



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

**INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO, CONVENCIONAL E
ORGÂNICO, NA QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*) E
DO AÇÚCAR MASCAVO**

FAUSTO FABRÍCIO MINGUETTI

Araras

2012



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

**INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO, CONVENCIONAL E
ORGÂNICO, NA QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp) E
DO AÇÚCAR MASCAVO**

FAUSTO FABRÍCIO MINGUETTI

**ORIENTADORA: Profa. Dra. MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES
CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI**

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**

M664is

Minguetti, Fausto Fabrício.

Influência dos sistemas de produção, convencional e orgânico, na qualidade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e do açúcar mascavo / Fausto Fabrício Minguetti. -- São Carlos : UFSCar, 2013.
76 f.

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

1. Cana-de-açúcar. 2. Açúcar mascavo. 3. Cultivo convencional. 4. Cultivo orgânico. I. Título.

CDD: 633.61 (20ª)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
DE

FAUSTO FABRÍCIO MINGUETTI

APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL, DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO CARLOS, **EM 27 DE SETEMBRO de 2012.**

BANCA EXAMINADORA:



Prof.^a. Dr.^a. MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES
ORIENTADORA
PPGADR/UFSCar



Prof. Dr. LUIZ ANTÔNIO CORRÊA MARGARIDO
PPGADR/UFSCar



Prof. Dr. SIZUO MATSUOKA
VIGNIS

AGRADECIMENTOS

A minha família, pela confiança, apoio e motivação.

A Profa. Dra. Orientadora, Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges, pela sua ajuda, compreensão, paciência, ensinamentos e braço amigo em todas as etapas deste trabalho.

A Profa. Dra. Co-orientadora, Marta Regina Verruma Bernardi pela ajuda, apoio, compreensão e ensinamentos.

Aos Profs. Drs. Margarido, Caetano, Claudio, Castilho pela ajuda na realização do trabalho.

Aos meus grandes amigos Marcos Vinícius e Everaldo Fernandes, pelo companheirismo e apoio em relação a esta jornada.

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

Aos grandes amigos e funcionários do laboratório Last, Renato, Ignácio, Gilberto e Zilda, pela força amiga, apoio e aprendizado, coisas que lembrarei pelo resto da minha vida.

Aos alunos e grandes amigos Renato Brancher, Fernando, Gisele, Marcos Pavão, Daiara, pela ajuda e força amiga.

Ao grande amigo e companheiro de viagem João Marcos pela ajuda e companheirismo.

Aos amigos João Apolari e Ricardo Coeli pela ajuda no projeto.

A secretária do PPGADR, Claudia, pela força, ajuda e motivação.

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

Aos que não impediram a finalização deste estudo.

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DA LITERATURA	03
2.1 Alimentação e estilo de vida	03
2.2 Agricultura orgânica.....	06
2.3 Qualidade dos alimentos orgânicos.....	08
2.4 Certificação orgânica.....	11
2.5 Agricultura convencional.....	11
2.6 Contaminação de alimentos.....	13
2.7 Cana-de-açúcar.....	15
2.7.1 Variedades.....	16
2.7.2 Tratos culturais.....	16
2.7.3 Colheita.....	17
2.7.4 Cana-de-açúcar orgânica.....	17
2.7.5 Características tecnológicas da cana.....	20
2.8 Produtos artesanais da cana-de-açúcar.....	27
2.8.1 Açúcar mascavo.....	28
2.8.2 Qualidade do açúcar mascavo.....	33
3 MATERIAL E MÉTODOS	37
3.1 Plantio, adubação e colheita da cana.....	37
3.2 Análises físico-químicas.....	41

3.3	Produção do açúcar mascavo.....	42
3.4	Análises sensoriais do açúcar mascavo.....	42
3.4.1	Análise descritiva quantitativa (ADQ).....	42
3.4.2	Avaliação da preferência da aparência, cor e textura visual do açúcar mascavo.....	44
3.5	Análise estatística.....	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1	Análises físico-químicas de cana e caldo.....	45
4.2	Açúcar mascavo.....	55
4.2.1	Avaliação físico-química.....	55
4.2.2	Avaliação sensorial.....	59
5	CONCLUSÕES	65
6	REFERÊNCIAS.....	66

