



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**INFLUÊNCIA DA CIGARRINHA-DAS-RAÍZES (*Mahanarva fimbriolata*) E DA
ADUBAÇÃO NA QUALIDADE DO CALDO E DA CANA-DE-AÇÚCAR**

MARCOS ANTÔNIO PAVÃO

Araras

2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL

INFLUÊNCIA DA CIGARRINHA-DAS-RAÍZES (*Mahanarva fimbriolata*) E DA
ADUBAÇÃO NA QUALIDADE DO CALDO E DA CANA-DE-AÇÚCAR

MARCOS ANTÔNIO PAVÃO

ORIENTADOR: Profa. Dra. MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES

CO-ORIENTADOR: Profa. Dra. ANASTÁCIA FONTANETTI

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Agroecologia e
Desenvolvimento Rural como requisito
parcial à obtenção do título de **MESTRE**
EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

Araras

2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

P337ic

Pavão, Marcos Antônio.

Influência da cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*) e da adubação na qualidade do caldo e da cana-de-açúcar / Marcos Antônio Pavão. -- São Carlos : UFSCar, 2012.

66 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Adubação. 2. Cigarrinha (inseto). 3. Açúcar - cor. I. Título.

CDD: 631.422 (20ª)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE
MARCOS ANTÔNIO PAVÃO
APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS,
EM 20 DE SETEMBRO DE 2012.

BANCA EXAMINADORA:



PROFA. DRA. MARIA TERESA MANDES RIBEIRO BORGES
ORIENTADORA
PPGADR/UFSCar



PROF. DR. LUIZ ANTÔNIO CORRÊA MARGARIDO
PPGADR/UFSCar



PROF. DR. SIZUÔ MATSUOKA
VIGNIS

**A Deus, aos meus pais, a minha
esposa, à minha orientadora,
amigos e companheiros de todas
as horas.**

AGRADECIMENTOS

A Profa. Dra. Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges, pela orientação e que mesmo atarefada sempre se mostrou disposta a contribuir com muita dedicação e paciência para com as pessoas que trabalham junto a ela.

A Profa. Dra. Co-orientadora Anastácia Fontanetti.

Aos Profs Drs. Caetano Brugnaró, Cláudio Lopes, André Bellucco, Marta Bernardi e Luis Antônio Margarido, pela ajuda na correção de meu trabalho.

A minha família, pela confiança, apoio e motivação.

Aos professores e colegas de Curso, pois juntos trilhamos uma importante etapa de nossas vidas.

Aos técnicos e funcionários do laboratório LAST; Renato, Aparecido, Gilberto e em especial a Silvia, conhecedora de todas metodologias aplicadas neste ensaio.

A seção agrícola, setor muito importante, responsável por toda parte agrícola e manutenção do centro de ciências agrárias.

A biblioteca Setorial de Ciências Agrárias nas pessoas de Maria Helena, Fernanda e Aline.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	iii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	iv
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1. <i>A cultura da cana de açúcar</i>	7
2.2. <i>A cultura da cana-de-açúcar no Brasil</i>	8
2.3. <i>Composição do caldo da cana-de-açúcar</i>	9
2.4. <i>Qualidade da matéria prima para eficiência industrial</i>	11
2.5. <i>Compostos fenólicos promotores de cor ao caldo</i>	12
2.6. <i>Fatores bióticos e abióticos e qualidade da matéria prima para indústria</i>	13
2.6.1. <i>Aspectos agrônômicos</i>	13
2.6.2. <i>Variedades</i>	14
2.6.3. <i>Tipo de colheita e qualidade do processamento e do produto</i>	15
2.6.4. <i>Pragas e qualidade do produto</i>	18
2.6.5. <i>Nutrição da planta</i>	20
2.7. <i>Cultivo de cana-de-açúcar orgânica</i>	21
2.8. <i>Qualidade do caldo nas diferentes etapas do processamento industrial</i>	24
2.8.1. <i>Extração</i>	24
2.8.2. <i>Tratamento do caldo</i>	24
2.8.3. <i>Fabricação do açúcar</i>	28
2.8.4. <i>Armazenamento</i>	29
2.8.5. <i>Qualidade do açúcar</i>	30
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5. CONCLUSÕES.....	55
6. CONSIDERAÇÕES.....	56
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Concentração de Fenólicos em partes distintas da cana de açúcar.....	16
Tabela 2. Médias gerais dos tratamentos para as três épocas e significância das diferenças relativas aos atributos físico-químicos da cana-de-açúcar.....	39
Tabela 3. Médias das épocas para os seis tratamentos e significância das diferenças relativas a atributos físico-químicos do caldo da cana-de-açúcar.....	43
Tabela 4. Valores de Brix para tratamentos em 3 épocas e média para as épocas.....	47
Tabela 5. Valores de Pol % caldo em três épocas e média das épocas.....	47
Tabela 6. Valores de Pureza para cada época/tratamento e média das épocas.....	48
Tabela 7. Valores de Fibra % cana para épocas e tratamentos.....	48
Tabela 8. Valores de Pol % cana para tratamentos e épocas.....	49
Tabela 9. Valores de AR % cana para épocas e tratamentos.....	49
Tabela 10. Valores de ART % cana para épocas e tratamentos.....	50
Tabela 11. Valores de Fenólicos caldo para épocas e tratamentos.....	51
Tabela 12. Valores de Amido caldo para tratamentos e épocas.....	52
Tabela 13. Valores de AR % caldo para épocas e tratamentos.....	53
Tabela 14. Médias das épocas para os seis tratamentos e significância das diferenças relativas a atributos físico-químicos do caldo de cana-de-açúcar.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Adição de composto aos vasos do tratamento orgânico.....	34
Figura 2. Plantio do tratamento adubação química CCA-UFSCar julho 2010.....	34
Figura 3. Vista superior da área experimental.....	35
Figura 4. Vasos com plantas aos 30 dias, agosto de 2010, CCA-UFSCar.....	35
Figura 5. Fotos dos tratamentos aplicados no experimento.....	35
Figura 6. Quadra do campus do CCA-UFSCar com alta infestação de cigarrinha das raízes.....	36
Figura 7. Vasos dos tratamentos com cigarrinha-das-raízes (<i>mahanarva fimbriolata</i>), presença de espuma protetora das ninfas	36
Figura 8. Vasos do tratamento com cigarrinhas.....	37
Figuras 9. Vasos com a presença de cigarrinha-das-raízes (<i>mahanarva fimbriolata</i>), e sua espuma protetora junto às raízes.....	37
Figura 10. Amostras separadas e enviadas ao laboratório.....	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Influência dos compostos fenólicos sobre o item cor do açúcar.....	12
Gráfico 2. Teores de compostos fenólicos em variedades distintas.....	14
Gráfico 3. Comparação dos teores de compostos fenólicos em sistema de colheita de cana crua e cana queimada.....	17
Gráfico 4. Evolução dos teores de compostos fenólicos nos meses de agosto, setembro e outubro em duas variedades de cana.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ICUMSA - International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis

ART - Açúcares Redutores Totais

AR – Açúcares Redutores

POL – Teor de Sacarose

BRIX – Porcentagem de Sólidos Solúveis

UDOP – União dos Produtores de Bioenergia

SAEMA - Serviço de água, Esgoto e Meio Ambiente do Município de Araras.

VHP - Very High Polarization

INFLUÊNCIA DA CIGARRINHA-DAS-RAÍZES (*Mahanarva fimbriolata*) E DA ADUBAÇÃO NA QUALIDADE DO CALDO E DA CANA-DE-AÇÚCAR

Autor: MARCOS ANTÔNIO PAVÃO

Orientadora: Profa. Dra. MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES

Co-orientadora: Profa. Dra. ANASTÁCIA FONTANETTI

RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar, produto cujas especificações são de certa forma ditadas pelo mercado. Uma das características importantes para o açúcar diz respeito a sua cor. Açúcares com menor índice de cor representam maior valor agregado e são preferidos pelos compradores. Para se fabricar um açúcar cristal branco com custo baixo, necessita-se de uma matéria prima de boa qualidade. O ataque de pragas e o desequilíbrio nutricional da planta podem interferir na qualidade da matéria prima. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adubação orgânica, a falta de adubação e a infestação das raízes por cigarrinhas-das-raízes na produção de substâncias que podem comprometer a qualidade do caldo, decorrentes do sistema de defesa da planta, e que podem interferir na qualidade do mesmo. O experimento foi conduzido entre os meses de julho de 2010 a dezembro de 2011. A variedade de cana-de-açúcar RB72454 foi cultivada em vasos de 50 litros no delineamento de blocos casualizados em parcelas sub-divididas com seis tratamentos: i) adubação mineral sem cigarrinha-das-raízes; ii) adubação mineral com cigarrinha-das-raízes; iii) composto orgânico sem cigarrinha-das-raízes; iv) composto orgânico com cigarrinha-das-raízes; v) sem adubação sem cigarrinha-das-raízes e vi) sem adubação com cigarrinha-das-raízes; com 4 repetições e 3 épocas de colheita. Nas amostras foram determinados BRIX, pol cana, pol caldo, pureza, açúcares redutores (AR cana e AR caldo), fibra, açúcares redutores totais (ART), amido e fenólicos. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott a 5%. Os resultados mostraram que a infestação por cigarrinha-das-raízes em parcelas com adubação mineral e sem adubação aumentou o teor de compostos fenólicos, em comparação aos tratamentos sem a presença do inseto. As plantas de cana-de-açúcar adubadas com composto orgânico produziram caldo com menor teor de compostos fenólicos tanto na presença com na ausência do inseto. A

infestação por cigarrinha-das-raízes aparentemente ocasionou maior quantidade de amido no caldo.

PALAVRAS-CHAVE: adubação. cigarrinha-das-raízes. cor do açúcar.

INFLUENCE OF FROGHOPPER-ROOT (*Mahanarva fimbriolata*) AND NUTRITION ON THE QUALITY OF THE SUGAR CANE JUICE

Author: MARCOS ANTÔNIO PAVÃO

Advisor: Prof.. Dr. MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES

Co-supervisor: Prof.. Dr. ANASTÁCIA FONTANETTI

ABSTRACT

Brazil is the world's largest producer of sugar, a product whose specifications are somewhat dictated by the market. One of the important characteristics for sugar relates to its color. Sugars with less color index represent greater value and are preferred by buyers. Manufacturing a white crystal sugar with low cost need is a good quality raw material. The attack of pests and plant nutritional imbalance can interfere with the quality of raw material. The aim of this study was to evaluate the influence of organic fertilization, lack of fertilizer and root infestation by froghoppers in the production of substances that may compromise the quality of the broth, as result of in the defense system of the plant, with can interfere in the quality of juice. The experiment was conducted between the months of July 2010 to December 2011. A variety RB72454 was grown in pots of 50 liters in a randomized block design in split-split with six treatments: i) mineral fertilizer without froghopper ii) mineral fertilizer plus froghopper iii) organic compound without froghopper iv) organic compound froghopper v) without fertilization without froghopper and vi) no fertilization with froghopper; all treatments had four replicates and three harvest seasons. The samples were determined for BRIX, cane pol, pol juice, purity, reductor sugars (cane AR and AR juice), fiber, total reducing sugars (ART), starch, and phenolics. Data were subjected to analysis of variance and the test of Scott-Knott 5%. The results showed that the infestation of froghopper-roots in plots with mineral fertilizer and without fertilizer increased the content of phenolic compounds, compared to treatments without the presence of the insect. Plants from cane sugar fertilized with organic compost produced broth with lower content of phenolic compounds in presence with the absence of the insect. The infestation of leafhopper-roots apparently caused greater amount of starch in the broth.

KEYWORDS: fertilization. froghopper-of-roots. colored sugar.

1. INTRODUÇÃO

O açúcar é uma *commodity* que pode ser extraído tecnicamente da cana-de-açúcar em grande escala. Ele é um dos produtos alimentícios que se configurou como alimento comum à dieta dos habitantes de todos os países. Não se têm dúvidas quanto à importância econômica da cana-de-açúcar para o país (DELGADO e CESAR, 1990).

Além dos benefícios econômicos a cultura promove benefícios sociais, pois seu cultivo de forma orgânica é alternativa viável para agricultura familiar, quando integrada em sistemas diversificados e sustentáveis. Dessa forma o agricultor familiar pode tanto aumentar sua renda com a fabricação artesanal, individualmente ou em formas de cooperação, dos sub-produtos da cana-de-açúcar. Seja na produção de açúcar mascavo, como também na produção de rapadura e de cachaça, sendo essa última com uma demanda crescente (DESER, 2006).

A previsão de esmagamento de cana no Brasil para a produção de açúcar na safra 2012/2013 é de cerca de 300 milhões de toneladas, correspondendo à cerca de 50 % da previsão de moagem que é de 602,2 milhões de toneladas, sendo os outros 50 % para etanol. Na região Centro-Sul, maior produtora, a destinação de cana para a produção de açúcar prevista foi de 49,0%. A produção total de açúcar está estimada em 38,85 milhões de toneladas, que equivalem a 777,0 milhões de sacas de 50 kg (CONAB, 2012).

A qualidade do açúcar depende da composição do caldo. Este pode apresentar variação devido a vários fatores como a variedade, idade e fitossanidade da cana, condições climáticas, tratamentos culturais, condições do solo, tempo de colheita até o processamento (MAFRA, 2004).

Além dos açúcares que interessam para o processo de produção, tanto de açúcar como de álcool, o caldo possui outros compostos orgânicos denominados comumente de não açúcares que, dentre os diversos problemas de qualidade, podem causar o escurecimento do açúcar. Isto se faz necessário o aumento do uso de insumos para a clarificação, visando a obtenção de açúcar com menor cor e conseqüentemente maior valor comercial. Dentre estes compostos que acompanham a cana estão as substâncias

promotoras de cor, principalmente os polifenóis. Os compostos fenólicos são naturais dos vegetais e fazem parte de seu sistema de proteção; dependendo de sua concentração pode deixar o açúcar com coloração que vai desde o amarelo claro até marrom. O teor de compostos fenólicos no caldo pode variar em função de vários fatores, principalmente variedades com altos valores, introdução de partes da planta com maiores teores de folhas e pontas e sistemas mais eficientes de extração que além de extraírem mais açúcares extraem também outras substâncias indesejáveis. A cor do açúcar é resultante da presença não só de polifenóis, mas de produtos da reação de aminoácidos com açúcares redutores catalizadas por componentes da própria usina como o ferro que é incorporado ao caldo por processos corrosivos. A deterioração térmica da sacarose pode também gerar cor por caramelização. A reação dos compostos fenólicos e as reações catalizadas pelo ferro são bastante conhecidas e podem ocorrer em todas as etapas da fabricação, sendo inclusive responsáveis pelo amarelamento do produto na armazenagem. Segundo Lopes (2008), os fenólicos, como precursores da cor do açúcar, respondem por 60 a 75% desse problema de qualidade e são conhecidos 21 diferentes compostos fenólicos presentes na cana. Segundo o mesmo autor, para se evitar a presença das substâncias responsáveis pela coloração no açúcar branco é preciso evitar fatores como: uso de canas doentes, uso de canas velhas ou que sofreram estresse, pois estas matérias primas apresentam alto teor de polifenóis (LOPES, 2008).

Além da variedade mais suscetível, o teor desses compostos na matéria-prima ocorre em função do grau de maturação, tipo de solo, tipo de colheita, e tempo entre corte e moagem, etc. (LOPES, 2008; REIN, 2012). No entanto a literatura é pobre em trabalhos que demonstrem estas influências.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é originária da Nova-Guiné e foi levada para o sul da Ásia. A partir de então os árabes propagaram a cultura pela África e Europa. Típica de climas tropicais e subtropicais, a planta não se adaptou às condições climáticas da Europa. No Século XIV, continuou a ser importada do Oriente, embora tivesse se propagado, em escala modesta, por toda a região mediterrânea. Em seguida surgiram lavouras de cana-de-açúcar nas ilhas da Madeira, implantadas pelos portugueses, e nas Canárias, graças aos espanhóis. Foi, contudo, a América que proporcionou excelentes condições para o desenvolvimento da cana-de-açúcar. Em 1493, em sua viagem às Américas, Colombo levou as primeiras mudas para São Domingos, de onde as lavouras se estenderam a Cuba e outras ilhas do Caribe. Em seguida a cana-de-açúcar chegou às Américas Central e do Sul através de outros navegantes (SEGATO et al., 2006).

No século XX, até o início da década de 70, o setor açucareiro passou por várias crises. Em 1975, com o objetivo de incrementar a produção de álcool, com vistas à substituição dos derivados de petróleo, época na qual o País importava cerca de 80% de sua necessidade diária de petróleo, foi criado o maior programa bioenergético do mundo, o PROÁLCOOL. Dentro deste novo contexto, o Instituto do Açúcar e Álcool (IAA), começou a realizar através do PLANALSUCAR – Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar, uma política de desenvolvimento técnico-científico para permitir um melhor rendimento agrícola (SAKANE, 2006).

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma planta C₄ e apresenta como característica uma das maiores razões fotossintéticas encontradas nas culturas agrícolas (COCK, 2003). Esta planta acumula sacarose nos colmos e encontra-se amplamente distribuída entre os países tropicais e sub tropicais, ocupando 1% de área entre as 18 maiores culturas (LEFF et al., 2004).

A cana-de-açúcar inicialmente era apenas considerada uma planta ornamental. Devido à sua doçura, a planta passou a ser utilizada em forma de caldo, garapa, depois como açúcar e aguardente. É matéria-prima para muitos produtos como, por exemplo, cachaça, rapadura, plástico, obtenção de energia, entre outros (CASSOL, 2006).

A cana-de-açúcar como é comumente conhecida é um híbrido interespecífico de espécies do gênero *Saccharum*, que da Ásia se disseminou ao longo dos séculos para várias ilhas do sul do Oceano Pacífico, Arquipélago da Malásia, Indochina, sendo cultivada como planta para a produção de açúcar na Índia tropical. Por meios das técnicas usadas ao longo dos anos pelos persas para fabricação de açúcares, ficaram estabelecidas as chamadas rotas do açúcar entre asiáticos e africanos (LANDELL et al., 2006).

