, para a variedade RB92579, não corroboram as médias registradas por Soriano (2007) que, estudando oito variedades de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas, encontrou 156,97 kg t⁻¹ para esta variedade. Uma explicação plausível pode ser a adaptabilidade desta variedade em canaviais da região nordeste, não apresentando o mesmo desempenho na região dos Cerrados.

Em todo o Brasil, a cana-de-açúcar tem sido remunerada por seus índices qualitativos, de modo que, quanto melhor a qualidade da matéria-prima maior é o preço pago por tonelada de colmos. Todos os índices discutidos neste trabalho são usados como base de cálculo para se determinar a quantidade de açúcares totais recuperáveis, expressos em kg de ATR t⁻¹ de cana (Farias et al., 2009).

4.4 ANÁLISE TECNOLÓGICA EM FUNÇÃO DO ATAQUE DE *Diatraea saccharalis*

Esta análise tecnológica foi realizada com as canas que foram coletadas com a metodologia da amostragem 2. No quadro da análise de variância estão os resultados do teste F para todas as variáveis tecnológicas estudadas (Tabela 9).

Para a fonte de variação broca houve diferença significativa para as avaliações brix do caldo, brix da cana, pol do caldo, pol da cana e ATR em nível de 1% de

probabilidade. Já para as características fibra, AR da cana e ART da cana o nível de significância foi de 5% de probabilidade. Quanto às características pureza do caldo, pureza da cana e umidade não houve diferença significativa pelo teste F.

Tabela 9. Resumo da análise de variância dos parâmetros tecnológicos de dezesseis variedades de cana-de-açúcar, em função do ataque da broca-da-cana *Diatraea saccharalis*, em Goianésia/GO, 2012.

Fonte de variação	GL	F calculado			
		Brix caldo (%)	Brix cana (%)	Pol caldo (%)	Pol cana (%)
Broca	1	13,48**	12,63**	8,28**	7,46**
Variedade	15	5,27**	5,58**	6,25**	6,28**
Variedade*Broca	15	0,58 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,63 ^{ns}
Bloco	3	0,40 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Erro	93				

Fonte de variação	GL	F calculado			
		Pza caldo (%)	Pza cana (%)	Fibra (%)	Umidade (%)
Broca	1	2,29 ^{ns}	1,95 ^{ns}	6,02*	0,32 ^{ns}
Variedade	15	4,04**	3,62**	1,76 ^{ns}	0,97 ^{ns}
Variedade*Broca	15	0,94 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,44 ^{ns}
Bloco	3	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,19 ^{ns}	2,94*
Erro	93				

Fonte de variação	GL	F calculado		
		AR cana (%)	ART cana (%)	ATR (kg t ⁻¹)
Broca	1	3,75*	5,83*	8,18**
Variedade	15	4,22**	6,37**	6,37**
Variedade*Broca	15	0,87 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,61 ^{ns}
Bloco	3	0,07 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Erro	93			

Pza = Pureza. AR = Açúcares redutores. ART = Açúcares redutores totais. ATR = Açúcares totais recuperáveis. Há diferença significativa pelo Teste F em níveis de * 5% ($P \leq 0,05$) e ** 1% ($P \leq 0,01$) de probabilidade. ^{ns} Não há diferença significativa pelo Teste F em nível de 5% de probabilidade ($P \geq 0,05$).

Para a fonte de variação broca houve diferença significativa para as avaliações brix do caldo, brix da cana, pol do caldo, pol da cana e ATR em nível de 1% de probabilidade. Já para as características fibra, AR da cana e ART da cana o nível de

significância foi de 5% de probabilidade. Quanto às características pureza do caldo, pureza da cana e umidade não houve diferença significativa pelo teste F.

No entanto, com relação ao fator variedade, observou-se efeito significativo em nível de 1% de probabilidade para todas as características, com exceção da fibra e da umidade, que não houve diferença significativa pelo teste F. Para interação variedade x broca, não houve diferença significativa pelo teste F, ou seja, o efeito da broca independe da variedade avaliada.

Na Tabela 10 estão as médias dos parâmetros tecnológicos em função da intensidade de infestação, nas variedades de canas-de-açúcar estudadas. Observa-se que as variáveis pureza do caldo, pureza da cana, umidade e açúcares redutores da cana não apresentaram diferenças significativas em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. As variáveis brix do caldo, brix da cana, pol do caldo, pol da cana, açúcares redutores totais da cana, açúcares totais recuperáveis e fibra diferiram estatisticamente, na presença da intensidade de infestação (10,7%) apresentaram valores médios inferiores às sem infestações por *Diatraea* spp.