A origem de seu nome está relacionada com o fato dar origem ao açúcar. A sacarose se acumula no colmo somente quando a produção de açúcares nas folhas da planta ultrapassa o consumo energético. Esta concentração é afetada por diversos fatores como temperatura, umidade e outros. Em condições de limitação das condições de desenvolvimento vegetativo da planta a quantidade de sacarose armazenada cresce e a cana-de-açúcar entra em maturação (ALEXANDER, 1973; HUMBRET, 1974; TRENTO FILHO, 2008).

2.2. A cultura da cana-de açúcar no Brasil

Historicamente a cana-de-açúcar é um dos principais produtos agrícolas do Brasil. É cultivada desde a época da colonização, pois o país tem condições favoráveis para o seu cultivo, ou seja, apresenta duas estações distintas, uma quente e úmida, para provocar a germinação, perfilhamento e desenvolvimento vegetativo, seguida por uma outra fria e seca, para promover a maturação e conseqüente acúmulo de sacarose nos colmos. Por este motivo, o Brasil é um país de grande potencial para elaboração de produtos derivados da cana-de-açúcar (LANDELL et al., 2006).

Em 1493, Cristóvão Colombo, em sua segunda expedição, introduziu essa cultura nas Américas, notadamente na Região das Antilhas e em Santo Domingo, de onde se irradiou para Cuba, México e Peru. Em 1532, Martim Afonso de Souza introduziu no Brasil as primeiras mudas de cana-de-açúcar provenientes da Ilha da Madeira, impulsionando a formação dos primeiros engenhos açucareiros no Brasil (LANDELL et al., 2006).

A lavoura de cana-de-açúcar continua em expansão no Brasil. As áreas em produção continuam com progressivo aumento nos Estados de: Mato Grosso do Sul 12,5%, Goiás 7,9%, Espírito Santo 7,35%, Bahia 5,3%, Mato Grosso 5,5%, e Minas Gerais (3,5%). Já para as regiões Norte e Nordeste foi previsto para esta safra, 2012/2013, a redução de 1,2% na área ocupada com a cana, ou seja, 14.100 hectares a menos que na safra anterior, portanto, pouco significativo. Em todo o Brasil a área cultivada com cana-de-açúcar que será colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2012/13 está estimada em 8.567,2 mil hectares, distribuídos em todos estados produtores conforme suas características. O estado de São Paulo é o maior produtor com 51,66% (4.426,45 mil hectares), seguido por Minas Gerais com 8,97% (768,64 mil hectares), Goiás com 8,54% (732,02 mil hectares), Paraná com 7,17% (614,01 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 6,31% (540,97 mil hectares), Alagoas com 5,35% (458,09 mil hectares) e Pernambuco com 3,48% (298,39 mil hectares). Nos demais estados produtores as áreas são menores, com representações abaixo de 3% (CONAB, 2012).

A previsão do total de cana moída na safra 2012/13 é de 602,2 milhões de toneladas, com aumento de 5,4% em relação à safra 2011/12, que foi de 571,4 milhões de toneladas, significando que a quantidade que será moída deve ser 30,7 milhões de toneladas a mais que a moagem da safra anterior. A produção de cana da região Centro-Sul deve ser de 532,0 milhões de toneladas, 6,1% maior que a produção da safra anterior (CONAB, 2012).

2.3. Composição do caldo de cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é constituída de uma parte dura, composta pela casca e nós, que representa aproximadamente 25% do peso da cana, dentro desta parte temos 15% do líquido total. Possui também uma parte mole, que representa os outros 75% do peso, é representado pela medula, onde se encontra 85% do líquido total (DELGADO, 1975b). É constituída por 8% a 14% de fibras e 86% a 92% de caldo.

O caldo de cana é constituído basicamente por água (75-82%) e sólidos totais dissolvidos (18- 25%). Dentre os sólidos totais dissolvidos tem-se os açúcares, tais como sacarose (14,5-23,5%), glicose (0,2 – 1,0%) e frutose (traços - 0,5 %), e os não-açúcares orgânicos (0,8-1,5%) e inorgânicos (0,2-0,7) (DELGADO, 1975b). Os não açúcares orgânicos são: matéria nitrogenada (proteínas, amidas, aminoácidos), gorduras e ceras, pectina, ácidos, matérias corantes (clorofila, antocianina e sacaretina); os inorgânicos são os minerais como sílica e K (principalmente) além de P, Ca, Na, Mg, S, Fe, Al e Cl (DELGADO, 1975b).

De modo geral o caldo é caracterizado como um líquido opaco, viscoso, de cor parda ao verde escuro, cuja composição varia dentro de largos limites de acordo com a variedade, idade e sanidade da cana, meio ambiente (solo e condições climáticas tais como temperatura e precipitação pluviométrica), manejo agrícola (preparo de solo, adubação, colheita, transporte e armazenamento da cana), florescimento, pragas e doenças (DELGADO, 1975b; YOKOYA, 1995). Trata-se de um sistema coloidal muito complexo, no qual o meio de dispersão é a água. As partículas dispersas podem ser grosseiras (bagacilho, areia, terra, gravetos); coloidais (cera, gordura, proteínas, gomas, corantes, dextranas, amido); e moleculares ou iônicas (açúcares, sais minerais, ácidos orgânicos) (COPERSUCAR, 1994).

Neste sistema alguns constituintes como os açúcares, as amidas e os aminoácidos, estão em dispersão molecular de difícil separação; os ácidos orgânicos e

os sais minerais apresentam-se dissociados; as matérias corantes, sílica, gomas, pectinas, proteínas e partículas de cera estão em estado de dispersão coloidal. Também pode-se encontrar em suspensão, partículas de bagaço e outras impurezas (LEME Jr. e BORGES, 1965; BAYMA, 1974; DELGADO e CESAR, 1977; COPERSUCAR, 1994).

O caldo de cana-de-açúcar contém, em média 200-600 ppm de nitrogênio, do qual cerca de 60% está presente como amônia e amino-compostos. Estes constituintes amino compostos são encontrados no caldo principalmente na forma de aminoácidos (asparagina e glutamina), (30,5 % do total de N) e amidas (24,1 % do total de N) e dentre as proteínas, compostos poliméricos de alta massa molecular constituídos de aminoácidos, destacam-se: albumina (9,5% de N), nucleínas (6,3 % de N), amônia (6,2 % de N) e albuminoses (5,3 % de N) (DELGADO, 1975b; HONIG, 1973; SHARMA e JOHARY, 1984).

Do ponto de vista tecnológico, a presença dos compostos nitrogenados, exerce influência na clarificação, na formação de compostos coloridos, na centrifugação, na formação do cristal e na quantidade de açúcar recuperável (Mantelatto, 2005, citado por HAMERSK, 2009).

As proteínas do caldo de cana apresentam diferentes pontos isoelétricos e, sendo assim, algumas são removidas durante a clarificação, enquanto outras permanecem ao longo do processo de fabricação do açúcar. Os aminoácidos, produzidos durante o processamento e aqueles originados da própria cana-de-açúcar, não são removidos durante a clarificação e combinam-se com os açúcares redutores para formar compostos coloridos (reação de *Maillard*) (Doherty e Rackemann, 2008, citados por HAMERSK, 2009).

As gomas existentes no caldo são polímeros de açúcares como a glicose, arabinose, xilose, galactose, manose e ramosa, com predominância da glicose que gera o amido; há também pentosanas, que estão presentes no caldo na faixa de 0,05% do total destes constituintes. A dextrana também entra no grupo das gomas, sendo produzida de forma exógena pela bactéria *Leuconostoc mesenteroides*, que também utiliza a glicose na geração desta goma (HONIG, 1973; REIN, 2012; LARRAHONDO, 1995).

A cana é uma gramínea que absorve pouca substância mineral do solo, fato que pode ser observado pelo conteúdo total de cinzas. Os constituintes inorgânicos são a água e os elementos nela dissolvidos, sendo que, a sílica (0,351%) e o potássio (0,158%) são os minerais mais abundantes no caldo, além do fósforo (0,098%), cálcio (0,018%) e magnésio (0,014%) presentes em menores proporções (BAYMA, 1974).

2.4. Qualidade da matéria-prima e eficiência industrial

Antes, a qualidade da cana-de-açúcar era determinada exclusivamente pela pol (sacarose aparente). Atualmente, há uma definição mais completa, que engloba as características físico-químicas e microbiológicas dessa matéria-prima, que podem afetar significativamente a recuperação deste açúcar na fábrica e a qualidade do produto final.

Dois tipos de fatores afetam a qualidade da matéria-prima destinada à indústria: fatores intrínsecos, aqueles relacionados à composição da cana (teor de sacarose, açúcares redutores, fibras, compostos fenólicos, amido, ácido aconítico e minerais), sendo estes afetados de acordo com a variedade da cana, variações de clima (temperatura, umidade relativa do ar, chuva), solo e tratos culturais; fatores extrínsecos, aqueles relacionados a materiais estranhos ao colmo (terra, pedra, restos de cultura, plantas invasoras) ou compostos produzidos por microrganismos devido à sua ação sobre os açúcares do colmo. Para avaliar corretamente a qualidade da matéria-prima é preciso considerar dois aspectos: a riqueza da cana em açúcares e o potencial de recuperação dos açúcares da cana. Desta forma, existe uma série de indicadores que permitem avaliar tanto a riqueza como a qualidade da cana para a recuperação dos açúcares (EMBRAPA, 2012).

Nos últimos anos, pesquisas sobre a qualidade da matéria-prima e trabalhos em parceria com usinas e destilarias possibilitaram a descoberta de novos indicadores. A partir das análises de correlação e regressão destes indicadores, tem sido possível dimensionar o impacto da qualidade da matéria-prima sobre o rendimento industrial, sobre as perdas, uso de insumos e qualidade do açúcar produzido. Baseadas em números, as usinas podem fixar metas e tomar decisões em busca da melhoria dos

resultados tanto para a área agrícola como para a industrial. Sem indicadores e números que orientem ambas, não é possível esperar ganhos reais em desempenho, rendimento e qualidade. Se o objetivo é obter desempenhos elevados e produtos de qualidade estas duas áreas precisam interagir, diuturnamente (HAMERSK, 2009).

2.5. Compostos fenólicos promotores de cor ao caldo

Além dos aminoácidos, açúcares redutores e de todos os outros compostos promotores de cor ao caldo, os principais são os compostos fenólicos. Tais compostos são responsáveis pela pigmentação das folhas e flores e são bastante reativos, facilmente oxidados, formadores de complexos coloridos; os ácidos polifenólicos comumente conhecidos são ácido benzóico ou cinâmicos (LARRAHONDO, 1995). O autor acrescenta que os teores de compostos fenólicos variam conforme manejo da cultura, maturação, variedade, dentre outros. Alguns compostos fenólicos são incolores dentro da planta, mas quando se oxidam reagem com as amins produzindo substâncias coloridas (CLARKE et al. 1986) A quantidade de compostos fenólicos influencia na cor do açúcar como mostra o gráfico a seguir.

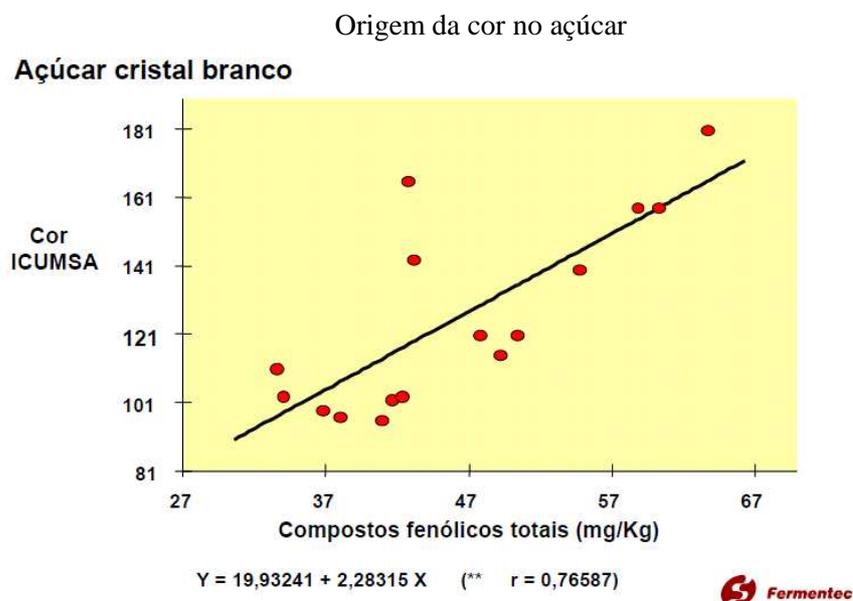


Gráfico 1: Influência dos compostos fenólicos sobre o item cor do açúcar.
Fonte: (Godoy, 2009)

Os compostos fenólicos constituem um grupo de metabólitos secundários que exercem papel importante nas plantas, como a proteção contra estresses ambientais (HAHLBROCK e SCHEEL, 1989). Em insetos-praga, esses compostos podem atuar como inibidores digestivos ou produtores de radicais livres (APPEL, 1993).

Segundo Lopes (2008) para se eliminar o efeito dos fenólicos no tratamento do caldo utiliza-se a sulfitação, ou intensifica-se o uso do leite de cal na caleagem e de P_2O_5 com a aplicação adicional de ácido fosfórico. Esses procedimentos podem eliminar até mais da metade dos fenólicos presentes no caldo de cana, caso seja realizada de forma adequada. A aplicação de fontes adicionais de fosfatos na cana até um nível de 400 a 450 ppm apresenta uma elevada retirada de fenólicos do caldo.

A reação dos fenólicos com o ferro pode ser inibida pela ação do sulfito (SO_2), um agente clarificante. No entanto, essa prática na indústria vai contra os princípios da produção de alimentos orgânicos. Outra alternativa é a inativação das enzimas fenoloxidasas provocada pelas altas temperaturas (acima de $80^\circ C$) (LOPES, 2008).

2.6. Fatores bióticos e abióticos e qualidade da matéria-prima para a indústria

2.6.1. Aspectos agronômicos

Inúmeros fatores podem influenciar o teor de compostos promotores de cor presentes na cana; dentre eles se tem os compostos fenólicos, principalmente os relacionados ao estresse. A configuração de estresse pode ser ocasionada por vários fatores, valendo ressaltar que não apenas o teor de compostos fenólicos é influenciado pelo manejo da cultura, mas o teor de vários outros compostos apresentam correlação com o sistema de cultivo e cultivar utilizada.

De acordo com Oliveira et al. (2007) a produção industrial de grandes volumes de açúcar a partir de uma matéria-prima extremamente variável (são cultivadas no Brasil mais de 50 variedades comerciais), plantada em solos de composição múltipla (identificadas mais de 20 diferentes texturas de solo, desde latossolo roxo estruturado

até uma areia quartzosa), insuficiente e/ou inadequado controle de processo de produção, falta de capacitação técnica da mão-de-obra disponível, dentre outros, são fatores que contribuem para a dificuldade de se ter um produto único que atenda às exigências dos diferentes segmentos da indústria alimentícia.

2.6.2. Variedade

Ensaio mostraram a diferença no teor de fenólicos entre variedades (SIMIONI, 2006). Visando reduzir tal inconveniente, Simioni recomendou um melhor conhecimento varietal e controle de pragas. O gráfico 3 mostra diferentes teores de compostos fenólicos e variedades de cana do grupo Cosan, em setembro de 2002.

Variedade dentro de cada colheita

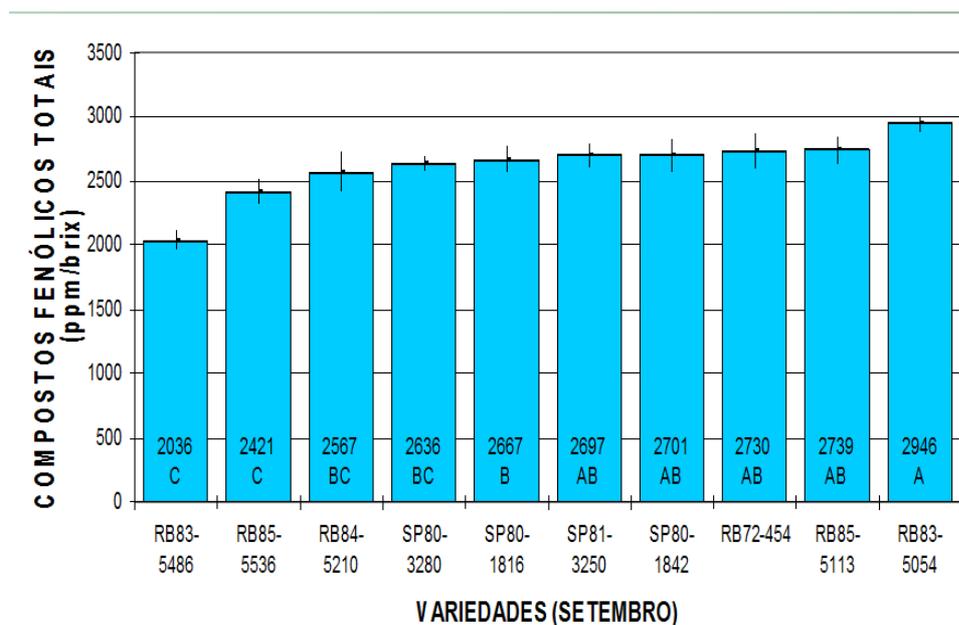


Gráfico 2: Teores de compostos fenólicos em variedades distintas.

Fonte: (Simioni, 2006)

Nutt, et. al. 2004, demonstraram que há diferenças nos teores e nos tipos de compostos fenólicos em genótipos de cana-de-açúcar resistentes e suscetíveis a um coleóptero-praga de raízes. Esses mesmos autores em outros ensaios demonstraram que as variedades SP80-1816 e RB72454 acumularam fenóis nas raízes quando atacadas

por ninfas de *M. fimbriolata*; por serem suscetíveis, é possível que o próprio dano causado pela praga tenha sido responsável pela produção de fenóis das raízes.

Durante a morte celular, o conteúdo do vacúolo, rico em compostos fenólicos e proteinases, é liberado. À medida que as proteínas se desdobram em outras proteínas, são liberados aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano), os quais têm peso sobre o teor de fenóis (BUCHANAN, et al. 2000).

2.6.3. Tipo de colheita e qualidade do processamento e do produto

O país apresenta a região Centro-Sul como principal produtora de matéria-prima para a indústria sucroalcooleira, sendo o Estado de São Paulo representante de 59% da produção nacional. Neste Estado, mudanças profundas de âmbito tecnológico e social se intensificaram nos últimos anos procurando adaptação às demandas de produção com alta produtividade, competitividade e respeito ao meio ambiente (ALMEIDA, et al., 2004).

A mudança do sistema de colheita da cana “queimada” para a cana “crua” (colheita sem utilização prévia de fogo para eliminação da palhada) não ocorreu somente no Brasil, mas também na maioria dos países produtores (Austrália, Colômbia, Maurícius, EUA e África do Sul). As modificações foram incentivadas, em alguns casos (Brasil e Colômbia) através da pressão da sociedade e governo para reduções do impacto dos resíduos da queima na qualidade do ar (KINGSTON et al., 2005) e em outros por questões agrônômicas e sócio-econômicas (MEYER et al., 2005).

Diversos trabalhos sobre a colheita de cana no Brasil avaliaram a quantidade de folhas presentes nos carregamentos. Em colheita mecânica de cana queimada são relatados valores de 0,4 a 2,2% para folhas verdes e secas (FURLANI et al., 1980). A colheita mecânica de cana crua em toletes apresentou teor de folhas de 1,6 a 4,1%, de acordo com Tambosco et al. (1977); esses mesmos autores quantificaram as folhas como representando de 1,8 a 2,4% em cana crua e 1,1 a 1,4% em cana queimada, para

colheita manual com carregamento mecânico. Stupiello e Fernandes (1984) avaliaram que as folhas representam 1,5% em relação à carga de cana, em média.

Compostos que conferem cor ao caldo estão presentes em maior concentração em determinadas partes da planta, sendo a quantidade que chega na indústria é influenciada por operações como o tipo de colheita. Segundo Simioni (2006) a concentração de fenólicos varia nas partes distintas da planta, como se pode observar na Tabela 1 apresentada pela autora.

Teores de fenóis na cana

Amostras	ppm / peso úmido		
	Média	Máx.	Mín
Folha	2.600 a	3.488	1.996
Palmito	939 b	1.153	794
Colmo	546 c	574	514

Não há diferença significativa entre as médias com letras iguais ($\alpha = 0,01$)



Tabela 1: Concentração de fenólicos em partes distintas da cana-de-açúcar.

Fonte: (Godoy, 2009)

As folhas são as principais responsáveis pela adição de fenólicos ao processo industrial, despertando uma maior atenção à colheita, já que esta operação quando ocorre com colhedora mecânica introduz mais folhas na indústria (SIMIONI, 2006).

Este último fato pode ajudar a entender os elevados valores médios de cor ICUMSA encontrado nas parcelas com a presença de partes verdes no colmo (31.087) em comparação àqueles obtidos por Godshall (1999) com colmos limpos (6.280) e com caldo oriundo de folhas e palmito (77.660).

Irvin e Doyle (1989) avaliaram o efeito de 6% de folhas verdes. Observaram que a pol no caldo foi reduzida em 0,71 unidades, os açúcares redutores do caldo

aumentaram em 0,05 unidades, a pureza do caldo foi reduzida em 1,2 unidades, a cor do caldo misto aumentou 25,5% e a porcentagem de fibra da cana aumentou em 2,49 unidades. Os caldos clarificados mostraram cor 26,5% mais elevada do que o controle.

O Gráfico 3, produzido por Simioni (2006) demonstra a influência de partes verdes da planta sobre a quantidade de compostos fenólicos que chegam à indústria: foram retiradas 11 amostras em três usinas distintas e o caldo extraído por prensa hidráulica. Comparou-se o caldo proveniente de colheita de cana queimada, e de cana crua.

Compostos fenólicos totais cana inteira queimada e picada crua

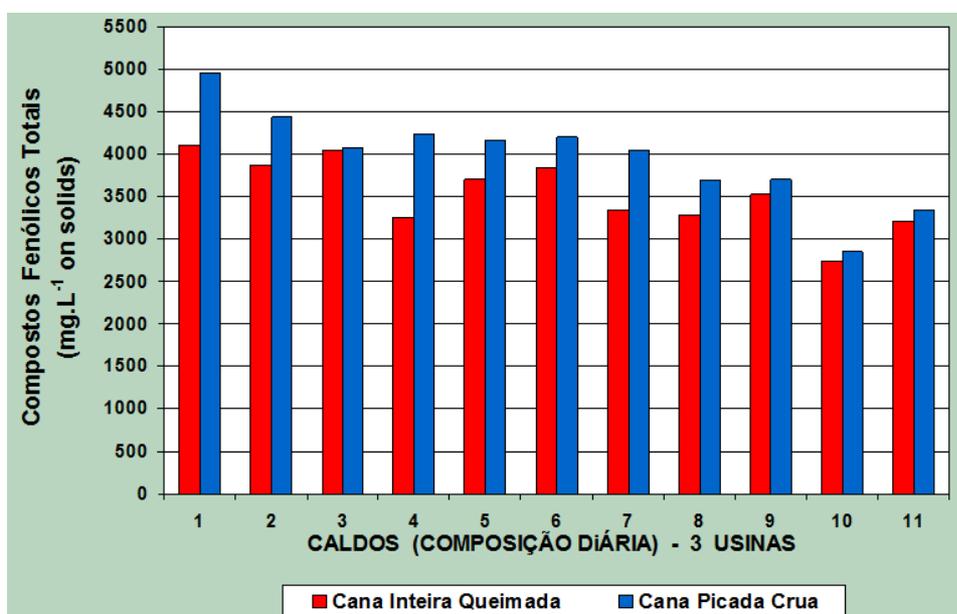


Gráfico 3: Comparação de teores de compostos fenólicos em canas colhidas crua e queimada.
Fonte: (Simioni, 2006)

Quanto ao teor de glicose e frutose, a introdução destes açúcares no processamento pode ser por quebra da sacarose ou por introdução de partes da cana com altos teores como, folhas verdes e ponta da cana, atualmente um problema em evidência devido à colheita de cana crua: quando se aumenta a concentração de glicose e frutose no caldo primário aumenta-se também a cor do caldo e do açúcar VHP (GODOY, 2009). Este autor demonstra ainda que quando adicionado 1,0% / Brix de glicose + frutose ao caldo primário, ocorre um acréscimo de 557 unidades de cor no

caldo clarificado e 68 unidades no açúcar VHP. A alta concentração de açúcares redutores diminui a taxa de recuperação de açúcar nas usinas aumentando as perdas indeterminadas.

A dextrana incorpora cor ao cristal por três mecanismos: cristalização junto à sacarose, absorção junto à superfície do cristal ou aprisionamento no líquido incorporado ao cristal, causado por descontrole na operação de cristalização. Esse fator demonstra a importância no controle da contaminação no processo (GODOY, 2009).

Estudos conduzidos por Bovi e Serra (2001) sobre o efeito de folha verde, folha seca e fibra do colmo, mostraram que a presença de folhas verdes reduz o Brix, pol e pureza do caldo, e eleva os açúcares redutores e cinzas. Tais autores observaram também um aumento de 0,73% na cor do caldo e 3,76% no volume de lodo decantado para cada 1% de folhas verdes presentes na cana. A adição de folha seca mostrou não alterar a qualidade do caldo com relação ao Brix, pol, pureza, açúcares redutores e cinzas. A folha seca provocou aumento na cor do caldo clarificado de 1,89%, e de 8,78% no volume do lodo, para cada 1% de folha seca presente na cana. Considerando as quantidades de folhas verdes e secas em carregamentos de cana, apenas os efeitos sobre o volume de lodo podem assumir maior importância prática e especialmente em relação à folha seca, apesar de não ter sido detectada a extração de componentes em extrato preparado com folhas secas.

2.6.4. Pragas e qualidade do produto

Estudos mostram que a cana crua traz inúmeros benefícios econômicos e ambientais, tais como menor custo no cultivo, melhoria da absorção de água e conservação do solo, assim contribuindo para aumento da produtividade (KINGSTON et al., 2005). A palha remanescente da colheita permanece no ambiente por um longo período e vai se acumulando ao longo dos cortes, já que o processo de decomposição é relativamente lento (STINGEL, 2005). A presença do material vegetal favorece o desenvolvimento de algumas pragas e plantas daninhas. Na África do Sul houve aumento da broca *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) nas áreas de cana crua, enquanto que na Argentina *Pseudaletia unipuncta* (Haworth) (Lepidoptera: Noctuidae) tornou-se uma das mais importantes pragas na cana crua (MEYER et. al.

2005). Na Austrália e em Maurícius houve proliferação da lagarta militar (*Mythimna* spp.) que causaram danos severos na emergência das brotações em algumas safras (KINGSTON et al., 2005).

Cigarrinhas são insetos hemimetábolos pertencentes à ordem Hemíptera e família Cercopidae, que sugam seiva das partes aéreas e raízes das plantas. A distribuição desses insetos ocorre desde o sul dos Estados Unidos até o norte da Argentina, do nível do mar até aproximadamente 3.000 m de altitude, apresentando grande diversidade taxonômica (HOLMANN e PECK, 2002). Sua presença já foi constatada em diversas espécies de gramíneas como: cana-de-açúcar (FEWKES, 1969), arroz (ROSSETO et al., 1978), milho (CRUZ et al., 2009) e pastagens (BARRETO et al., 2009).

Segundo Dinardo-Miranda (2003) o dano decorrente do ataque da cigarrinha das raízes (*M. fimbriolata*) ocorre devido à injúria causada pelas ninfas, que sugam as radículas, retirando nutrientes dos vasos, provocando desnutrição e desidratação da planta.

Por outro lado, podem ocorrer perdas indiretas, como a redução do teor de sacarose em função da utilização desses metabólitos para a síntese de compostos de defesa do vegetal contra o inseto, como a biossíntese de compostos fenólicos (BUCHANAN et al., 2000; TAIZ e ZEIGER, 2004; SILVA et al., 2005). O aumento da concentração desses compostos no caldo é um fator associado ao escurecimento do cristal de açúcar produzido (SIMIONI et al., 2006). O processo de clarificação na produção de açúcar pode não remover o excesso de compostos fenólicos. Estes podem reagir com o ferro (Fe) (GODSHALL, 1999), ou se oxidarem, através da ação da enzima polifenoloxidase (PPO), formando quinonas que se ligam a outros compostos celulares como proteínas e amido (VICKERS et al., 2005). Essas substâncias podem ficar ocluídas no momento de formação do cristal de açúcar, aumentando a intensidade da cor do cristal, o que influencia negativamente na qualidade final do produto. Cabe destacar ainda que o aumento da concentração de compostos fenólicos no processo de produção de álcool diminui a viabilidade e o brotamento de leveduras, interferindo na

capacidade fermentativa e, conseqüentemente, na produção e qualidade do etanol (RAVANELI, 2005).

Ensaio demonstraram que houve diferença significativa para a cor no controle químico da cigarrinha com thiamethoxam. Observou-se aumento de coloração nas parcelas onde foi aplicado o inseticida; entretanto, a diferença não foi significativa pelo Teste de Tukey a 5%. O aumento da coloração pode estar associado ao atraso de maturação provocado pelo inseticida que interfere na concentração de ácidos totais presentes (GODSHALL, 1999), clorofilas, carotenóides e xantofilas (MERSAD, 2003), sendo os pigmentos removidos pelo processo de clarificação. Honig (1969) destaca que, em condições alcalinas, as hexoses formam diversos ácidos orgânicos (acético, fórmico, láctico, sacarínico, dihidroxibutírico, glúcido e lactonas), que dão origem a substâncias coloridas como as huminas. Esses polímeros insaturados formados, de elevada massa molecular, podem dar origem ao escurecimento amarelado no caldo (MERSAD, 2003).

Ravaneli (2005), verificou aumento dos compostos fenólicos no caldo da variedade SP80-1816 à medida que se aumentou o nível de infestação inicial e que no processo de obtenção de álcool, esses compostos alteraram negativamente a viabilidade e brotamento de leveduras. Sabe-se que as variedades produzem diferentes teores de fenóis (SILVA, 2005) e que a resposta de defesa da planta ao estresse provocado pelo ataque de pragas pode ocorrer por diversas vias no metabolismo secundário, além da síntese de compostos fenólicos (TAIZ e ZEIGER, 2004). Ainda, os compostos fenólicos produzidos no momento de ataque da cigarrinha-das-raízes podem ser degradados ao longo do tempo, no metabolismo da planta (SILVA, 2005), ou mesmo na colheita e na extração do caldo (QUDSIEH, 2002).

2.6.5. Nutrição da planta

É bastante significativa a importância de alguns nutrientes, macro e micro, presentes na planta em relação ao processamento industrial visando um produto final com maior qualidade, menor custo e boa aparência para comercialização; alguns atuam como precursores de reações de escurecimento, como já foi dito, e outros aceleram os processos de limpeza. O fósforo promove a purificação do caldo no processo de clarificação, diminuindo a taxa de formação de cor, recomendando-se 300/350 ppm de

P₂O₅ para uma boa clarificação. Se o fósforo estiver em excesso (600 a 800 ppm) ele gera grande volume de lodo e formação de flocos de sedimentação lenta, prejudicando a limpeza e aumentando a possibilidade de formação de incrustações. Experimentos demonstraram que o acréscimo de 100 ppm de P₂O₅ no caldo diminuiu 1.856 unidades de cor (UI) no caldo clarificado, e 324 unidades em açúcar VHP (GODOY, 2009).

Outros nutrientes como silício, ferro e alumínio, também podem prejudicar a decantação de impurezas no processo de clarificação. A concentração desses, pode variar em função da idade da cana, variedade e condições ambientais. O ferro atua como catalisador de reações de formação de cor; esse nutriente oxida os compostos polifenólicos e destrói glicose e frutose por alcalinidade. Experimentos mostram a concentração de 545 mg/L de Fe₂O₃ no caldo apresentou cor 12.450 UI (ICUMSA). Em relação ao magnésio, esse tem papel importante como Mg (OH)₂ em atrair partículas coloidais negativas, promovendo maior rapidez na precipitação de sais; ensaios demonstraram que à medida que se aumenta a concentração de Mg solúvel no caldo a cor diminuiu proporcionalmente, tanto do caldo clarificado como do açúcar VHP (GODOY, 2009).

As carências minerais de forma geral são minimizadas por meio de fertilizantes químicos. Por outro lado, o uso de matéria-orgânica privilegia as propriedades físicas e biológicas do solo (FIEMG, 1999).

Pouco ainda se sabe sobre os efeitos dos adubos orgânicos no comportamento da cultura da cana-de-açúcar, autores declaram que nas regiões tropicais estas pesquisas ainda são escassas (CRUSCIOL et al., 2005; LIMA, 2005; ANJOS et al., 2007).

2.7. Cultivo de cana-de-açúcar orgânica

O sistema de cultivo orgânico da cana-de-açúcar envolve a aplicação de técnicas alternativas de cultivo, como a adubação orgânica, uso de inseticidas naturais e controle biológico de pragas, sem adição de qualquer defensivo ou adubo químico e com colheitas sem queima (PASCHOAL, 1994).

A agricultura orgânica é aceita como aquela que respeita os ciclos naturais as inter-relações e as interdependências existentes nos agroecossistemas. Ela aceita a utilização de fertilizantes e de biocidas, desde que esses não causem danos ao ambiente (por exemplos, biofertilizantes e calda bordaleza, respectivamente). A palavra orgânico deve ser entendida como sinônimo de “organismo”, e não de pura e somente ao fato de estar relacionado a “matéria orgânica”. No sistema orgânico, o sistema de produção é tratado como um todo, como um organismo, e não cada planta, cada animal como uma pequena fábrica. Todo o sistema envolvido é tratado de maneira harmônica, visando manter o equilíbrio entre suas interdependências, para a manutenção sustentável da produtividade de todos os seus integrantes (FORNARI, 2002).

Os verdadeiros sistemas de produção orgânica procuram extrapolar a simples substituição de produtos sintéticos. Nos sistemas de cultivos orgânicos, procura-se otimizar os recursos disponíveis na própria comunidade como um todo, tanto em relação à produção quanto ao combate de uma eventual praga, que certamente seria bem menos acentuada, devido à maior biodiversidade do agroecossistema. Nesse tipo de sistema, visa-se sempre a multifuncionalidade da agricultura, pois esse conceito amplia o campo das funções sociais do setor agrícola, já que este deixa de ser visto apenas como produtor de matérias-primas, pois com a diversificação das atividades no interior das unidades produtivas, elas podem oferecer outros bens para a população do meio urbano (MALUF, 2001). Deste modo, a multifuncionalidade do setor agrícola funciona como um instrumento positivo para o aporte do desenvolvimento rural, favorecendo a diminuição das desigualdades sociais entre cidade e campo (QUIRINO, 1998).

O processo de produção orgânica elimina todos os tipos de pesticidas e herbicidas. Com a ausência desses produtos na área, ocorre o reaparecimento de várias espécies antes eliminadas. Os fungos, por exemplo, que antes eram eliminados com o uso de produtos químicos, servem então como alimentos para insetos que por sua vez servem então como alimentos para insetos que por sua vez servem de alimento para pequenos répteis, que alimentam aves, que alimentam animais maiores. E assim forma-se uma cadeia alimentar balanceada. Este mesmo processo também ocorre em benefício do controle biológico de pragas e doenças dos canaviais (PASCHOAL, 1994).