Dinardo-Miranda et al. (2012), trabalhando com influência da infestação de *Diatraea saccharalis* sobre os parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar em Ribeirão Preto-SP, não observou diferença significativa em relação aos teores de fibra em colmos com diferentes intensidades de infestação, em nenhuma das cultivares estudadas (IACSP95-5000, IACSP93-3046 e IAC91-1099). De acordo com Valsechi et al. (1976) e Precetti et al. (1988), citados por Dinardo-Miranda et al. (2012), trabalhando com diferentes variedades de canas com índices de intensidade de infestação chegando até 50%, observaram que o ataque da broca resultou um aumento no teor de fibra. Os resultados destes dois trabalhos não corroboram com os resultados apresentados na Tabela 10, onde as canas que possuíam 10,7% de intensidade de infestação apresentaram teores de fibras inferiores às canas que não foram atacadas.

Nas variáveis brix do caldo e brix da cana, as variedades de cana-de-açúcar com 10,7% de intensidade de infestação apresentaram índices respectivamente de, 2,83% e 2,69%, inferiores as cana que não sofreram ataque pela broca. As canas com 10,7% de intensidade de infestação sofreram uma redução de 2,24% na variável açúcares redutores totais da cana, quando comparadas com as canas com 0% de intensidade de infestação.

Tabela 10. Média ($\pm$ EP) dos parâmetros tecnológicos de dezesseis variedades de cana-de-açúcar, em função da intensidade de infestação por *Diatraea saccharalis*, em Goianésia, GO, 2012.

Intensidade de infestação (%)	Brix caldo ¹ (%)	Brix cana (%)	Pol caldo (%)	Pol cana (%)
0	18,36 $\pm$ 0,11a	16,31 $\pm$ 0,10a	15,64 $\pm$ 0,13a	13,45 $\pm$ 0,13a
10,7	17,84 $\pm$ 0,12b	15,87 $\pm$ 0,10b	15,18 $\pm$ 0,14b	13,07 $\pm$ 0,12b
CV (%)	4,38	4,38	5,82	5,9
F (1, 93)	13,48	12,63	8,28	7,46
Valor de P	0,0004	0,0006	0,005	0,0075
Intensidade de infestação (%)	Pza caldo (%)	Pza cana (%)	Fibra (%)	Umidade (%)
0	85,16 $\pm$ 0,43	82,38 $\pm$ 0,43	11,31 $\pm$ 0,12a	73,05 $\pm$ 0,14
10,7	85,04 $\pm$ 0,31	82,3 $\pm$ 0,29	10,95 $\pm$ 0,08b	73,13 $\pm$ 0,14
CV (%)	2,63	2,7	7,31	1,58
F (1, 93)	2,5	1,95	6,02	0,32
Valor de P	0,1338 ^{ns}	0,1576 ^{ns}	0,016	0,5700 ^{ns}
Intensidade de infestação (%)	AR cana (%)	ART cana (%)	ATR (kgt ⁻¹)	
0	0,61 $\pm$ 0,01	14,73 $\pm$ 0,12a	135,23 $\pm$ 1,15a	
10,7	0,62 $\pm$ 0,01	14,40 $\pm$ 0,11b	131,65 $\pm$ 1,07b	
CV (%)	10,88	5,27	5,31	
F (1, 93)	3,36	5,83	8,18	
Valor de P	0,0703 ^{ns}	0,0177	0,0052	

EP = Erro padrão da média. Pza = Pureza. AR = Açúcares redutores. ART = Açúcares redutores totais. ATR = Açúcares totais recuperáveis. ¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Foram observadas perdas de 2,94% e 2,82% respectivamente, nas variáveis pol do caldo e pol da cana, das canas que apresentaram 10,7% de intensidade de infestação em relação às canas que não sofreram ataques por *Diatraea* spp. Pode-se inferir que, para este estudo, a cada 1% de entrenós brocados ocorre perda de 0,26% na produtividade de açúcar.

Téran et al. (1986) e Precetti et al. (1988), citados por Dinardo-Miranda (2012), determinaram que, a cada 1% de entrenós brocados por *D. saccharalis*, haveria reduções médias de 0,25% na produtividade de açúcar, 0,20% na produtividade de etanol e 0,77% na produtividade de colmos. Foram observadas ainda significativas diferenças entre as cultivares estudadas quanto às perdas, estando ao redor de 0,24% de redução na pol da cana para cada 1% de entrenós brocados na cultivar SP71-1143 e de 0,10% de redução na pol da cana para cada 1% de entrenós brocados na cultivar SP70-1084.