Aos poucos, diversos representantes da fauna silvestre vão se instalando entre os talhões da cana, devido, principalmente, à ausência dos agrotóxicos e de um meio mais equilibrado (NATIVE ALIMENTOS, 2006).

Hoje, a produção de cana-de-açúcar orgânica ocupa uma área de 23%, do total da área de produção orgânica no Brasil, ficando atrás apenas da fruticultura orgânica, que é de 26% (AMBIENTEBRASIL, 2006).

No cultivo orgânico pode-se utilizar a vinhaça, um resíduo da produção de álcool, nos canaviais, na forma de fertirrigação, como uma importante fonte de potássio, macronutriente indispensável para o desenvolvimento da cana (BACHI, 1983).

Outro importante resíduo que pode ser utilizado como adubo é a torta de filtro (úmida), que pode ser aplicada em área total (80-100 t/ha), em pré-plantio, no sulco de plantio (15-30 t/ha) ou nas entrelinhas (45-50t/ha). Metade do fósforo aí contido pode ser deduzido da adubação fosfatada recomendada (RAIJ et al. 1997).

A adubação verde também é bastante utilizada e, caso necessário, pode-se recorrer a outros tipos de adubações orgânicas, como os compostos (KIEHL, 1985).

Segundo Matsuoka et al. (2002), a produção de cana-de-açúcar orgânica é viável, pois atingem produtividades similares às conseguidas pela agricultura convencional.

Há uma forte tendência de crescimento desta forma de produção, porque existem certificadoras para produtores de cana-de-açúcar orgânica, o que traz melhoria na remuneração do produtor. Esse sistema de produção intensificou-se em grande escala na década de 80 com o projeto “cana verde” na usina São Francisco de Sertãozinho-SP, e em 1994 iniciou-se a produção de cana-de-açúcar orgânica para produção de açúcar. A partir daí surgiram outras usinas adotando esse sistema de cultivo, todas com grande sucesso, principalmente após a exigência de colheita da cana crua (MACHADO, 2008).

2.8. Qualidade do caldo nas diferentes etapas do processamento

A adubação da cana, a variedade, a infestação por pragas e a sanidade da cana influenciam no teor dos diferentes componentes presentes na cana, influenciando sobremaneira na qualidade do produto final. Vários autores já citaram com muita propriedade as principais etapas do processo que influenciam na qualidade do caldo e conseqüentemente do açúcar.

2.8.1. Extração

O teor de colóides e outros compostos presentes no caldo de cana (gommas/polissacarídeos) dependente em parte da extração: tipo e número de ternos de moagem, pressão hidráulica, quantidade de água de embebição, esta estimada em 0,02-0,29%. Sua permanência no caldo retarda a sedimentação de impurezas, dificultando a clarificação (DELGADO, 1975a).

Também a coloração do caldo pode sofrer alterações na extração. Logo após sua extração, o caldo pode sofrer o escurecimento relacionado à oxidação de clorofila e fenólicos com as enzimas naturalmente presentes no caldo, sendo a polifenoloxidase a de maior atividade enzimática. Tanto o teor de enzimas como o de fenólicos na cana, antecedem a extração (PRATI, et al., 2005, SUZART et al. 2007).

2.8.2. Tratamento do caldo

O tratamento do caldo tem por objetivo eliminar parte das impurezas como terra, bagacilho, materiais corantes e material coloidal que interferem na qualidade final do açúcar, principalmente nos itens cor, resíduos insolúveis e cinzas. Nessa fase da fabricação do açúcar procura-se corrigir a composição do caldo visando a obtenção de um produto com características desejáveis, utilizando-se vários insumos. Além de ser inapropriado o uso de muitos insumos, estes causam problemas de custo, meio ambiente e saúde humana. Além disso, os teores que permanecem no produto final são monitorados com grande rigor. Como exemplo, tem-se o sulfito (SO₂) onde os compradores tem exigido níveis cada vez menores no açúcar. O tratamento do caldo é dividido em etapas, em algumas dessas etapas a diferente composição do caldo conduz

a diferentes comportamentos do caldo no processo de clarificação, uma vez que são os não açúcares os causadores dos problemas no produto final. Essas etapas são mencionadas a seguir.

Peneiragem - Esta é uma operação simples, onde apenas são removidas as partículas grosseiras através do uso de peneiras, a primeira com malha 0,8mm e a segunda com malha 0,2mm.

Clarificação - Do ponto de vista da clarificação os constituintes mais importantes são aqueles responsáveis pela opacidade e cor do caldo: proteínas (albumina), colóides (polissacarídeos como dextrana), pectina e compostos resultantes de reações químicas no caldo (sacaretina) (JENKINS, 1966).

A maioria desses compostos pode ser removida do caldo durante o processo de clarificação, com exceção de alguns minerais como os de potássio (HONIG, 1973; BAYMA, 1974; DELGADO, 1975a; KOBLITZ e MORETTI, 1999).

O comportamento dos compostos nitrogenados na clarificação é evidenciado por uma eliminação quase que total das proteínas e, praticamente, nenhuma dos aminoácidos livres e das amidas. As albuminas constituem os compostos nitrogenados do caldo mais facilmente eliminados, pois pela ação simples do calor podem ser desnaturadas e então precipitadas; além disso, seu comportamento químico é influenciado pelo pH sendo que coagulam em $\text{pH} = 5,5$ (ponto isoelétrico) (DELGADO, 1975a; DELGADO e CESAR, 1989).

A permanência das proteínas no caldo, após a alcalinização é prejudicial, pois tais compostos atuam como protetores dos colóides e tendem a estabilizar a matéria orgânica em suspensão. Por outro lado, os aminoácidos e as amidas não são removidos pela clarificação; conseqüentemente, durante o processamento do caldo pode ocorrer reação dos aminoácidos (particularmente glicina) com açúcares redutores (“reação de Maillard”) resultando em escurecimento do produto (DELGADO, 1975a).

A maior parte dos carboidratos de alto peso molecular (gomas/polissacarídeos) destes componentes permanece no caldo clarificado na forma de colóides de proteção,

contribuindo assim, para o aumento da viscosidade do xarope das massas cozidas e dos méis (DELGADO, 1975a).

Segundo Madom (1942) e Delgado (1975a) as cinzas ou compostos minerais presentes no caldo são muito importantes durante o processo de clarificação, e mais especificamente durante a sulfitação do caldo, pois quanto maior a proporção de cinzas no mesmo, maior será o consumo de enxofre para se conseguir uma purificação eficiente, rápida e perfeita. Assim sendo, quanto menor o teor de cinzas de um caldo de cana, tanto melhor e mais rápida será a sua clarificação.

Sulfitação - O caldo é sulfitado com dióxido de enxofre (SO_2) para auxiliar na coagulação das matérias coloidais, na formação de precipitados que farão o arraste de impurezas durante a sedimentação e na desinfecção do caldo. O enxofre é uma substância altamente tóxica, corrosiva e que continua existindo no produto final, ou seja, no açúcar em forma de resíduo.

A sulfitação do caldo tem como objetivos principais inibir reações que causam alterações de cor indesejável no açúcar; diminuir a viscosidade do caldo e, conseqüentemente do xarope, massas cozidas e méis, facilitando as operações de evaporação e cozimento. A operação consiste em adicionar ao caldo o SO_2 obtido do aquecimento de enxofre, baixando o seu pH de acordo com parâmetros previamente estabelecidos. Na fase de sulfitação o enxofre é queimado em condições controladas de oxigênio, transformando-se em dióxido de enxofre (SO_2). Esse gás entra em contato com o caldo em fluxo invertido (contracorrente), realizando o efeito alvejante sobre impurezas do caldo.

Caleagem - O caldo é caleado com leite de cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), para também coagular parte do material coloidal, precipitar certas impurezas e neutralizar o pH. A caleagem ou defecação consiste na adição de cal hidratada (leite-de-cal), suficiente para neutralizar os ácidos orgânicos presentes no caldo. Em geral, são utilizadas 500 a 800 g de cal por tonelada de cana, de modo a obter o pH do caldo entre 7,0 e 7,5. Na seqüência, o caldo caleado é aquecido a 90-105°C (HONIG, 1953).

A presença de cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e o aumento da temperatura levam à formação de um precipitado flocoso de composição complexa, na qual se encontram partículas de fosfato de cálcio, sais de ácidos orgânicos, proteínas desnaturadas (albumina), gorduras, ceras e gomas. Esse precipitado adsorve e arrasta grande parte do material suspenso no caldo, sendo posteriormente separado por decantação. Embora diversos não-açúcares sejam precipitados com a calagem, este processo é deficiente quanto à remoção dos polissacarídeos e compostos coloridos (HUGOT, 1977). Em caldos deficientes de fosfato, associa-se à defecação o processo de fosfatação descrito a seguir.

Fosfatação - Esta fase consiste na adição de ácido fosfórico (H_3PO_4) ao caldo com a finalidade de auxiliar a caleagem. Neste processo ocorre a precipitação dos colóides e quelatização de materiais corantes presentes no caldo que posteriormente serão retirados na filtragem. A quantidade de H_3PO_4 a se adicionar depende do teor já presente na cana. Os solos brasileiros são naturalmente deficientes em fósforo havendo a necessidade de complementação na indústria. Geralmente a dosagem varia de 50 a 300 ppm/t de cana expresso em pentóxido de fosfato (P_2O_5). Geralmente, realiza-se a fosfatação antes da calagem para que o ácido precipite parte dos colóides, enquanto que a cal neutraliza o meio e permite a formação dos flocos de fosfato de cálcio, os quais agregam as impurezas coloidais e adsorvem os compostos coloridos. O precipitado é então separado por sedimentação ou por flotação (HUGOT, 1977).

O desempenho da fosfatação na clarificação do caldo de cana, segundo El-Kader, et al. (1983) é superior à sulfitação, pois remove maior quantidade de cinzas, ceras, gomas e proteínas, apresenta menor percentual de óxido de cálcio no caldo clarificado e cor menos intensa. Quando comparada à carbonatação, são similares na remoção de cor, porém, a velocidade de sedimentação é menor e a filtração do precipitado apresenta maior dificuldade.

Aquecimento - O aquecimento proporciona a redução da viscosidade e densidade do caldo e acelera a velocidade das reações químicas, agrupando as impurezas na forma de pequenos “flocos”. Os sais formados são insolúveis, possibilitando a sua decantação. Como o aquecimento acelera as reações, a reação de aminoácidos com açúcares redutores também é acelerada, levando à formação de cor.

Flasheamento e adição de polímero - O flasheamento tem como objetivo eliminar o ar dissolvido no caldo que arrastaria para o caldo clarificado o bagacilho que é mais leve e de difícil decantação. Pode-se também utilizar para a decantação um polímero de alto peso molecular, aniônico, com o objetivo de promover o agrupamento dos flocos já formados, tornando-os maiores e mais pesados. Desse modo, é possível acelerar a velocidade de precipitação dos flocos, reduzindo a necessidade de um tempo de retenção muito alto nos decantadores.

Decantação - É na decantação que ocorre a precipitação dos flocos formados, eliminados pelo fundo do decantador na forma de lodo. O caldo clarificado sai pela parte superior das bandejas, já isento da maioria das impurezas encontradas no caldo primário ou misto, ou seja, nos decantadores ocorre apenas a separação física entre o caldo e as impurezas (flocos formados), sendo que a qualidade do caldo clarificado depende mais dos tratamentos químicos e térmicos efetuados antes do que a própria decantação.

2.8.3. Fabricação do açúcar

Este processo trata-se de uma série de operações que o homem realiza para transformar um produto da natureza e posteriormente utilizá-lo. Na prática não ocorre a fabricação ou transformação, e sim apenas a purificação da sacarose.

Realizado o processo de tratamento do caldo, inicia-se a fabricação do açúcar. A primeira fase é a evaporação que consiste na retirada de água do caldo e conseqüentemente na concentração dos constituintes do caldo. No processo de evaporação, o caldo passa por evaporadores que utilizam vapor de escape (vapor que sai das caldeiras), no 1º evaporador. O próximo processo é o da flotação; o xarope produzido é enviado para o flotador onde ocorre a separação das impurezas contidas neste; como houve aumento da concentração de vários constituintes o Kps de muitos compostos é atingido propiciando a precipitação destes. Para este processo o xarope pode receber uma dosagem de fosfato (P_2O_5), é aquecido a aproximadamente 85 °C, logo após é aerado (recebe micro-bolhas de ar), e recebe dosagem de polímero para então entrar no flotador.

O xarope flotado vai para os cozedores a vácuo, onde se tem a cristalização do açúcar por meio da evaporação. Nesta etapa ocorre a transformação física do produto, que resulta em cozimento da massa A e massa B, que é uma mistura de méis com cristais de sacarose. A cristalização é a parte mais importante dentro das operações de cozimento: é o início da formação do cristal, é desse processo que depende a qualidade do açúcar. A cristalização pode ser chamada também de granagem. Após ocorrer a cristalização o açúcar passa pelas centrífugas e vai ao secador e, logo após, para o armazém para ser envasado (SILVA et al., 2008).

2.8.4. Armazenamento

As causas das principais transformações que o açúcar pode sofrer durante a armazenagem são tanto de natureza física, que pode resultar no seu empedramento, como de caráter químico, características causadoras de escurecimento. A presença de aminoácidos nos cristais de açúcar influencia tanto na geração de cor como no escurecimento do açúcar durante a sua armazenagem.

Segundo Lopes (2008), as principais mudanças físicas que o açúcar pode ter na armazenagem estão relacionados a higroscopicidade, que é a propriedade de interagir hidricamente com a atmosfera que o envolve, perdendo e ganhando umidade. Já o escurecimento ocorre porque os compostos precursores de cor que participam da composição do açúcar reagem quimicamente. Mas a mera presença dos reagentes (polifenóis ou aminoácidos) não significa necessariamente que o produto sofrerá aumento significativo em sua cor ao longo de semanas ou meses de armazenagem. Para que o escurecimento ocorra é necessário que existam condições favoráveis às reações. É necessária além da presença dos reagentes, a participação de um solvente (água) que é o meio onde as reações químicas podem ocorrer.

O controle da temperatura é preponderante porque influencia nas reações de escurecimento. Para que a armazenagem possa ser realmente segura, os especialistas recomendam temperatura inferior a 35°C. Açúcar armazenado quente significa grande probabilidade de ocorrer elevação de sua cor. Também deve-se ter cuidado com a umidade, considerada um fator prejudicial à armazenagem do açúcar - além de tornar o produto susceptível a empedrar, ela serve de meio para que ocorram reações de

escurecimento. A exposição do açúcar a uma atmosfera acima de 50 % pode resultar na absorção de umidade pelo produto, sendo que esta água poderá atuar como meio onde as reações de escurecimento podem ocorrer. Por isso, o armazém de açúcar deve apresentar condições também de hermeticidade para que as oscilações da umidade relativa e temperatura da atmosfera não afetem o produto armazenado (LOPES, 2008).

2.8.5. Qualidade do açúcar

As exportações brasileiras de açúcar consistem basicamente de açúcar bruto e açúcar branco refinado. O VHP (Very High Polarization) é o tipo de açúcar bruto mais exportado pelo Brasil. Dentre as especificações determinadas pelos compradores, um parâmetro muito importante diz respeito à cor do açúcar final (COSAN, 2009).

O açúcar cristal branco para exportação apresenta especificação para a cor ICUMSA (International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis), com valores permitidos até 150 e são usados para consumo direto, sendo igualmente embalados em sacos de 50 Kg. O açúcar a granel livre de embalagem é carregado direto da produção ao porto de embarque; normalmente possui uma classificação ICUMSA de até 800 de cor, com polarização mínima entre 990 e 994 graus. Esse açúcar é destinado exclusivamente para países que posteriormente irão refiná-lo (PATINO, 2002).

As especificações da indústria alimentícia para o açúcar cristal, padrão exportação, atende as especificações de polarização (min 99,6 °Z); cor ICUMSA (máx 450 UI); sulfito (máx <1 mg kg⁻¹); dextrana (máx 100 mg kg⁻¹) e amido (máx 100 mg kg⁻¹). Alterações nesses valores podem desqualificar o açúcar para a utilização na cadeia produtiva de balas, chocolates, fármacos, licores, etc. É bem conhecido, por exemplo, o impacto que um açúcar de maior cor traz para produtos acabados que tem na sua cor ou transparência o diferencial de mercado, tais como: refrigerantes, bebidas alcoólicas amargas, balas refrescantes, fármacos, sorvetes, entre outros. Açúcares que são comercializados como matéria-prima para posterior re-processamento também mantêm uma relação direta entre cor e custos, com açúcares de menor cor representando menores custos industriais. Na indústria alimentícia um alto valor de gomas no açúcar como amido e dextrana contribui para aumentar a viscosidade das soluções açucaradas; esta alteração da viscosidade impede o endurecimento de balas dificultando a sua

embalagem, aumenta o efeito “puxa – puxa” em barras de cereais, e apresentam forte impacto na filtração de caldas de açúcar, entre outros; na indústria alimentícia é associado com a maior dificuldade de filtração das soluções de açúcar (OLIVEIRA et al., 2007).

O aumento das exigências dos clientes nacionais e externos quanto à qualidade provocou a necessidade de grandes mudanças na fabricação de açúcar nos últimos 10 anos. Hoje a preocupação com a qualidade não termina quando o produto está acabado. É preciso investir em recursos agrícolas e industriais para a manutenção do padrão nas etapas posteriores à produção, como secagem e armazenamento. As exigências se intensificaram na última década devido ao aumento da participação brasileira no mercado internacional e à necessidade de adequação das usinas ao desenvolvimento dos programas de qualidade nas indústrias de alimentos e bebidas. Até o início da década de 90, as especificações de qualidade eram definidas pelo extinto Instituto de Açúcar e Alcool (IAA), ou seja, o Governo. Hoje quem faz essa determinação são os compradores; com isso, o rigor em relação à qualidade é bem maior. Antes produzidos para refinarias ou exportação sem grandes exigências de qualidade, o açúcar é fabricado atualmente com especificações pré-determinadas para cada aplicação: doce, refrigerante ou consumo humano direto (LOPES, 2008).

A tendência mundial é que as indústrias que se utilizam do açúcar com matéria prima exigirão um insumo que atenda as suas exigências por qualidade. Muitos clientes chegam a inspecionar a fábrica antes de comprar o açúcar. Por isso, as usinas têm que ter mais cuidado com limpeza, maior controle automático, menos pessoas na fábrica e profissionais bem treinados. Mesmo que corretamente realizada, a secagem ainda não representa o fim do cuidado com a qualidade do açúcar. Durante o período de estocagem ou de manipulação, o açúcar pode sofrer grandes transformações em suas características físicas e químicas e principal perda de qualidade geralmente ocorre na cor. Todo açúcar, mesmo aqueles produzidos com a melhor qualidade, sofre um acréscimo de cor ao longo da armazenagem (LOPES, 2008).

A partir da excelência alcançada no uso e aplicação da matéria-prima, a empresa desenvolve uma metodologia no processo industrial, usando equipamentos e recursos

humanos como mecanismo, buscando assim, atender as demandas tanto no mercado interno como no externo.

Outros aspectos de qualidade estão relacionados à geração de riquezas e empregos de maneira econômica e ecologicamente corretas (PATINO, 2002). Assim a responsabilidade de produção de alimentos seguros à saúde humana e que não agridam o meio ambiente tem sido atribuídas às empresas que produzem alimento levando a considerar-se de forma bastante enfática a produção da cana por técnicas agrícolas e ecologicamente corretas ou de forma orgânica.

OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram, avaliar a influência da adubação orgânica, infestação por cigarrinhas das raízes e falta de adubação na produção de substâncias que podem comprometer a qualidade do caldo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos a céu aberto no Centro de Ciências Agrárias da UFSCar, Campus Araras-SP no período de 20 de julho 2010 a 07 de dezembro de 2011.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas consistiram nas fontes de adubação com presença e ausência de cigarrinhas (adubação mineral com e sem cigarrinhas, adubação orgânica com e sem cigarrinhas e ausência de adubação com e sem cigarrinhas). As subparcelas foram as três épocas de avaliação: julho, setembro e dezembro de 2011. A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a RB72454.

O experimento foi instalado em vasos com volume de 50 litros. O solo utilizado foi o Latossolo Vermelho, no qual aplicou-se calcário visando a saturação de bases a 70%, o que, segundo cálculos após a análise de solo e utilizando-se calcário de PRNT 90,5%, chegou-se à dose de 1,5 ton/ha (recomendação 0 - 20cm) correspondendo a 40g de calcário aplicados no volume total do vaso. A análise química do solo apresentou as seguintes características: P resina 4 mg/dm³; MO 19 g/dm³; pH (inicial) 5,2; K 0,5 mmolc/dm³; Ca 15 mmolc/dm³, Mg 6 mmolc/dm³; H+ Al 29 mmolc/dm³; Al 0,5 mmolc/dm³; SB 21,5; CTC 50,5 mmolc/dm³; V 43%; S 7 mg/dm³; B 0,1 mg/dm³; Cu 1,6 mg/dm³; Fe mg/dm³; Mn 37 mg/dm³; Zn 0, 2 mg/dm³.

A fonte de adubação orgânica utilizada foi um composto orgânico comercial na dose de 1 Kg por vaso, equivalente a 40 t ha⁻¹; Essa dosagem foi feita considerando a umidade de 50% do composto orgânico e recomendação de produtividade esperada superior a 150 t/ha, a partir do teor de fósforo do composto orgânico (RAIJ et al., 1997).

A análise química do composto orgânico apresentou as seguintes características: 1% de nitrogênio (N); 1% de fósforo (P₂O₅); 2% de cálcio (Ca); 0,5% de magnésio (Mg); 40% de matéria orgânica; 15% de carbono orgânico total; pH 6,5 e 18 de relação C/N.

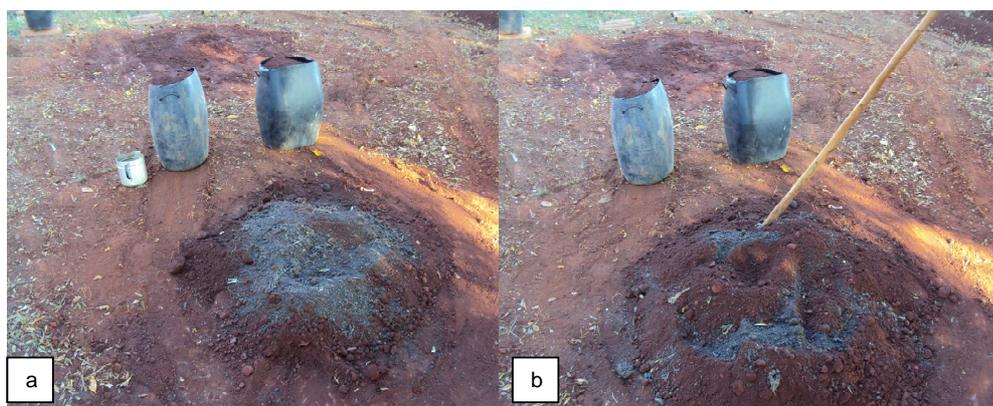


Figura 1: Adição de composto comercial (1 Kg/vaso) CCA-UFSCar julho 2010.

Foto a: volume de dois vasos em mistura do composto orgânico antes do enchimento dos vasos.

Foto b: mistura do composto ao solo realizada no volume total do vaso com auxílio de enxada.

A adubação mineral foi realizada no plantio utilizando-se a dosagem de 8,5 g de KCl + 50g fosfato reativo por vaso, valores correspondentes a 30, 180 e 200 kg ha⁻¹ de N, P e K respectivamente, de acordo com a interpretação da análise de solo, para uma produção superior a 150 t/ha (RAIJ et al., 1997).

O plantio foi realizado no mês de julho de 2010, utilizando-se três minitoletes de cana-de-açúcar por vaso, e conduziu-se a vegetação de forma a se manter três colmos por vaso.

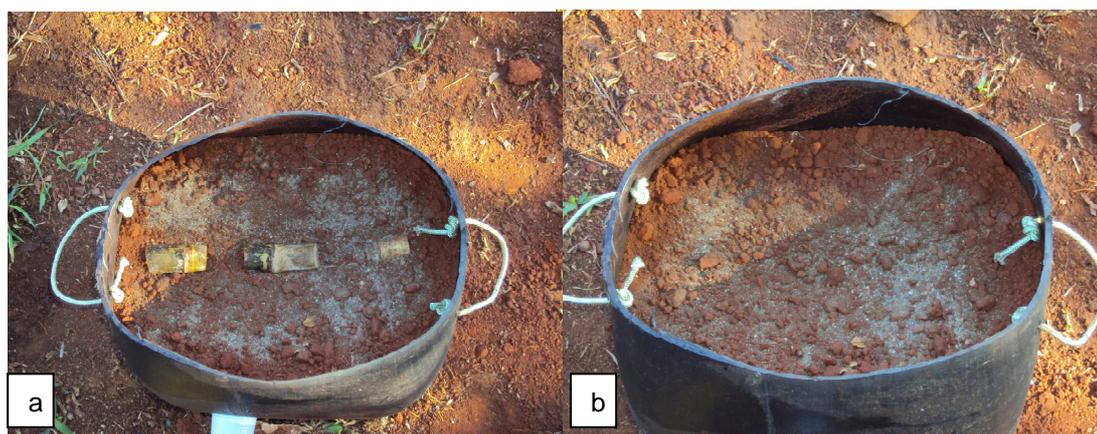


Figura 2: Plantio do tratamento adubação química. CCA-UFSCar julho 2010.

Foto a: Plantio com 3 minitoletes por vaso nos tratamentos químicos.

Foto b: Distribuição do adubo químico no momento do plantio.



Figura 3: Vista superior da área experimental.

Foto a: Distribuição dos vasos na área do experimento.

Foto b: Linha de plantio dos vasos.



Figura 4: Vasos com plantas aos 60 dias, agosto de 2010, CCA-UFSCar.

Foto a e b: Vista superior dos vasos distribuídos.

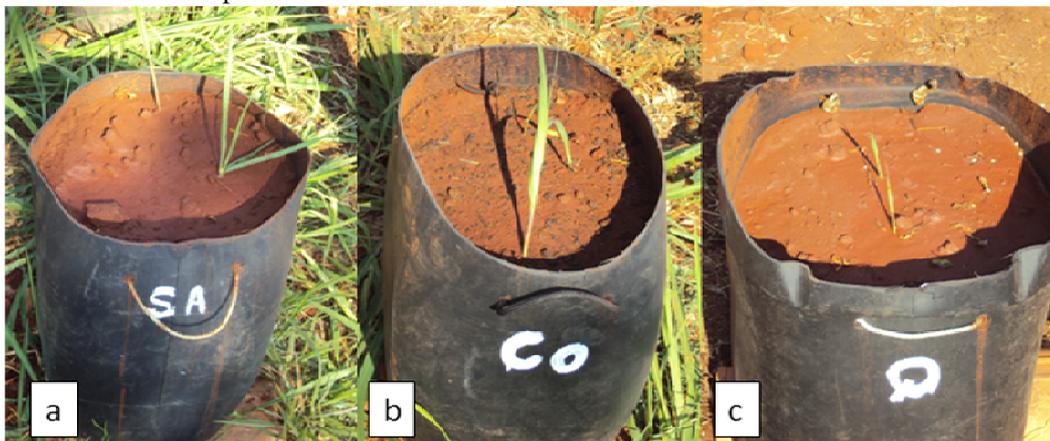


Figura 5: Fotos dos tratamentos aplicados no experimento.

Foto a: Tratamento SA (sem adubação), **Foto b:** tratamento Co (composto) e **Foto c:** tratamento Q (químico). Fotos do dia 23 de agosto de 2010.

*Observa-se o maior desenvolvimento inicial no vaso com nutrição orgânica.

A infestação das cigarrinhas na fase de ninfa iniciou-se no mês de outubro de 2010. Para tanto, os insetos foram coletados em áreas de plantio de cana-de-açúcar no CCA-UFSCar-Araras, em locais com alta infestação da mesma.

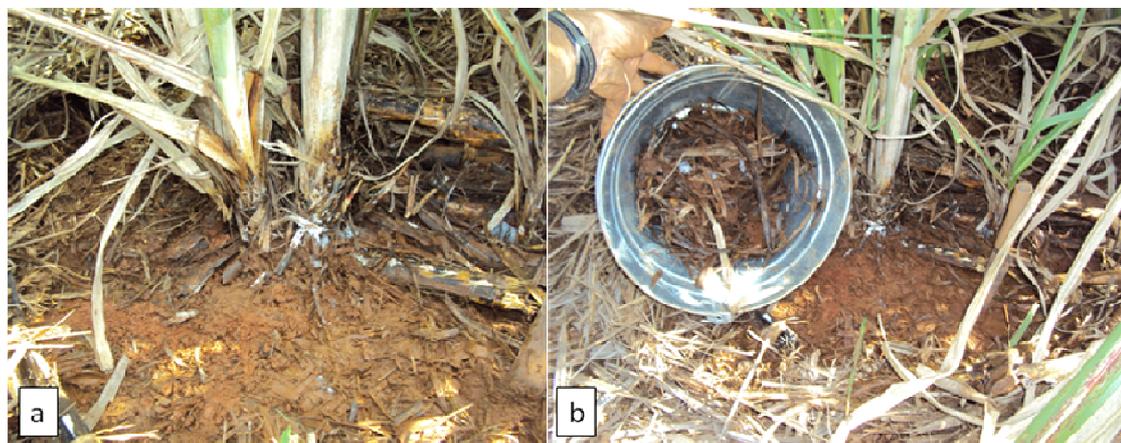


Figura 6: Quadra do campus do Centro de Ciências Agrárias-UFSCar com alta infestação de cigarrinha-das-raízes, Janeiro de 2011.

Foto a: Planta com infestação de cigarrinhas das raízes em campo.

Foto b: Coleta das ninfas de cigarrinhas com sua espuma protetora.

A alta infestação por cigarrinha-das-raízes nos locais de coleta foi incrementada devido a grande precipitação ocorrida nos meses de novembro 2010 (138,2 mm), dezembro 2010 (197,3 mm), janeiro 2011(382,2 mm), fevereiro 2011 (153 mm) e março 2011 (191 mm) (SAEMA, 2012).

Foram adicionadas várias ninfas por vaso, e estes foram irrigados diariamente. Quando detectada a morte das ninfas, foram repostas outras, durante o período de outubro de 2010 a janeiro de 2011.

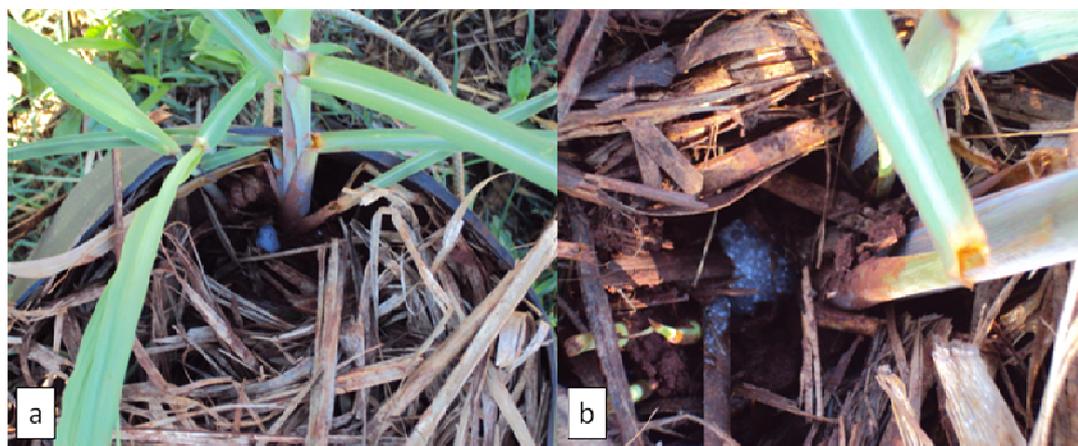


Figura 7: Vasos do tratamento com cigarrinhas, presença da espuma protetora das ninfas.

Foto a: Mostra a espuma das cigarrinhas das raízes na base das plantas.

Foto b: Visão mais próxima da presença do inseto nas plantas.



Figura 8: Vasos do tratamento com cigarrinhas.
Fotos a e b: Fotos de 27 de outubro de 2010, presença da palha da cana, propiciando temperatura e umidade favorável às ninfas.



Figura 9: Vasos com a presença de cigarrinhas e sua espuma protetora junto às raízes.
Foto a, e foto c: Vasos em 19 de outubro de 2010.
Foto b: Vasos em 18 de janeiro 2011, ambos correspondentes ao tratamento com presença de cigarrinhas.



Figura 10: Amostras separadas e enviadas ao laboratório.
 Colheita das parcelas, tratamentos identificados e levados ao laboratório para análise.

Análises físico-químicas

As amostras da cana-de-açúcar e do caldo foram analisadas no Laboratório de Análises e Simulação Tecnológica (LAST) do CCA-UFSCar-Araras.

Em cana-de-açúcar foram analisados os teores de: fibra, pol, AR e ART todos pelo método de PCTS preconizado pelo CONSECANA (2006). Os cálculos de pureza foram feitos através da relação pol/brix.

Em caldo-de-cana foram analisados os teores de: pol segundo metodologia ICUMSA GS5/7-1; Brix por refratometria segundo LOPES & BORGES (2004); Amido por espectroscopia no UV-VIS segundo Centro de Tecnologia Copersucar CTTI-5.1-MT1-018 (2002); AR por espectroscopia no UV-VIS segundo Manual Fermentec FC3M7 (2003), Fenólicos por espectroscopia no visível descritos em BSES (1991).

Análise estatística

Todos os cálculos estatísticos foram feitos utilizando-se rotinas (macros) programadas em VisualBasic© sobre arquivo MS-Excel®. O modelo utilizado foi de seis tratamentos em quatro blocos casualizados, admitindo-se como sub-parcelas as três épocas de análise.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, a seguir, ao teste de Tukey, a 5% de significância. Tendo-se verificado a ocorrência de dubiedade, típica deste teste, na interpretação da significância de diferenças entre médias, aplicou-se a seguir o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado o teste *F* e em seguida aplicou-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A Tabela 2 corresponde aos resultados obtidos para os atributos físico-químicos de importância para a cana.

Tabela 2. Médias gerais dos tratamentos para as três épocas e significância das diferenças relativas aos atributos físico-químicos da cana-de-açúcar

Tratamentos	Brix %	Pol % cana	Pureza	Fibra %	AR %	ART %
Mineral sem cigarrinha	18,8 d	13,5 e	87,3 c	13,9 c	0,53 a	14,7 e
Mineral com cigarrinha	21,3 b	15,4 b	89,6 a	14,7 a	0,46 c	16,6 b
Sem adubação e sem cigarrinha	20,1 c	14,7 d	89,8 a	14,3 b	0,46 c	15,9 d
Sem adubação e com cigarrinha	21,6 a	15,9 a	90,2 a	14,3 b	0,44 d	17,2 a
Orgânica sem cigarrinha	19,0 d	13,5 e	87,9 b	14,6 a	0,51 b	14,7 e
Orgânica com cigarrinha	20,3 c	15,2 c	89,7 a	13,9 c	0,46 c	16,1 c

Obs. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Brix

A variável Brix corresponde ao valor em porcentagem de sólidos solúveis presentes no caldo. Observou-se que os resultados para Brix na cana-de-açúcar foram significativamente diferentes entre os tratamentos. O tratamento sem adubação com presença de cigarrinhas apresentou o maior valor, seguido pelo tratamento adubação mineral com cigarrinhas. Os menores valores de Brix foram observados nos tratamentos adubação orgânica e adubação mineral sem cigarrinhas.