Arrigoni (2002), citado por Dinardo-Miranda (2012), em trabalhos mais recentes realizados na Copersucar, envolvendo algumas cultivares plantadas no fim da década de 1990, revelaram que as perdas, a cada 1% de entrenós brocados por *D. saccharalis*, poderiam chegar a 0,49% na produtividade de açúcar, 0,28% na produtividade de etanol e 1,50% na produtividade de colmos. Esse autor também relatou diferenças significativas entre as cultivares estudadas. Dinardo-Miranda (2012), trabalhando com as variedades IACSP93-3046, IACSP95-5000 e IAC91-1099 relatou, na média, a cada 1% de entrenós brocados, a redução de 0,41% na pol da cana.

Ao analisar os resultados das perdas de pol da cana ocasionadas pelos entrenós brocados por *Diatraea saccharalis* dos diferentes autores citados anteriormente, pode-se inferir que as cultivares mais modernas são mais susceptíveis à broca do que as antigas, pois ocorrem maiores perdas em função do seu ataque.

Para cada tonelada de cana padrão (12,257% de pol cana) obtêm-se 94 kg de açúcar standard (Udop, 2013). Com isso, é possível estimar as perdas de açúcares por hectare de cana. Para tanto, basta multiplicar a produtividade média do experimento pela quantidade de açúcar produzida por tonelada de cana:

$$147,32 \times 94 = 13848,08 \text{ kg de açúcar por hectare}$$

O preço médio da saca de 50 kg de açúcar cristal vendida no mercado externo em agosto de 2013, divulgado pela Unica (2013) é de R\$ 44,56. Portanto, encontra-se R\$ 0,89 por kg de açúcar. Em seguida, multiplica-se a quantidade de açúcar produzida por hectare pelo preço do kg do açúcar:

$$13848,08 \times 0,89 = \text{R\$ } 12341,40 \text{ por hectare}$$

Posteriormente, será multiplicada a porcentagem da perda de açúcar por hectare:

$$12341,40 \times 0,0026 = \text{R\$ } 32,08 \text{ por hectare}$$

Portanto, conclui-se que, para as condições deste estudo, para cada 1% de entrenós brocados ocorre perda de R\$ 32,08 por hectare de cana-de-açúcar.

A variável açúcar total recuperável apresentou perda de 2,65% em canas com 10,7% de entrenós brocados. Com isso, pode-se afirmar para este estudo que, para cada 1% de entrenós brocados ocorre perdas de 0,25% de ATR. Pinto et al. (2006), consideram que infestações superiores a 1% ou 2% causam prejuízos econômicos à cultura.

Com base na porcentagem de perdas de ATR, é possível estipular os prejuízos ocasionados pela *Diatraea saccharalis*, por hectare de cana-de-açúcar. Para isto, será utilizado o preço médio mensal do ATR publicado nas circulares do Consecana para o Estado de São Paulo (Figura 15).

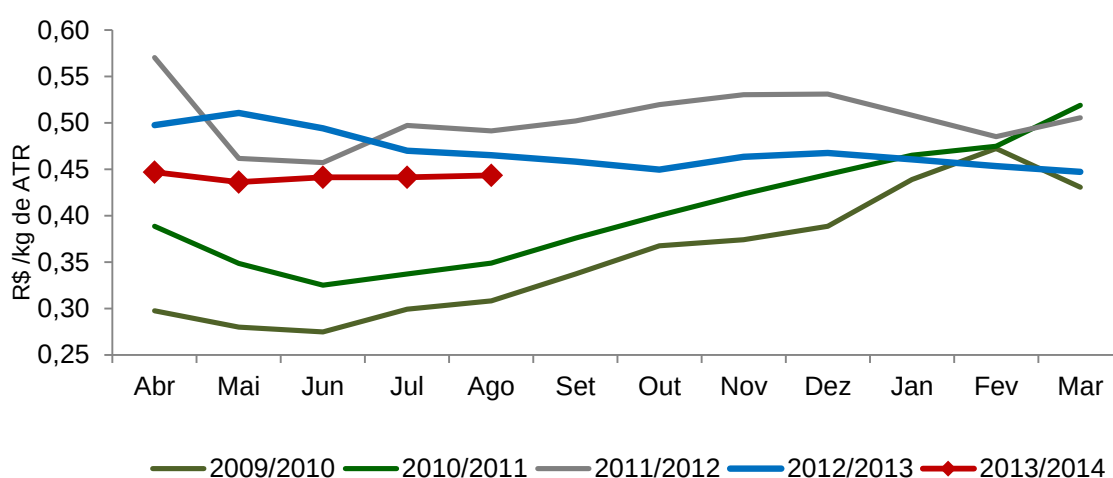


Figura 15. Evolução do preço médio mensal do ATR no Estado de São Paulo (Departamento de Economia e Estatística, Unica, 2013).

A produtividade média do experimento foi de 147,32 t ha⁻¹. O valor do ATR para o mês de agosto de 2013 é de R\$ 0,4436 por kg de ATR (Figura 15). A média do experimento estudado foi de 127,46 kg de ATR por tonelada de cana-de-açúcar. Primeiramente, será calculado o valor a ser pago por tonelada de cana:

$$127,46 \times 0,4436 = \text{R\$ } 56,54 \text{ por tonelada de cana-de-açúcar}$$

Consequentemente, será calculado o preço a ser pago pela usina ao fornecedor:

$$56,54 \times 147,32 = \text{R\$ } 8329,65 \text{ por hectare de cana-de-açúcar}$$

Logo após, será realizado o cálculo da perda ocasionada pela *Diatraea saccharalis*:

$$0,0025 \times 8329,65 = \text{R\$ } 20,82$$

Portanto, conclui-se que, para as condições deste estudo, para cada 1% de entrenós brocados ocorre perda de R\$ 20,82 por hectare de cana-de-açúcar.

4.5 NÍVEL DE CONTROLE DE *Diatraea saccharalis*

O controle químico e biológico da *Diatraea saccharalis* são os métodos mais utilizados no Brasil. Um dos fatores que definirá qual método a ser utilizado é o seu custo de controle. As Tabelas 11 e 12 apresentam os custos de aplicação de Altacor (Clorantraniliprole 35%) e da produção/liberação de *Cotesia flavipes* na Usina Jalles Machado S/A.

Tabela 11. Custo de aplicação aérea de Altacor (Clorantraniliprole 35%) em cana-de-açúcar, na Usina Jalles Machado S/A em Goianésia/GO, 2013.

Descrição	Preço (R\$)
Aplicação aérea	25,00
Produto (dose 60 g ha ⁻¹)	41,84
Líder	0,68
Auxiliares	0,40
Motorista pipa	0,52
Total	68,44

Líder = Custo de dois líderes. Auxiliares = Custo de dois auxiliares. Os custos de manutenção e combustível do veículo leve e do caminhão pipa não foram mensurados.

Tabela 12. Custo de produção/liberação de *Cotesia flavipes* em cana-de-açúcar, na Usina Jalles Machado S/A, em Goianésia/GO, 2013.

Descrição	Preço (R\$)
<i>Cotesia flavipes</i>	15,80
Rurícolas	2,94
Líder	0,51
Veículo de transporte	1,47
Total	20,71

Cotesia flavipes = Quatro copos por hectare com aproximadamente 1500 insetos cada. Rurícolas = Equipe com sete rurícolas. Líder = Custo de um líder. Veículo de transporte = Custo de um veículo alugado.

Para a aplicação aérea, em dias com boas condições de temperatura, umidade e velocidade do vento, em média, podem ser realizadas aplicações em até trezentos hectares por dia. Já para a liberação de *Cotesia flavipes*, dependendo da produção do laboratório, é possível a liberação em até duzentos hectares por dia.

O nível de dano econômico é a densidade populacional da praga que causa prejuízo à cultura igual ou superior ao custo do controle desta praga. Para se determinar o nível de controle de *Diatraea saccharalis*, é necessário conhecer o custo de controle da praga e dos prejuízos ocasionados por esta praga caso não seja realizado seu controle.

Considerando apenas as perdas em ATR, pode-se concluir que, nas condições em que esse estudo foi realizado o nível de controle da broca-da-cana com a utilização de *Cotesia flavipes* é de um por cento de intensidade de infestação, ou seja, o prejuízo ocasionado pela broca é de R\$ 20,82 a cada um por cento de intensidade de infestação e o seu custo de controle é de R\$ 20,71.

Para o controle químico utilizando o produto Altacor, o nível de controle da broca-da-cana é de 3,29% de intensidade de infestação, ou seja, o custo de aplicação do produto é de R\$ 68,44 e o prejuízo ocasionado pela broca a cada um por cento de intensidade de infestação é de R\$ 20,82.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi realizado, conclui-se que as variedades que mais se destacaram foram CTC9, CTC15, CTC11 e IAC91-1099, apresentando altos índices de qualidade tecnológica e de produtividade.

Para as variedades estudadas, o índice de 10,7% de entrenós brocados resultaram na diminuição na qualidade tecnológica da cana, devido a redução nos teores de brix caldo, brix cana, pol caldo, pol cana e açúcares totais recuperáveis.