O aumento da sacarose e outros compostos energéticos foram os responsáveis pelo aumento no teor de sólidos solúveis e conseqüentemente aumento no Brix.

Esperava-se nesse trabalho uma redução do Brix nos tratamentos com presença de cigarrinhas, assim como descrito por Garcia et al. (2006) quando cita que as picadas das ninfas sobre as raízes deterioram os vasos lenhosos, impedindo ou dificultando o fluxo de água e nutrientes e conseqüentemente, afetando a produção de açúcares. Os tratamentos com presença de cigarrinhas tiveram adição de palha a fim de se conservar as cigarrinhas, protegendo-as da ação dos raios solares e predadores; supõe-se neste experimento que a presença da palha possa ter favorecido a conservação de umidade e nutrição das plantas e conseqüentemente o aumento dos teores de sólidos solúveis.

Pol

A Pol, por definição é a porcentagem de sacarose aparente presente no caldo. O parâmetro corresponde a um dissacarídeo que é passível de cristalização e é o item de maior importância para maior rendimento industrial na fabricação do açúcar. Todas as substâncias que apresentam atividade óptica podem interferir na Pol, como açúcares redutores (glicose e frutose), polissacarídeos, algumas proteínas, e alguns ácidos orgânicos (EMBRAPA, 2012; HONIG, 1973; LARRAHONDO, 1995).

O maior valor da pol na cana-de-açúcar foi observado no tratamento sem adubação com presença de cigarrinhas, seguido pelo tratamento com adubação mineral com cigarrinha (Tabela 2). O mesmo padrão de resultado também foi observado para a pol no caldo (Tabela 3). Nos tratamentos com cigarrinhas a presença da palha pode ter influenciado benéficamente as plantas; a palha permaneceu de outubro de 2010 até julho de 2011. Esta é uma hipótese para explicar os resultados favoráveis para os parâmetros benéficos ao processo, tais como sacarose e Brix.

Para que ocorra a síntese de compostos de defesa do vegetal contra o inseto, como, por exemplo, os compostos fenólicos, podem ocorrer perdas indiretas de outros compostos, como a redução do teor de sacarose (BUCHANAN et al., 2000; TAIZ e ZEIGER, 2004; SILVA et al., 2005). Esses resultados não concordaram com os obtidos neste trabalho. Garcia et al., (2006) cita que as ninfas ao se alimentarem ocasionam a “desordem fisiológica” em decorrência de suas picadas nas raízes.

Pureza

A pureza é determinada pela relação (pol/Brix).100; quanto maior a pureza da cana-de-açúcar, melhor a qualidade da matéria-prima para se recuperar açúcar.

A pureza da cana-de-açúcar diferiu entre os tratamentos. Os menores teores de pureza foram observados nos tratamentos adubação mineral sem cigarrinhas e composto orgânico sem cigarrinhas; os demais tratamentos não diferiram entre si (Tabela 2). Os resultados não correspondem aos mencionados por Mendonça et al., (1996), os quais descreveram o menor valor de Pol em tratamentos com infestação de cigarrinha-das-raízes. Também neste parâmetro supõe-se que a palha adicionada nos tratamentos com cigarrinhas tenha beneficiado as plantas.

AR % Cana

O teor de açúcares redutores fornece uma indicação do estado de maturação da cana, quanto maior este teor mais verde se apresenta à cana. De uma forma geral, sistematicamente, os tratamentos com cigarrinha-das-raízes apresentaram níveis de açúcares redutores menores que os sem cigarrinha. O maior valor de açúcares redutores (AR) na cana-de-açúcar foi verificado no tratamento com adubação mineral sem cigarrinha e o menor valor no tratamento sem adubação com cigarrinha. A mesofauna no agroecossistema cana-de-açúcar compreende arachnídeos, colêmbolas, miriápodes, oligochetas (minhocas), crustáceos, moluscos (lesmas e caracóis) e diversas ordens de insetos, sendo que uns poucos destes últimos podem constituir pragas de importância econômica para a cultura. Os poucos estudos em mesofauna de um canavial submetido aos dois sistemas de colheita “queimada” (convencional) e “crua”, são praticamente restritos aos insetos, por tratar-se do grupo de maior interesse econômico (MACEDO e ARAUJO, 2000). Diante do exposto há necessidade de mais trabalhos com intuito de investigar os efeitos benéficos da palha sobre as plantas de cana-de-açúcar, a fim de se confirmar a hipótese levantada em relação aos menores valores de açúcares redutores ou totais na presença da palha utilizada nos vasos.

Fibra (pcts)

A fibra da cana-de-açúcar é a parte sólida da planta formada por celulose, hemicelulose, ligninas, pentosanas, pectinas e outros componentes. É responsável pela sustentação da planta, auxiliando na formação de vasos condutores de seiva, além de armazenar o caldo e seus constituintes (Fernandes, 2000, citado por FELIPE, 2008).

Na lavoura canavieira, a fibra está associada ao menor acamamento das plantas na colheita, e na indústria, no momento da moagem e no balanço térmico da fábrica. Altos teores de fibra geram maior capacidade de produção de energia até um limite de 14%; acima deste valor o processo de produção encarece devido à maior dificuldade de extração nas moendas, e valores mais baixos (12 a 12,5%) não possibilitam o fechamento do balanço energético da indústria.

A fibra também é utilizada nos cálculos de determinações expressas em porcentagem de cana-de-açúcar, como a pol, AR, ART e outros recursos que determinam a qualidade da cana-de-açúcar (Stupiello, 2000, citado por FELIPE, 2008).

Os maiores teores de fibras foram observados nos tratamentos com adubação orgânica sem cigarrinhas e adubação mineral com cigarrinhas, e o menor teor de fibra nos tratamentos adubação orgânica com cigarrinha e adubação mineral sem cigarrinha (Tabela 2).

Os resultados para maior teor de fibra nos tratamentos adubação mineral com cigarrinha concordam com os resultados obtidos por Dinardo-Miranda et al. (2000b); Gonçalves et al. (2003), relataram aumento dos teores de fibra no colmo em tratamentos com presença de cigarrinha-das-raízes. Os resultados do tratamento adubação orgânica com cigarrinha-das-raízes deste trabalho apresentaram menores teores de fibra, resultado este diferente daqueles obtidos pelos autores citados.

Os resultados dos atributos físico-químicos de interesse para o caldo estão apresentados na Tabela 3, são eles: sacarose (pol % caldo), fenólicos (mg/L), amido (mg/L) e açúcares redutores (AR% caldo).

O teste *F* empregado na análise de variância resultou não significativo a 5% para blocos, exceto para amido do caldo. Para as demais causas de variação (tratamentos, subparcelas e interação tratamentos x subparcelas) o teste resultou significativo a 1%.

Esses parâmetros tecnológicos analisados não consideram a fibra da cana, mas somente a parte líquida da planta é considerada. Na Tabela 3 estão os resultados para os itens mais importantes para produção de açúcar tais como; pol caldo (sacarose), AR

caldo (glicose e frutose) do ponto de vista benéfico, e também os parâmetros prejudiciais ao processo como os compostos fenólicos e amido.

Ressalta-se que os parâmetros benéficos citados são para a fabricação de açúcar; na época presente a fibra da cana é tida como de grande valor energético, sendo um desperdício o não aproveitamento da mesma.

Tabela 3. Médias das épocas para os seis tratamentos e significância das diferenças relativas a atributos físico-químicos do caldo de cana-de-açúcar

Tratamentos	Pol % caldo	Fenólicos mg/L	Amido mg/L	AR %
Mineral sem cigarrinha	16,4 e	116 c	191 e	0,67 a
Mineral com cigarrinha	19,0 b	126 a	470 b	0,44 b
Sem adubação sem cigarrinha	18,1 c	121 b	352 c	0,40 b
Sem adubação com cigarrinha	19,5 a	125 a	549 a	0,20 c
Orgânica sem cigarrinha	16,7 d	115 c	272 d	0,67 a
Orgânica com cigarrinha	18,2 c	118 c	370 c	0,25 c

Obs. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa

AR % caldo (açúcares redutores)

A quantificação dos açúcares redutores no caldo de cana é de grande importância para o controle do processo de produção de açúcar. O teor destes açúcares está diretamente relacionado com a qualidade do produto (sacarose). Estes açúcares não se cristalizam nas condições do processo industrial e sua presença prejudica a cristalização da sacarose. De acordo com Eggleston e Vercellotti (2000), mesmo que os açúcares redutores sejam encontrados em concentrações muito pequenas, sua degradação principalmente em condições alcalinas, ou em presença de aminoácidos tem grande consequência para a qualidade do açúcar já que a degradação da frutose e da glicose com a adição de hidróxido de cálcio a altas temperaturas geram compostos coloridos indesejáveis durante as etapas de clarificação e evaporação do caldo, além de poderem formar compostos coloridos nas etapas posteriores à clarificação. Há que se

considerar aqui que a presença destes açúcares não é prejudicial para a fabricação de etanol, visto que estes são fermentescíveis, transformando-se em álcool.

Para o teor de AR no caldo verificou-se maiores valores para os tratamentos adubação mineral sem cigarrinha e adubação orgânica sem cigarrinha, e os menores nos tratamentos sem adubação com cigarrinha e adubação orgânica com cigarrinha.

Aparentemente a presença da cigarrinha modificou o perfil de maturação da cana, uma vez que elevada pol e baixo AR são características da cana-de-açúcar em estágio de maior maturação.

ART

O teor de ART corresponde ao resultado de todos os açúcares redutores presentes na cana-de-açúcar, livres ou oriundos da inversão da sacarose. O maior valor de ART foi observado no tratamento sem adubação com cigarrinhas e os menores valores nos tratamentos adubação mineral e composto orgânico sem a presença da cigarrinha-das-raízes.

Fenólicos

Os compostos fenólicos são compostos secundários que apresentam um anel benzênico ligado a uma carbonila; são bastante reativos, facilmente oxidados e responsáveis pela pigmentação das folhas e flores. Ácidos polifenólicos são hidróxidos derivados dos ácidos benzóicos e cinâmico. Em insetos-praga, esses compostos podem atuar como inibidores digestivos ou produtores de radicais livres (APPEL, 1993).

O processo de clarificação, na produção de açúcar, pode não remover o excesso de compostos fenólicos. Estes podem reagir com o ferro (Fe) (GODSHALL, 1999), ou se oxidarem, através da ação da enzima polifenoloxidase (PPO), formando quinonas que se ligam a outros compostos celulares como proteínas e amido (VICKERS et al., 2005).

Os tratamentos de adubação orgânica com e sem cigarrinha, e adubação mineral sem cigarrinhas apresentaram os menores valores para o teor de fenólicos, enquanto que os tratamentos adubação mineral com cigarrinha e sem adubação com cigarrinha apresentaram os menores valores no caldo de cana-de-açúcar. Os resultados corroboram os obtidos por Ravaneli (2005), que verificou aumento dos compostos fenólicos no caldo da variedade SP80-1816 à medida que se aumentou o nível de infestação inicial,

de cigarrinha, segundo este autor, no processo de obtenção de álcool, esses compostos alteraram negativamente a viabilidade e brotamento de leveduras. Para a fabricação de açúcar, canas ricas em compostos fenólicos em presença de ferro e das enzimas fenoloxidasas tendem a fornecer açúcares escuros.

Guimarães et al. (2008) obtiveram o mesmo resultado em ensaios onde demonstraram que as variedades SP80-1816 e RB72454, acumularam compostos fenólicos nas raízes quando atacadas por ninfas de *M. fimbriolata*. Por serem variedades suscetíveis é possível que o próprio dano causado pela praga tenha sido responsável pela produção de fenóis nas raízes.

Buchanan et al. (2000) citado por Guimarães (2007), acrescentam que durante a morte celular, o conteúdo do vacúolo, rico em compostos fenólicos e proteinases, é liberado. À medida que as proteínas se desdobram, são liberados aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano), os quais têm peso sobre o teor de fenóis (superestimam o teor de fenólicos).

Os maiores valores apresentados nos tratamentos com presença de cigarrinhas diferiram significativamente, porém, nessas proporções não chegaram a interferir negativamente no processo. Diante dos valores obtidos pode-se inferir que houve tendência de aumento do teor de fenólicos em plantas atacadas por cigarrinhas das raízes. Os tratamentos com composto orgânico, tanto na presença quanto na ausência de cigarrinhas, levou a um menor teor de fenólicos.

Tais resultados não convergem com diversos outros autores. RAJARATNAM (1971-1972), atribui a ocorrência de duas moléstias em plantas de dendezeiro relacionadas à ausência de polifenóis nos tecidos. Este autor correlaciona a ausência desses compostos com a carência de fatores nutricionais. Segundo este autor, a adubação orgânica proporciona uma modificação benéfica da fisiologia da planta e isto consiste numa estimulação da proteossíntese. Em outras palavras, não se trataria da adição de eventuais efeitos tóxicos, já que cada um dos elementos é utilizado abaixo do nível de eficácia, mas sim de uma ação sinérgica dos oligoelementos sobre a proteossíntese, com o respectivo aumento da resistência. É uma lei que se deveria ter presente quando são utilizados oligoelementos para a proteção da planta, uma vez que, agindo sobre o metabolismo, as repercussões destes produtos podem ser de interesse fundamental em relação à sua resistência.

Amido

O amido está presente naturalmente no caldo de cana-de-açúcar e deve ser removido durante a clarificação, pois, sua presença no xarope retarda a cristalização nos cozedores e o processo de filtração (AOKI e TAVARES, 1985; OLIVEIRA et al., 2007). Além disso, elevadas concentrações de amido podem reduzir a cristalização e diminuir o rendimento da sacarose. O fornecimento de açúcar de cana com alto teor de amido não é aceito em muitos países.

Os valores de amido diferiram significativamente, sendo os maiores valores observados nos tratamentos com presença da cigarrinha das raízes, e os menores valores nos tratamentos adubação mineral sem cigarrinhas, seguido pelo tratamento adubação orgânica sem cigarrinhas. Diante dos resultados é possível deduzir que o ataque do inseto praga aumenta o teor de amido no caldo.

Cabe destacar os resultados obtidos neste experimento em relação às fontes de adubação utilizadas. Nas parcelas com adubação orgânica os dados mostram valores mais baixos nos parâmetros prejudiciais ao processo de fabricação do açúcar: amido, e fenólicos, mesmo com presença de cigarrinhas. Esta fonte de nutrição está cada vez mais presente no setor sucroalcooleiro; é visível a crescente utilização de resíduos da indústria, tais com torta de filtro, vinhaça e o bagaço já decomposto que muitas vezes é enriquecido conforme sua composição. O uso de fontes orgânicas na nutrição do canavial traz inúmeros benefícios ambientais, sociais e econômicos para o setor sucroalcooleiro.

Épocas de colheitas

Os resultados da comparação pelo teste de Scott-Knott a 5% das médias dos tratamentos nas três épocas, para atributos físico-químicos da cana, estão apresentados nas tabelas a seguir:

Tabela 4. Valores de Brix para tratamentos em três épocas e média para as épocas

Fator A	Época 1		Época 2		Época 3		Média	
Mineral sem cigarrinha	19,75	e A	19,25	e B	17,53	e C	18,84	e
Mineral com cigarrinha	21,08	b B	22,23	a A	20,45	b C	21,25	b
Sem adubação e sem cigarrinha	20,73	c B	21,35	b A	18,28	d C	20,12	c
Sem adubação com cigarrinha	21,60	a B	22,43	a A	20,90	a C	21,64	a
Composto sem cigarrinha	21,13	b A	19,93	d B	15,98	f C	19,01	d
Composto com cigarrinha	20,43	d B	20,95	c A	19,38	c C	20,25	c
Média	20,78	B	21,02	A	18,75	C	20,18	

Letras iguais indicam não significância, minúsculas na coluna, maiúsculas na linha.

Época 1: mês de julho, época 2: setembro, época 3: dezembro.

Em relação às épocas de colheitas observou-se de forma geral que a época 2, ou seja, colheita realizada no mês de setembro, foi a que apresentou os maiores valores da variável Brix, comportamento esse de todos os tratamentos.

Tabela 5. Valores de POL % caldo em três épocas e média das épocas

Tratamentos	Época 1		Época 2		Época 3		Média	
Mineral sem cigarrinha	17,47	c A	16,43	e B	15,43	e B	16,44	e
Mineral com cigarrinha	18,48	a B	19,81	b A	18,82	b B	19,04	b
Sem adubação e sem cigarrinha	18,35	a B	19,17	c A	16,64	d C	18,05	c
Sem adubação com cigarrinha	18,98	a C	20,17	a A	19,42	a B	19,52	a
Composto sem cigarrinha	18,52	a A	17,62	d B	13,99	f C	16,71	d
Composto com cigarrinha	17,81	b B	18,91	c A	17,76	c C	18,16	c
Média	18,27	B	18,69	A	17,01	C		

Letras iguais indicam não significância, minúsculas na coluna, maiúsculas na linha.

Época 1: mês de julho, época 2: setembro, época 3: dezembro.

Em relação à pol caldo ocorreu um acréscimo nos tratamentos com presença de cigarrinhas sendo a segunda época com maiores valores.