Para cada 1% de entrenós brocados, ocorre perdas de 0,26% de açúcares e 0,25% em ATR.

Para o controle químico utilizando o produto Altacor (Clorantraniliprole 35%), o nível de controle da broca-da-cana é de 3,29% de intensidade de infestação e de 1% quando se faz o uso de *Cotesia flavipes*.

6 REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO. 2008. 300 p.
- ALMEIDA, L. C.; ALBUQUERQUE, F. C.; ALONSO, O.; PIEDADE, S. M. S. Metodologia para avaliar os prejuízos ocasionados pela broca da cana-de-açúcar. **Brasil açucareiro**. Rio de Janeiro, v. 104, n. 3/4, p. 32-9, 1986.
- ALMEIDA, L. C. Casos de sucesso no controle de pragas em cana-de-açúcar usando metodologias recomendadas pelo CTC. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE CONTROLE DE PRAGAS DA CANA-DE-AÇÚCAR, 1., 2005. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: IDEA, 2005. CD-ROM.
- AMARAL, S. F.; ARRUDA, H. V. Grau de suscetibilidade de 15 variedades de cana-de-açúcar à broca *Diatraea saccharalis* (F., 1794) (*Lepidoptera-Pyralidae*). **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 31, p. 79-83, 1964.
- ANJOS, I. A.; FIGUEIREDO, P. A. M. Aspectos fitotécnicos do plantio. In: MIRANDA, L. L. D.; VASCONCELOS, A. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Fundação Cargill, 2008. cap. 27, p. 585-611.
- BIDOIA, M. A. P.; BIDOIA, M. A. P. Experimentação com cana-de-açúcar. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Org.). **Cana-de-açúcar**. 1. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 809-819.
- BLACKBURN, F. **Sugar-cane**. Longman: New York. 1984. 414 p.
- BOTELHO, P. S. M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; FERREIRA-CORRÊA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2002. p. 409-425.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit - Sistema de Agrotóxicos Fotossanitários**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 16 jul. 2013.
- CABI. **Crop Protection Compendium**. Disponível em: <<http://www.cabi.org/>>. Acesso em: 15 jul. 2013.
- CAMPIDELLI, C. A. Aumento das infestações de broca na região sul do estado de São Paulo e uma nova arma de controle: o inseticida fisiológico. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE CONTROLE DE PRAGAS DA CANA-DE-AÇÚCAR, 1., 2005, Ribeirão Preto. **Palestras...** Ribeirão Preto: IDEA, 2005. 1 CD-ROM.

CAMPOS, M. B. S.; MACEDO, N. Cana-de-açúcar – ampliando campo de ataque. **Cultivar: Grandes Culturas**, Pelotas, v. 6, n. 68, p. 23-26, 2004.

CANASAT. **Monitoramento de cana-de-açúcar via imagens de satélite**. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/>>. Acesso em: 08 jun. 2013.

CARLIN, S. D. **Impacto de tombamento na produtividade de diferentes variedades de cana-de-açúcar**. 2005. 72 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola)- Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2005.

CAVICHIOLO, L. C.; SILVA NETO, H. F.; TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. Comparação de cultivares de cana-de-açúcar em relação a teores de fibra e umidade. Jaboticabal: Faculdade de Tecnologia – **Bioenergia**, 2010. 3 p.

CESNIK, R.; MIOCQUEL, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307 p.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, primeiro levantamento, abril/2013. Brasília: **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**, 2013. 19 p.

CONSECANA. Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo. **Manual de instruções**. 4. ed. Piracicaba, 2003. 118 p.

CONSECANA. Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo. **Manual de instruções**. 5. ed. Piracicaba, 2006. 112 p.

COPERSUCAR. **Amostragem e análise da cana-de-açúcar**. São Paulo, 1980. 37 p.

CRUZ, I. A broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*, em milho, no Brasil. Sete Lagoas, MG: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2007. 12 p.

CTC. Centro de Tecnologia Canavieira. **Revista Variedades CTC**. Piracicaba: CTC, 2012. 34 p.

DEGASPARI, N.; BOTELHO, P. S. M.; ALMEIDA, L. C.; MACEDO, N.; ARAÚJO, J. R. A queima da cana-de-açúcar, os efeitos sobre a população da broca, *Diatraea saccharalis* (Fabr.; 1794), seus predadores e parasitos. **STAB – Açúcar, Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 1, n. 5, p. 35-45, set. 1983.

DEGASPARI, N.; MACEDO, N.; BOTELHO, P. S. M.; ARAÚJO, J. R.; ALMEIDA, L. C. Predação e parasitismo de ovos da *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 785-792, ago. 1987.

DELGADO, A. A.; CÉSAR, M. A. A. Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana. **Zanini S/A equipamentos pesados**, Sertãozinho, v. 1, 36 p. 1977.

DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região Sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, 1988. p. 33-40.

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

DINARDO-MIRANDA, L. L. Pragas. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. 1. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 349-404.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V.; DOS ANJOS, I. A.; GARCIA, J.; COSTA, V. P. Influência da infestação de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) sobre parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 3, p. 342-345, set. 2012.

DUARTE, A. G. **Avaliação de variedades RB (República do Brasil) de cana-de-açúcar em relação ao ataque das principais pragas em Rio Largo, Estado de Alagoas**. 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

FAOSTAT. **Food and agriculture organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 15 jul. 2013.

FARIAS, C. H. de A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; DANTAS NETO, J. Qualidade industrial de cana-de-açúcar sob irrigação e adubação com zinco, em tabuleiro costeiro paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, jul. 2009.

FERNANDES, A. J. **Manual da cana-de-açúcar**. São Paulo, Livro Ceres, 2. ed. 1990. 196 p.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB - Açúcar, Alcool e Subprodutos, 2000. 193 p.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB - Açúcar, Alcool e Subprodutos, 3. ed. 2011. 416 p.

FERREIRA, E.; BARRIGOSI, J. A. F.; CASTRO, E. da M. de.; SANTOS, A. B. dos. Perdas de produção pela broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*, Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) em genótipos de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 99-103, abr. 2004.

FRANCO, A. **Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto e vinhaça: nitrogênio no sistema solo-planta, produtividade e características tecnológicas**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FREITAS, M. R. T.; FONSECA, A. P. P.; SILVA, E. L.; MENDONÇA, A. L.; SILVA, C. E.; NASCIMENTO, R. R.; SANTANA, A. E. G. The predominance of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane fields in the state of Alagoas, Brazil. **Florida Entomologist**, Florida, v. 89, n. 4, p. 539-540, dez. 2006.

GALLO, D. Infestação da broca nas principais variedades de cana. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 29, p. 149-155, 1954.

GALLO, D.; SILVEIRA NETO, S.; WIENDL, F. M. Coleta de insetos com armadilhas luminosas na Copereste – Levantamento de julho de 1967 a junho de 1968. **Boletim informativo Copereste**, Ribeirão Preto, v. 8, p. 11, 1969.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. **Entomologia agrícola**, São Paulo: Ceres, 2002. 920 p.

GARCIA, J. F.; BOTELHO, P. S.; MACEDO, P. M. Criação do parasitóide *Cotesia flavipes* em laboratório. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas produção massal de qualidade**. 2. ed. Editora UFLA, 2009. p. 199-219.

GITAHY, P. de M.; GALVÃO, P. G.; ARAÚJO, J. L. S.; BALDANI, J. I. **Perspectivas biotecnológicas de *Bacillus thuringiensis* no controle biológico da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis***. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 44 p.

GUEVARA, L. A. C.; WIENDL. Aspectos da biologia, em condições de campo, da broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794). **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v. 1, n. 1, p. 32-39, 1980.

GUIMARÃES, A. C. R. **Caracterização de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) submetidas a déficit hídrico**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Irrigação e Drenagem)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, 2011.

HAYWARD, K. J. A broca da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 11, p. 69-74, 1943.

KORNDÖRFER, G. H. Importância da adubação na qualidade da cana-de-açúcar. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. (Ed.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 133-142.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; VASCONCELOS, A. C. M.; XAVIER, M. A.; BIDOIA, M. A. P.; SILVA, D. N.; ANJOS, I. A.; PRADO, H.; PINTO, L. R.; SOUZA, S. C. D.; SCARPARI, M. S.; ROSA JUNIOR, V. E.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; AZANIA, C. A. M.; PERECIN, D.; ROSSETTO, R.; SILVA, M. A.; MARTINS, A. L. M.; GALLO, P. B.; KANTHACK, R. A. D.; CAVICHIOLI, J. C.; VEIGA FILHO, A. A.; MENDONÇA, J. R.; DIAS, F. L. F.; GARCIA, J. C. **Variedades de cana-de-açúcar para o Centro-Sul do Brasil: 16ª liberação do programa cana IAC (1959 – 2007)**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. 35 p. (Boletim Técnico, 201).