Tabela 6. Valores de Pureza para cada época/tratamento e média de épocas

Teste de Scott-Knott a 5%											
Tratamentos	Época 1		Época 2		Época 3		Média				
Mineral sem cigarrinha	88,43	a A	85,35	d B	88,04	b A	87,27	c			
Mineral com cigarrinha	87,59	b C	89,16	b B	92,04	a A	89,60	a			
Sem adubação e sem cigarrinha	88,54	a C	89,79	a B	91,04	a A	89,79	a			
Sem adubação com cigarrinha	87,88	b C	89,97	a B	92,90	a A	90,25	a			
Composto sem cigarrinha	87,68	b B	88,43	c A	87,56	b C	87,89	b			
Composto com cigarrinha	87,21	b C	90,24	a B	91,67	a A	89,71	a			
Média	87,89	C	88,82	B	90,54	A					

Letras iguais indicam não significância, minúsculas na coluna, maiúsculas na linha.
Época 1: mês de julho, época 2: setembro, época 3: dezembro.

O item pureza mostrou a mesma tendência dos parâmetros pol % caldo e Brix: houve acréscimo com a presença de cigarrinhas, mostrando na média um incremento conforme a cana fica mais velha, característica de cana madura.

Tabela 7. Valores de Fibra % cana para épocas e tratamentos

Tratamentos	Época 1		Época 2		Época 3		Média		
Mineral sem cigarrinha	13,09	c B	14,49	b A	14,18	b A	13,92	c	
Mineral com cigarrinha	14,23	b C	15,19	a A	14,68	a B	14,70	a	
Sem adubação e sem cigarrinha	13,54	c B	14,57	b A	14,73	a A	14,28	b	
Sem adubação com cigarrinha	13,80	c B	14,60	b A	14,55	a A	14,32	b	
Composto sem cigarrinha	14,88	a A	14,67	b B	14,36	b C	14,64	a	
Composto com cigarrinha	13,49	c B	14,10	b A	14,25	b A	13,95	c	
Média	13,84	B	14,60	A	14,46	A			

Letras iguais indicam não significância, minúsculas na coluna, maiúsculas na linha.
Época 1: mês de julho, época 2: setembro e época 3: dezembro.

O item fibra mostrou níveis com leve superioridade na presença de cigarrinhas no tratamento químico e na ausência do inseto no tratamento orgânico, sendo a segunda época de colheita com a média superior neste item.

Tabela 8. Valores de Pol % cana para tratamentos e épocas

Tratamentos	Época 1			Época 2			Época 3			Média	
Mineral sem cigarrinha	14,51	c	A	13,32	d	B	12,58	d	B	13,47	e
Mineral com cigarrinha	15,05	b	B	15,86	a	A	15,21	b	B	15,37	b
Sem adubação e sem cigarrinha	15,13	b	B	15,52	b	A	13,43	c	C	14,69	d
Sem adubação com cigarrinha	15,58	a	C	16,32	a	A	15,72	a	B	15,87	a
Composto sem cigarrinha	14,91	c	A	14,24	c	B	11,37	e	C	13,50	e
Composto com cigarrinha	14,70	c	B	15,43	b	A	15,43	b	A	15,19	c
Média	14,98		B	15,11		A	13,96		C		

Letras iguais indicam não significância, minúsculas na coluna, maiúsculas na linha.
 Época 1: mês de julho, época 2: setembro e época 3: dezembro.

O item pol % cana demonstrou a mesma tendência dos itens pol % caldo, Brix, e pureza, apresentando maiores valores nas parcelas com a presença das cigarrinhas em todos os tratamentos, e também apresentando a segunda época com valores superiores, o que era de se esperar, pois a variedade utilizada neste ensaio é média/tardia com pico de sacarose no mês de setembro em nossas condições (BASSINELO, 1987).

Tabela 9. Valores de AR % cana para épocas e tratamentos

Tratamentos	Época 1			Época 2			Época 3			Média	
Mineral sem cigarrinha	0,51	a	B	0,58	a	A	0,51	a	B	0,53	a
Mineral com cigarrinha	0,52	a	A	0,47	b	B	0,39	c	C	0,46	c
Sem adubação e sem cigarrinha	0,50	a	A	0,45	b	B	0,42	b	C	0,46	c
Sem adubação com cigarrinha	0,51	a	A	0,45	b	B	0,37	d	C	0,44	d
Composto sem cigarrinha	0,51	a	A	0,49	b	B	0,52	a	A	0,51	b
Composto com cigarrinha	0,54	a	A	0,45	b	B	0,40	b	C	0,46	c
Média	0,51		A	0,48		B	0,43		C		

Letras iguais indicam não significância, minúsculas na coluna, maiúsculas na linha.
 Época 1: mês de julho, época 2: setembro e época 3: dezembro.

Para AR % cana ocorreu decréscimo dos valores ao longo das épocas demonstrando o processo de maturação da planta, e tendo os tratamentos com cigarrinhas valores menores em comparação com tratamentos sem a presença do inseto.

Tabela 10. Valores de ART % cana para épocas e tratamentos

Tratamentos	Época 1	Época 2	Época 3	Média
Mineral sem cigarrinha	15,78 c A	14,60 d B	13,74 e B	14,71 e
Mineral com cigarrinha	16,36 b B	17,16 b A	16,40 b B	16,64 b
Sem adubação sem cigarrinha	16,42 b B	16,79 b A	14,55 d C	15,92 d
Sem adubação com cigarrinha	16,91 a C	17,63 a A	16,92 a B	17,15 a
Composto sem cigarrinha	16,20 c A	15,48 c B	12,48 f C	14,72 e
Composto com cigarrinha	16,01 c B	16,69 b A	15,63 c C	16,11 c
Média	16,28 A	16,39 A	14,95 B	

Letras iguais indicam não significância, minúsculas na coluna, maiúsculas na linha.
Época 1: mês de julho, época 2: setembro e época 3: dezembro.

Açúcares redutores totais são representados por Pol e açúcares redutores, o que leva ao acompanhamento da tendência apresentada por estes parâmetros já citados, ou seja, aumento dos valores em presença de cigarrinhas, e segunda época como a de maior concentração. Em relação aos tratamentos de nutrição, ausência de adubação mostra valor ligeiramente superior.

Tabela 11. Valores de Fenólicos caldo para épocas e tratamentos

Tratamentos	Época 1			Época 2			Época 3			Média		
Mineral sem cigarrinha	106,78	b	B	121,07	b	A	121,39	c	A	116,41	c	
Mineral com cigarrinha	114,27	a	B	129,98	a	A	135,23	a	A	126,49	a	
Sem adubação sem cigarrinha	102,72	b	B	130,93	a	A	129,02	b	A	120,89	b	
Sem adubação com cigarrinha	111,46	a	C	133,00	a	A	129,18	b	B	124,55	a	
Composto sem cigarrinha	97,10	c	C	117,58	b	B	128,87	b	A	114,51	c	
Composto com cigarrinha	105,53	b	C	111,38	c	B	136,97	a	A	117,96	c	
Média	106,31		C	123,99		B	130,11		A			

Letras iguais indicam não significância, minúsculas na coluna, maiúsculas na linha.
 Época 1: mês de julho, época 2: setembro e época 3: dezembro.

Os teores de fenólicos evoluíram com as épocas de colheita nos tratamentos químico e orgânico. Tais valores corroboram com dados obtido por Simioni (2006). A autora apresenta o gráfico a seguir onde demonstra a evolução da quantidade do compostos fenólicos em 654 amostras coletadas em usinas do grupo COSAN, amostras coletadas de plantas com idade de 10 a 16 meses, analisadas nos meses de agosto, setembro e outubro de 2002:

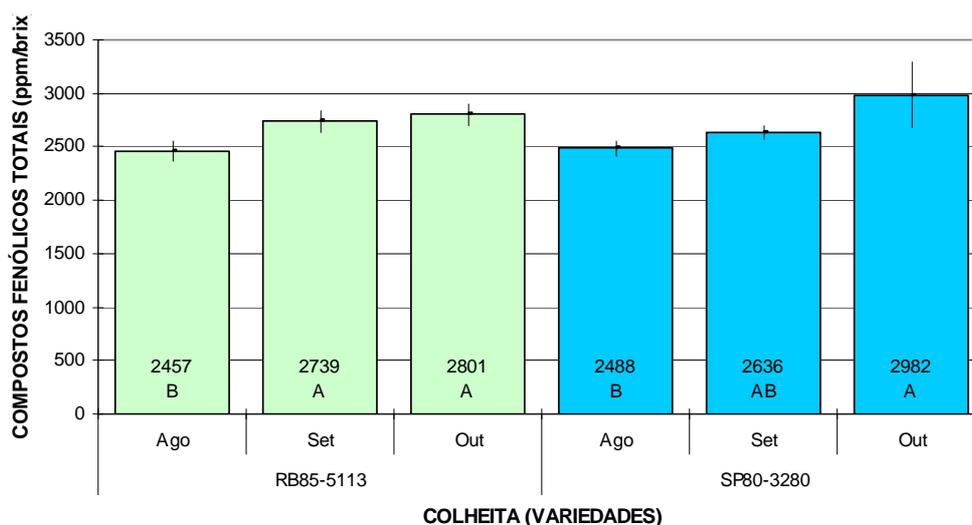


Gráfico 4. Evolução dos teores de compostos fenólicos nos meses de agosto, setembro e outubro em duas variedades de cana.

Fonte: (Simioni, 2006)

O tratamento sem adubação apresentou valores superiores de fenólicos na segunda época de colheita. Em todos os tratamentos de nutrição a presença de cigarrinhas conferiu maior teor de compostos fenólicos. Porém, a época 1, colheita no mês de julho, foi a que apresentou o menor valor de compostos fenólicos. Em função talvez do tempo de infestação das cigarrinhas, ou seja, menor tempo de infestação, menor produção de compostos fenólicos.

Tabela 12. Valores para Amido caldo para tratamentos e épocas

Tratamentos	Época 1	Época 2	Época 3	Média
Mineral sem cigarrinha	203,14 c A	157,29 e A	213,81 f A	191,42 e
Mineral com cigarrinha	507,53 b A	465,57 b A	437,12 b A	470,07 b
Sem adubação sem cigarrinha	389,47 b A	334,00 c A	331,16 d A	351,54 c
Sem adubação com cigarrinha	576,51 a A	586,47 a A	482,64 a B	548,54 a
Composto sem cigarrinha	419,34 b A	145,54 e C	252,22 e B	272,37 d
Composto com cigarrinha	442,10 b A	278,53 d C	388,76 c B	369,80 c
Média	423,02 A	327,90 C	350,95 B	

Letras iguais indicam não significância, minúsculas na coluna, maiúsculas na linha.
Época 1: mês de julho, época 2: setembro e época 3: dezembro.

O teor de amido foi superior na primeira época de colheita na maioria dos tratamentos, exceto químico sem cigarrinha e sem adubação com cigarrinha. O maior valor de amido mostrou-se na presença de cigarrinhas em todos os tratamentos e em todas as épocas.

Tabela 13. Valores de AR % caldo para épocas e tratamentos

Tratamentos	Época 1			Época 2			Época 3			Média	
Mineral sem cigarrinha	0,50	b	B	0,76	a	A	0,74	a	A	0,67	a
Mineral com cigarrinha	0,28	c	B	0,81	a	A	0,23	b	C	0,44	b
Sem adubação sem cigarrinha	0,26	c	C	0,55	b	A	0,39	b	B	0,40	b
Sem adubação com cigarrinha	0,18	c	B	0,29	c	A	0,14	b	C	0,20	c
Composto sem cigarrinha	0,65	a	B	0,61	b	C	0,73	a	A	0,67	a
Composto com cigarrinha	0,24	c	B	0,31	c	A	0,20	b	C	0,25	c
Média	0,35		C	0,55		A	0,41		B		

Letras iguais indicam não significância, minúsculas na coluna, maiúsculas na linha.

Época 1: mês de julho, época 2: setembro e época 3: dezembro.

Para AR % caldo os maiores valores foram obtidos na segunda época para todos os tratamentos, exceto no tratamento composto sem presença de cigarrinhas. A presença de cigarrinhas diminuiu o teor de açúcares redutores em todas as épocas

Tabela 14. Médias das épocas para os seis tratamentos e significância das diferenças relativas a atributos físico-químicos da cana-de-açúcar e do caldo

Atributos	Época 1		Época 2		Época 3	
Brix	20,78	B	21,02	A	18,75	C
Pol % cana	14,98	B	15,11	A	13,96	C
Pureza	87,89	C	88,82	B	90,54	A
Fibra % cana	13,84	B	14,60	A	14,46	A
AR % cana	0,51	A	0,48	B	0,43	C
ART % cana	16,28	A	16,39	A	14,95	B
Pol % caldo	18,27	B	18,69	A	17,01	C
Fenólicos caldo	106,31	C	123,99	B	130,11	A
Amido caldo	423,02	A	327,90	C	350,95	B
AR % caldo	0,35	C	0,55	A	0,41	B

Obs. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Época 1: mês de julho, época 2: setembro e época 3: dezembro.

As médias das épocas demonstram a segunda época de colheita como a que apresenta maiores teores de itens favoráveis ao maior rendimento do processo de fabricação do açúcar, tais como pol % caldo e cana, Brix e pureza.

O amido, cuja alta concentração é prejudicial ao processo, de recuperação de açúcar, teve seus valores mais baixos na segunda época de colheita (mês de setembro). Os itens fenólicos caldo tiveram seus teores acrescidos com o passar das épocas de colheita.

A segunda época foi indicada principalmente visando a fabricação de açúcar visto o maior teor de pol caldo e pol cana, o que gera maior rendimento de formação de cristais, e menor quantidade de amido, pois altas concentrações de amido exercem influência negativa na clarificação, centrifugação, na formação dos cristais e conseqüentemente afeta a quantidade de açúcar recuperável.

5. CONCLUSÕES

- A infestação por cigarrinha-das-raízes em parcelas com adubação mineral e sem adubação aumentou o teor de compostos fenólicos, em comparação aos tratamentos sem a presença do inseto.
- As plantas de cana-de-açúcar adubadas com composto orgânico produziram caldo com menor teor de compostos fenólicos tanto na presença com na ausência do inseto.
- A infestação por cigarrinha-das-raízes aparentemente ocasionou maior quantidade de amido no caldo.
- A segunda época de colheita, mês de setembro, foi a que apresentou maiores teores de pol, Brix e menores de amido.

6. CONSIDERAÇÕES

- Neste experimento foram adicionados aos vasos do tratamento; presença de cigarrinha-das-raízes, palha em parte já decomposta, para a manutenção dos insetos. Como sugestão de investigação citamos a análise da palha remanescente da colheita mecânica, e as condições em que ocorre a mineralização, disponibilidade e seus possíveis benefícios às plantas de cana-de-açúcar.

- No tratamento composto orgânico, assim como a adição de calcáreo em todos os tratamentos, o cálculo foi realizado com base na análise de solo sobre a camada 0 a 20 cm, e aplicou-se no experimento a quantidade calculada sobre o volume total do vaso de 50 litros, devido a esse fato pode-se ter ocorrido diluição dos insumos adicionados.

- Para uma investigação sobre a influência do ataque de cigarrinha-das-raízes no caldo da cana-de-açúcar, haveria a necessidade do controle do número de insetos adicionados às plantas, assim como a fase em que se encontram.

- Em relação à palhada e presença de cigarrinha-das-raízes, recomendamos a adição de palha de mesma condição em todos os tratamentos, e após, realizar a comparação da composição do caldo nos tratamentos com a presença e ausência da cigarrinha-das-raízes.

7. REFERÊNCIAS

ALEXANDER, A. G. **Sugarcane physiology: a comprehensive study of the Saccharum source-to-sink system.** Amsterdam: Elsevier, 1973. 725 p.

ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A.; SANTOS, A. S. Controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata*, com o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 22, n. 4, p. 42-45, 2004.

AMBIENTEBRASIL. **Principais produtos orgânicos produzidos no Brasil.** Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acessado em: 10 de abril de 2012.

AMORIM, H. V. **Métodos analíticos para o controle da produção de álcool e açúcar.** 2. ed. Piracicaba: FEALQ: 1996. 194 p.

ANJOS, I. A. dos; ANDRADE, L. A. de B.; GARCIA, J. C.; FIGUEIREDO, P. A. M. de; CARVALHO, G. J. de. Efeitos da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos agrícola e de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana-de-açúcar (cana-planta). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.1, p.59-63, jan./fev., 2007.

AOKI, I. V.; TAVARES, F. A. Carbonatação de açúcares brutos brasileiros: fatores que influenciam e verificação da eficiência pelo índice de filtrabilidade. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 4, p. 46-52, 1985.

APPEL, H. M. Phenolics in ecological interactions: the importance of oxidation. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, p. 1521-1552, 1993. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agrissearch/search/display.do?f=1995/US/US95216.xml;US9443424>>. Acesso em: 23 abr. 2012.

BACCHI, O. O. S. Botânica da cana de açúcar. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord.). **Nutrição e Adubação da cana de açúcar no Brasil**, Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983. p. 25-37.

BARRETO, T. R.; TINAZO, V. A.; CONGIO, G. F. S.; ALMEIDA, P. C.; CORSI, M.; MENDES, L. S.; DALTRO, F. P. Controle químico de cigarrinhas em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e seu efeito sobre a produtividade de novilhas nelore em recria. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.

BAYMA, C. **Tecnologia do Açúcar: da matéria prima à evaporação.** Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Álcool, 1974. 292p.

BOVI, R.; SERRA, G. E. Impurezas fibrosas da cana-de-açúcar e parâmetros tecnológicos do caldo extraído. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 885-896, 1999.

BSES - BUREAU OF SUGAR EXPERIMENT STATIONS BRISBANE-BSES. **The standard laboratory manual for Australian sugar mills:** Analytical methods and tables. Brisbane, 1991.v. 2. (BSES Publications. Methods 29. Phenolic acids: determination in raw sugar, syrups and cane juice).

BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. **Biochemistry & biology of plants.** Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1.367p.

CASSOL, J. **A produção de cachaça como alternativa de renda para a agricultura familiar:** Estudo de caso na Agroindústria da família Robaert Marcelino Ramos/RS. 2006. 60 f. Monografia (Graduação) - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Sananduva, 2006.