LEITE, R. A. **Compostos fenólicos do colmo, bainha, folha e palmito da cana de açúcar**. 2000. 123 f. Dissertação (Mestrado em ciência de alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

LISSEON, S. N.; INMAN-BAMBER, N. G.; ROBERTSON, M. J.; KEATING, B. A. The historical and future contribution of crop physiology and modeling research to sugarcane production systems. **Field Crops Research**, Australia, v. 92, p. 321-335, 2005.

LONG, W. H.; HENSLEY, S. D. Insect pests of sugar cane. **Annual Review Entomology**, USA, v. 17, p. 149-176, jan. 1972.

MACEDO, N.; MENDES, A. C.; BOTELHO, P. S. M. Susceptibility of the main commercial sugarcane varieties to the moth borer, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1974) in the Southern-Central Brazil. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR-CANE TECHNOLOGISTS CONGRESS, 16., 1977, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: ISSTC, 1977. p. 693-701.

MACEDO N.; BOTELHO, P. S. M. Controle integrado da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera, Pyralidae). **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 162, n. 2, p. 2-11, 1988.

MACEDO, N.; ARAÚJO, J. R. Efeitos da queima do canavial sobre insetos predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 79-84, mar. 2000.

MACEDO, N.; MACEDO, D. Inseticidas fisiológicos no controle da broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado, **Resumos...** Gramado: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2004. p. 372.

MACEDO, N.; LAVORENTI, N. Novo método de amostragem de intensidade de infestação da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*). **STAB**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 32-41, 2004.

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I.; ARRUDA, H. V.; CIONE, J. Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 9, p. 1323-1329, 1982.

MAKINO, J. M.; MARQUES, A. I. P.; ROSSATO JÚNIOR, J. A. S.; MADALENO, L. L.; FERNANDES, O. A. Impacto do nível de infestação da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) na qualidade da matéria-prima. **Biocombustíveis**, Jaboticabal, p. 709-712, set. 2011.

MANTELATTO, P. E. **Estudo do processo de cristalização de soluções impuras de sacarose de cana-de-açúcar por resfriamento**. 2005. 272 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)—Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. **Plano Agrícola e Pecuário 2012/2013**. Brasília, 2012. 138 p.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acesso em: 08 jul. 2013.

MARGARIDO, L. A. C.; CASTILHO, H. J. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 106, n. 2, p. 41-46, 1988.

MARQUES, M. O.; MARQUES, T. A.; TASSO JÚNIOR, L. C. **Tecnologia do Açúcar, Produção e Industrialização da Cana-de-açúcar**. Jaboticabal. Funep, 2001. 166 p.

MARQUES, M. O.; MUTTON, M. A.; AZANIA, A. A. de P. M.; JUNIOR, L. C. T.; NOGUEIRA, G. de A.; VALE, D. de W. **Tópicos em tecnologia sucroalcooleira**. Jaboticabal: Multipress, 2006. 191 p.

MAULE, R. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 295-301, abr. 2001.

MELO, A. B. P.; PARRA, J. R. P. Exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de broca da cana-de-açúcar em quatro localidades canavieiras de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 7, p. 691-695, 1988.

MONTE, A. J.; **Produtor de cana-de-açúcar**. 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2004. 64 p.

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. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: 2006. cap. 1, p. 11-19.

NAKANO, O. **Entomologia econômica**. 1. ed. Piracicaba: Livrocere LTDA, 2011, 464 p.

OLIVEIRA, R. A. DE. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no Estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Paraná, v. 5, n. 1-2, p. 87-94, 2004.

OLIVEIRA, E. C. A.; OLIVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, R. I.; COSTA, S. A.; SIMÕES NETO, D. E.; FREIRE, F. J. Rendimento de colmo e atributos tecnológicos de cultivares de cana-de-açúcar, plantadas no Nordeste, sob dois sistemas de irrigação, In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais...** Maceió, STAB, 2008. p. 756-761.

PANNUTI, L. E. R. **Incidência de *Diatraea saccharalis* Fabr., 1794 (Lepidoptera: Crambidae) e *Mahanarva fimbriolata* Stal, 1854 (Hemiptera: Cercopidae), produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da irrigação e da fertilização nitrogenada**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2012.

PINTO, A. S.; GARCIA, J. F.; OLIVEIRA, H. N. Manejo das principais pragas da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: 2006. cap. 15, p. 257-280.

PORTELA, G. L. F.; PÁDUA, L. E. M.; BRANCO, R. T. P. C.; BARBOSA, O. A.; SILVA, P. R. R. Flutuação populacional de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera – Crambidae) em cana-de-açúcar no município de União – PI. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, PE, v. 5, n. 3, p. 303-307, 2010.