CLARKE, M. A.; BLANCO, R. S.; GODSHALL, M. A. Colorant in raw sugars. INTERNATIONAL SOCIETY SUGAR CANE TECHNOLOGISTS CONGRESS, 19., Jacarta, 1986. **Proceedings...** Jacarta: ISSCT, 1986. p. 670-682. v. 2.

COCK, J. H. Sugarcane growth and development. **International Sugar Journal,** Glamorgan, v. 105, n. 1259, p. 540-552, 2003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO –CONAB. **Cana de açúcar, safra 2012/2013: primeiro Levantamento abril/2012.** Disponível em:<www.conab.gov.br>. Acesso em: 5 dez. 2011.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ALCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CONSECANA. **Manual de Instruções.** 5. ed. Piracicaba, 2006. 111 p.

COPERSUCAR. **Clarificação.** São Paulo: Centro de Tecnologia Copersucar, 1994. 58p.

COSAN. **Mercado brasileiro de açúcar,** 2009. Disponível em: <<http://www.cosan.com.br/cosan2009>>. Acesso em: 5 de dez. 2011.

CRUSCIOL, C. A. C. et al. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 40, n. 2, p. 161-168, fev. 2005.

CRUZ, I.; DA SILVA, I. F.; PAULA, C. S.; FIGUEIREDO, M. L. C.; NETO, M. M. G.; SILVA, R. G. Damage of the spittlebug *Deois flavopicta* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) to maize in intercropping system with *Brachiaria* grass. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo,** Sete Lagoas, v. 8, n. 2, p. 117-130, 2009.

CENTRO DE TECNOLOGIA COPERSUCAR. **Manual de métodos e análises para açúcar.** Piracicaba, 2002.

DELGADO, A. A. **A clarificação do caldo de canas despalhadas manualmente e a fogo, em função do tempo de espera para a industrialização.** Piracicaba, 1975. 148 f. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1975a.

DELGADO, A. A. **Tecnologia dos Produtos Agropecuários.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, 1975b.

DELGADO, A. A.; CESAR, M. A. A. **Elementos de Tecnologia e Engenharia do Açúcar de Cana.** v. 1. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, 1977. 1061p.

DELGADO, A. A.; CESAR, M. A. A. **Elementos de Tecnologia e Engenharia do Açúcar de Cana.** v. 1. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, 1989. 752p.

DELGADO, A. A.; CESAR, M. A. A. **Elementos de Tecnologia e Engenharia do Açúcar de cana.** Piracicaba, 1990. 452p.

DESER-DEPARTAMENTO DE ESTUDOS SÓCIO-ECONÔMICOS RURAIS. **Estudo exploratório 04: a conjuntura da produção de cana-de-açúcar no Brasil e a dinâmica das exportações de açúcar no mercado mundial.** Curitiba, 2005. disponível em :http://www.mda.gov.br/saf/arquivos/estudo_cana-de_açucar.pdf. Acesso em 24 set. 2012.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G.; CARVALHO, P. A. M. Influência da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*, sobre a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 19, n. 2, p. 34-35, 2000b.

DINARDO MIRANDA, L. L. **Cigarrinha das raízes em cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2003. 70 p.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G. Eficiência de inseticidas no controle da cigarrinha das raízes *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae), em cana de açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 22, n. 3, p. 35-39, 2004.

EGGLESTON, G.; VERCELLOTTI, J. R. Degradation of sucrose, glucose and fructose in concentrated aqueous solutions under constant pH conditions at elevated temperature. **Journal of Carbohydrate Chemistry**, v. 19, n. 9, p. 1305 – 1318, 2000. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07328300008544153#preview>>. Acesso em: 23 abr. 2012.

EL-KADER, A. A.; MANSOUR, A. E. K.; YASSIN, A. A. Influence of clarification on sugar cane juice by the sulphitation and phosphatation processes. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR-CANE TECHNOLOGISTS CONGRESS, 18., 1983, Cuba. **Proceedings...** Cuba: ISSCT, 1983. p. 507-530.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA - **Cana-de-açúcar**. 2012. Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadeacucar/arvore/CONTAG01_138_22122006154842.html>. Acesso em: 26 abr. 2012.

FELIPE, D. C. **Produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)** 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba- Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB: UFPB/CCA, 2008.

FEWKES, D. W. The biology of sugar cane froghoppers, p.283-307. In. WILLIAMS, J. R. et al. (Ed.). **Pests of sugar cane**. Amsterdam: Elsevier, 1969. 568 p.

FIEMG - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS.

Cresce Minas: um projeto brasileiro. Belo Horizonte, 1999. Disponível em:

<<http://www.cresceminas.org.br>>. Acessado em: 4 de março de 2012.

FORNARI, E. **Manual prático de agroecologia**. Rio de Janeiro: Aquariana, 2002. 240p.

FURLANI NETO, V. L.; FERNANDES, J.; MIALHE, L. G. Avaliações nas cargas de cana-de-açúcar colhidas mecanicamente. **Brasil Açucareiro**, v. 96, n. 3, p. 25-30, 1980.

GARCIA, J. F. **Bioecologia e manejo das cigarrinhas das raízes *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae)** 2006. 99 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ Piracicaba, 2006.

GODOY, A. A visão fermentec para o açúcar. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO AGROINDUSTRIAL, 10., Ribeirão preto, 2009. **A usina nota 10**. Ribeirão Preto: SBA, 2009. Slides 11-20.

GODSHALL, M. A. Removal of colorants and polysaccharides and the quality of white sugar. In: ASSOCIATION A. V. H. SYMPOSIUM, 6. 1999, Reims. **Proceedings...**Reims: Association Andrew van Hook, 1999. p. 28-35.

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

GUIMARÃES, E. R.; MUTTON, M.A.; FERRO, M.I.T.; SILVA, J.A. da; MUTTON, M.J.R. Níveis constitutivos de compostos fenólicos podem estar relacionados à resistência da cana-de-açúcar à cigarrinha-das-raízes. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 1, n. 3, p. 357-365, set./dez., 2008.

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

HAHLBROCK, K.; SCHEEL, D. Physiology and molecular biology of phenylpropanoid metabolism. **Annual Review in Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 40, p. 347-369, 1989. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.pp.40.060189.002023>>. Acesso em: 23 abr. 2012.

HAMERSK, F. **Estudo de variáveis no processo de carbonatação do caldo de cana-de-açúcar**. 2009, 148 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. – Curitiba, 2009.

HOLMANN, F.; PECK, D. C. Economic damage of grassland spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in Colombia: a first approximation of impact on animal production in *Brachiaria decumbens*. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, p.275-284, 2002.

HONIG, P. **Principles of sugar technology**. New York: Elsevier Publishing Company, v. 1, 1953.

HONIG, P. **Princípios de tecnologia azucareira**. México: Continental, 1969, v. 1.

HONIG, P. **Principles of sugar technology**. New York: Elsevier Publishing Company, 1973. 767p.

HUMBERT, R. P. **El cultivo de la caña de azucar**. México, D. F.: Companhia Editorial Continental, 1974. 719p.

HUGOT, E. **Manual da engenharia açucareira**. São Paulo: Mestre Jou, 1977. v.1

IRVIN, P.C.; DOYLE, C.D. Some measurements of the effect of tops and trash on cane quality. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 11., Brisbane, 1989. **Proceedings**. Brisbane: Watson Ferguson, 1989. p. 37-42. v. 6.

JENKINS, G.H. **Introduction to cane sugar technology**. New York: Elsevier Publishing Company, 1966. 478p

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985 492p.

KINGSTON, G.; DONZELLI, J.L.; MEYER, J. H.; RICHARD, E. P.; SEERUTTUN, S.; TORRES, J.; VAN ANTWERPEN, R. Impact of the green cane harvest and production system on the agronomy of sugarcane. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 25., 2005, Guatemala City. **Proceedings...** Guatemala City: D. M. Hogarth. 2005. p. 521-533.

KOBLITZ, M. G. B.; MORETTI, R. H. Polysaccharide removal from refined sugar syrup. **Internacional Sugar Journal**, Wales, ENG, v. 101, n. 1206, p. 323-325, 1999.

LANDELL, M. G. A.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A.; VASCONCELOS, A. C. M.; PINTO, L. R.; CRESTE, S. Desenvolvimento e critérios de manejo de variedades. In: RIPOLI, T. C. C. P.; CASAGRANDE, D. V.; IDE, B. Y. **Plantio de cana-de-açúcar: Estado da arte**. Piracicaba: TCC, 2006. p.163-172. v. 1.

LARRAHONDO, J. E. 1995. **Calidad de la caña de azúcar**. En: Cassalet, C.; J. Torres e C. Issacs (eds.), El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia, Cenicaña, Cali, Colombia, pp. 337-354.

LEFF, B.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. Geographic distribution of major crops across the world. **Global Biogeochemical Cycles**, Washington, v. 18, GB. 1009, p. 1-27, jan. 2004.

LEME JR., J; BORGES, J. M. **Açúcar de cana**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1965. 328p.

LIMA, E. C. C. B. **Utilização de quitosana no processo de clarificação de caldo para fabricação de açúcar do tipo mascavo**. 2005. 87 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LOPES, C. H. Segue a batalha pelo açúcar branco de qualidade. **JornalCana**, 2008. Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br/pdf/179/%5Ctenindl.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2009.

LOPES, C. H.; BORGES, M. T. M. R. **Proposta de normas e especificações para açúcar mascavo, rapadura e melado de cana**. Araras: DTAiSER / CCA – UFSCar, 2004. 10 p. Relatório Interno.

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. 71-77, 2000.

MACHADO, R. **Sistemas de produção orgânicos para a soca da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*), consorciado com milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e mandioca (*Manihot esculenta*)**. 2008, 83 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e desenvolvimento Rural)- Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, Araras, 2008.

MADALENO, L. L., **Infestação de *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) e controle químico na qualidade da matéria-prima e clarificação do caldo de cana**. 2006, 50 f. Dissertação de Mestrado em Agronomia)- Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

MADOM, P. O teor de sais das diversas variedades de cana e sua influência na fabricação de açúcar e no esgotamento das terras. **Brasil Açucareiro**, São Paulo, SP, v. 20, n. 2, p. 89-92, 1942.

MAFRA, P. H. **Sulfitação do caldo de cana-de-açúcar e aspectos ambientais decorrentes: ênfase às emissões de dióxido de enxofre**. 2004. 159 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

MALUF, R. S. J. Políticas agrícolas e de desenvolvimento rural e a segurança alimentar. In: LEITE, S. (Org.). **Políticas públicas e a agricultura: estado e desenvolvimento rural no Brasil do final do século XX**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 145-168.

MATSUOKA, S.; MARGARIDO, L. A. C.; LAVORENTI, N. A.; ELIAS JÚNIOR, R.; PINELL, D. M. Comportamento de variedades da cana-de-açúcar em um sistema orgânico de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 8., 2002. Recife, **Anais do Oitavo Congresso Nacional da STAB**. Recife (s.n.), 2002. p. 301-308.

MEDEIROS, F. **Processos de fabricação de açúcar**. Recife: Medeiros Consultoria, 2008. 147 p. Apostila.

MENDONÇA, A. F.; BARBOSA, G. V. S.; MARQUES, E. J. As cigarrinhas da cana-de-açúcar (Hemiptera: Cercopidae) no Brasil. In: MENDONÇA, A. F. (Ed.). **Pragas da Cana-de-Açúcar**. Maceió: Insetos & Cia., 1996. 200 p.

MERSAD, A.; LEWANDOWSKI, R.; HEYD, B.; DECLOUS, M. Colorants in the sugar industry: laboratory preparation and spectrometric analysis. **International Sugar Journal**, Glamorgan, v. 105, n. 1254, p. 269-281, 2003.

MEYER, E. The impact of green cane production systems on manual and mechanical farming operations. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 25., 2005, Guatemala City. **Proceedings...** Guatemala City: D. M. Hogarth. 2005. p. 500-511.

NATIVE ALIMENTOS – **Cana orgânica promove aumento da biodiversidade**. Disponível em: <http://www.nativealimentos.com.br/noticias.php?i=1>. Acesso em 24 set. 2012.

NUTT, K. A.; O'SHEA, M. G.; ALLSOPP, P. G. Feeding by sugarcane whitegrubs induces changes in the types and amounts of phenolics in the roots of sugarcane. **Environmental and Experimental Botany**, v. 51, p. 155-165, 2004.

OLIVEIRA, D. T.; ESQUIAVETO, M. M. M.; SILVA JÚNIOR, J. F. Impacto dos itens da especificação do açúcar na indústria alimentícia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, p. 99-102, ago. 2007.

PASCHOAL, A. D. **Produção Orgânica de Alimentos; agricultura sustentável para os séculos XX e XXI**. São Paulo: Globo, 1994. 191 p.

PATINO, M. T. O.; PRATES, G; PIMENTEL, C. R., MARASSIA D. C.C. **Perspectivas para o açúcar brasileiro no mercado internacional.** Disponível em: <<http://www.ifbae.com.br/>>. Acesso em: 14 abr. 2012.

PRATI, P.; MORETTI, R. H.; CARDELLO, H. M. A. B. Elaboração de bebida composta por mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sucos de frutas ácidas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25 n 1, p. 147-152, jan./mar. 2005.

QUDSIEH, H. Y.; YUSOF, S.; OSMAN, A.; RAHMAN, R. A. Effect of maturity on chlorophyll, tannin, color, and polyphenol oxidase (PPO) activity of sugarcane juice (*Saccharum officinarum* var. Yellow cane). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 50, p. 1615-1618, 2002.

QUIRINO, T.R. Agricultura e meio ambiente: tendências. In: SILVEIRA, M. A. da: VILELA, S. L. de O. (Ed.). **Globalização e sustentabilidade da agricultura.** Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. p. 109-138. (Documentos, 15).

RAIJ,B.V.;CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: IAC, 1997. 256p.

REIN, P. **Ingenieria de la Caña de Azúcar.** Berlin: Ed. Bartens, 2012.

RAJARATNAM J.A. **Boron nutrition and susceptibility or red spider mires in oil palm seedlings** – A preliminary study. “Malaysian Agricultural Research”,1, (1), 1972 pp. 60-62.

RAJARATNAM J.A. **Boron: possible role in plant metabolism.** “Science”, 1971. vol. 172, nº 3988.

RAVANELI, G. C. **Efeito da cigarrinha-das-raízes com tratamento químico sobre a qualidade da matéria-prima e fabricação de álcool.** 2005. 71f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2005.

ROSSETO, C. J.; MARTINS, J. F da S.; SCHMIDT, N. C.; AZZINI, L. E. Danos causados por cigarrinhas de pastagens (*Deois flavipicta* e *D. Schach*) em arroz. **Bragantia**, Campinas, v. 37, n. 1, p. 35-37, 1978.

SAEMA Serviço de Água, Esgoto e Meio Ambiente do município de Araras. **Índices pluviométricos, 2010 e 2011.** Disponível em: <http://www.saema.com.br/>. Acesso em: 17 de abr. de 2012.

SAKANE, Y. E. M. **As políticas de exploração da cana-de-açúcar no Brasil: da ocupação colonial à produção moderna.** 2006. 175p. Dissertação (Mestrado em Educação, Administração e Comunicação) - Universidade São Marcos, São Paulo, 2006.

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

SHARMA, S. C.; JOHARY, P. C. Amino-acid removal during cane juice clarification. **International Sugar Journal**, v. 86, n. 1021, p. 7-11, 1984.

SILVA, R. J. N. et al. Infestation of froghopper nymphs change de amounts of total phenolics in sugarcane. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 543-546, 2005.

SILVA, R. B.; WOLQUIND, C. Z.; DA SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; DA SILVA, F. T. C. Aplicação da produção mais limpa no processo de clarificação do caldo de cana para produção de açúcar. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., Rio de Janeiro, 2008. **A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008.

SIMIONI, K. R.; SILVA, L. F. L. F.; BARBOSA, V.; RÉ, F.E.; BERNADINO, C. P.; LOPES, M. L.; AMORIM, H. V.; et al. Efeito da variedade e época de colheita no teor de fenóis totais em cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 24, n. 3, p. 36-39, 2006.

STINGEL, E. **Distribuição espacial e plano de amostragem para a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854), em cana-de-açúcar**. 2005. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

STUPIELLO, J. P.; FERNANDES, A. C. Qualidade da matéria-prima proveniente das colhedoras de cana picada e seus efeitos na fabricação de álcool e açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 2, p. 45-49, 1984.

SUZART, C. A. G. MOLINA, G.; BERGARA, S.; QUEIROZ, T.; DAISUKE, M.; MORETTI, R. H. Caracterização de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* ssp.) para a produção de caldo de cana: Rendimento de caldo e valor de brix. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 21., Belo Horizonte, 2007. **Anais...** Campinas: SBCTA, 2007.

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

TAMBOSCO, N. TEIXEIRA, J.P.B.; GHERALDI FILHO, L.; USTULIN, E.J.; HENRIQUE, J.L. de P.; ALONSO, O.; CORREA, W.J.; FRANCESCHI, L.R.; GERALDI, R. N.; SALATA, J.C.; SERRA, G.E. Trash in mechanical and manual harvesting of sugar cane. In: INTERNATIONAL SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16., São Paulo, 1977. **Proceedings...** São Paulo: ISSCT, 1979. v. 2, p. 1975-1979.

TRENTO FILHO, A. J. **Produção de cana-de-açúcar e qualidade da cachaça em Morretes**, PR. 2008. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências) -Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA – UDOP. **Exportação anual de açúcar 2011.** Disponível em: <http://www.udop.com.br/download/estatistica/acucar/11jan12_exportacao_anual_acucar.pdf> Acesso em: 26 mar. 2012.

VICKERS, J. E. et al. Overexpression of polyphenol oxidase in transgenic sugarcane. Results in darker juice and raw sugar. **Crop Science**, Madison, v. 45, p. 354-362, 2005.

YOKOYA, F. **Fabricação da aguardente de cana.** Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”, 1995. 92p. (Manual Técnico- Série Fermentações Industriais, n.2).