PRADO, R. de M.; PANCELLI, M. A. Nutrição em soqueira e a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 25, n. 2, p. 60-63, 2006.

PROCANA. **Centro de informações sucroenergéticas**. Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br/noticia/ProCana-Brasil/43881+ProCana>>. Acesso em: 15 jul. 2013.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L.; FERREIRA, F. A. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150 p.

RIDESA. Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Curitiba: RIDESA, 2010. 136 p.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Barros & Marques Ed. Eletrônica, 2004. 302 p.

RODRIGUES, V. M. **Avaliação de variedades RB (República do Brasil) de cana-de-açúcar em relação ao ataque de pragas**. 2011. 90 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. Problemas nutricionais dos solos nas novas fronteiras canavieiras. **Idea News**, Ribeirão Preto, v. 8, n. 94, p. 78-90, 2008.

SALVATORE, A. R.; GARCIA, M. B.; ROMERO, E.; WILLINK, E. Sugar losses caused by the sugarcane borer (*Diatraea saccharalis*) in Tucumán, Argentina. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR-CANE TECHNOLOGISTS CONGRESS, 27., 2010, Veracruz. **Proceedings**...Veracruz: Hawk Media, 2010. p. 101.

SANTANA, P. B. **Desempenho agrônomo e tecnológico de variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes lâminas de irrigação no Norte de Minas Gerais**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual de Montes Claros, Jaúba, 2012.

SEGALLA, A. L.; TOKESHI, H. Variedades de cana-de-açúcar para o Brasil. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 98, n. 6, p. 34-40, 1988.

SEGATO, S. V.; PINTO, S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livroceres, 2006. 415 p.

SILVA, F. C.; CESAR, M. A. A. C.; SILVA, C. A. B. **Pequenas indústrias rurais de cana-de-açúcar: melado, rapadura e açúcar mascavo**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2003, 155 p.

SILVA, M. A.; SOARES, R. A. B.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P. Agronomic performance of sugarcane families in response to water stress. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 656-661, 2008.

SOBRAL, A. F.; CORDEIRO, D. D.; SANTOS, M. A. C. Efeito da aplicação de vinhaça em socarias de cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 98, n. 5, p. 52-58, 1981.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 63-96.

SORIANO, H. L. **Extração e eficiência na utilização de macro e micro nutrientes por variedades RB de cana-de-açúcar**. 2007. 22 f. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.

STUPIELLO, J. P.; PEXE, C. A.; MONTEIRO, H.; SILVA, L. H. Efeitos da aplicação de vinhaça como fertilizante na qualidade da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 90, n. 3, p. 41-50, 1977.

STUPIELLO, J. P. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, cap. 7, p. 761-804.

STUPIELLO, J. P. Pureza da cana e seu impacto no processamento. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 18, n. 3, p. 12, jan. 2000.

STUPIELLO, J. P. Nitrogênio qualidade da matéria prima e efeitos na fábrica. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 19, n. 4, p. 13, 2001.

STUPIELLO, J. P. A Filha da matéria prima. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 21, n. 2, p. 12, 2002.

TASSO JUNIOR, L. C. **Caracterização agrotecnológica de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região centro-norte do estado de São Paulo**. 2007. 167 f. Tese (Doutorado em Produção vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

TAUPIER, L. O. G.; RODRÍGUES, G. G. A cana-de-açúcar. In: ICIDCA. **Manual dos Derivados da Cana-de-Açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia**. Brasília: ABIPTI, 1999. cap. 2, p. 21-27.

TELLES, M. R.; SILVA NETO, H. F.; TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. Níveis de fibra e umidade em cultivares de cana-de-açúcar. **Bioenergia**, Jaboticabal, v. 2, n. 3, 2010.

TÉRAN, F. O. Natural control of *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1974) eggs in sugarcane fields of São Paulo. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS. **Resumos...** Philippines, v. 2, p. 1704-1714, 1980.

UDOP. **União dos produtores de bioenergia**. Disponível em:
<<http://www.udop.com.br/>>. Acesso em: 03 out. 2013.

UNICA. **União da Indústria de cana-de-açúcar**. Disponível em:
<<http://www.unica.com.br/mapa-da-producao/>>. Acesso em: 08 jul. 2013.

VIVEIROS, A. J. A.; COSTA, S. I. A.; BARBOSA, G. V. S.; CRUZ, M. M.; FERREIRA, J. L. C.; MISAEL, R. Resistência relativa de clone RB de cana-de-açúcar à broca *Diatraea* spp. (Lepidoptera, Crambidae). In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL – STAB, 9., São Paulo. **Anais...** São Paulo: STAB, 2008. p. 137-141.