ÍNDICE DE TABELAS

	Pagina
Tabela 1 – Análise química das amostras de solo retiradas da área do experimento.....	39
Tabela 2 – Quantidades de adubos e corretivos utilizados nos respectivos tratamentos.....	39
Tabela 3 – Resultados de Brix % cana, obtidos para os diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	46
Tabela 4 – Resultados de pol % cana das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	46
Tabela 5 – Resultados de pol % caldo das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	47
Tabela 6 – Resultados de pureza das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	47
Tabela 7 – Resultados de fibra % cana das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	48
Tabela 8 – Resultados de ART % cana das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	48
Tabela 9 – Resultados de ATR das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	49
Tabela 10 – Resultados de AR % caldo das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	50
Tabela 11 – Resultados de AR % cana das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	50
Tabela 12 – Resultados de nitrogênio amínico em mg/L obtidos para as amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	51
Tabela 13 – Resultados de pH das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	52
Tabela 14 – Resultados de acidez (mg H Ac/ 100 mL) de caldo, das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	53
Tabela 15 – Resultados de cinzas % caldo, das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	54
Tabela 16 – Resultados de potássio (mg/100mL) em caldo, das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	54
Tabela 17 – Resultados de fenólicos das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.....	55
Tabela 18 – Comparação entre médias dos resultados de análises físico-químicas de açúcares mascavos produzidos a partir de cana-de-açúcar cultivada em seis sistemas de produção diferentes.....	56

Tabela 19 - Atributos sensoriais de açúcar mascavo, respectivas definições e referências utilizadas.	60
Tabela 20 - Resumo da análise de variância para os provadores selecionados.....	61
Tabela 21 – Comparação entre médias da análise sensorial de atributos de açúcares mascavos produzidos a partir de cana-de-açúcar cultivada em seis sistemas de produção diferentes.....	61
Tabela 22 – Resultados da análise de preferência (cor e textura) de açúcares mascavos produzidos em diferentes sistemas de adubação.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1 – Croqui de plantio de cana-de-açúcar produzida em diferentes sistemas de adubação (orgânico e convencional).	38
Figura 2 - Resultados das médias normalizadas dos parâmetros físico-químicos de açúcares mascavos produzidos com diferentes sistemas de adubação.....	57
Figura 3 – Resultados da avaliação da análise sensorial de açúcares mascavos produzidos em diferentes sistemas de adubação.....	62

INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO, CONVENCIONAL E ORGÂNICO, NA QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*) E DO AÇÚCAR MASCAVO

Autor: FAUSTO FABRÍCIO MINGUETTI

Orientadora: Profa. Dra. MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES

Co-orientadora: Profa. Dra. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI

RESUMO

O açúcar mascavo é um adoçante com características nutritivas, obtido diretamente da concentração do caldo de cana recém extraído. Para sua produção não é necessário o uso de aditivos químicos, assim permitindo que seja conservada a maioria dos constituintes originais da cana-de-açúcar, sem acréscimo de substâncias exógenas, com exceção da cal. Isto faz com que este produto, mantendo todos os minerais presentes no caldo, exceto a vitamina C, pois se perde com o aquecimento do caldo, apresente qualidade nutricional superior ao açúcar cristal ou o refinado. Para se avaliar a influência da adubação, orgânica e convencional, em cana-de-açúcar e no açúcar mascavo, foi conduzido um ensaio com seis sistemas de adubação, em blocos inteiramente casualizados com quatro repetições. As canas foram analisadas e foram produzidos açúcares mascavos, que foram analisados quanto às suas características físico-químicas e sensoriais. As análises físico-químicas realizadas foram: sacarose (Pol), Brix, pureza, açúcares redutores (AR), açúcares redutores totais (ART), fibra, aminoácidos, fenólicos, potássio, pH, acidez, cinzas e umidade. Para análise sensorial foi utilizada a “Análise Descritiva Quantitativa” (ADQ) com dezenove provadores treinados e, para o teste de preferência, 50 consumidores do produto avaliaram a amostra em escala hedônica de 9 pontos. Os resultados mostraram que de maneira geral os diferentes sistemas de adubação não influenciaram na qualidade físico-química da cana, sendo que dos itens analíticos avaliados somente o teor de fenólicos apresentou diferenças estatísticas para os diferentes tratamentos.

Estas diferenças, no entanto, são muito pequenas. Quanto à qualidade físico-química e sensorial dos açúcares produzidos, apesar das diferenças físico-químicas e sensoriais serem significativas, todos os tratamentos forneceram açúcares com boa aceitação. Ressalta-se que o sistema orgânico busca um maior equilíbrio ambiental trazendo benefícios sociais e sustentáveis de longo prazo.

INFLUENCE OF PRODUCTION SYSTEMS, CONVENTIONAL AND ORGANIC, ON THE QUALITY OF SUGARCANE (*Saccharum* spp) AND MUSCOVADO SUGAR

Author: FAUSTO FABRÍCIO MINGUETTI

Adviser: Prof. Dr. MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES

Co-adviser: Prof. Dr. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI

ABSTRACT

The brown sugar is a sweetener with nutritional characteristics, obtained directly from the concentration of sugarcane juice freshly extracted. Its production does not require usage of any chemical additives, so that it is preserved most of the original constituents of sugarcane, without any exogenous substances. This makes this product having a higher nutritional quality than crystal sugar or refined. To evaluate the influence of fertilization, organic and conventional, in sugarcane and muscovado sugar, it was conducted an experience with six fertilization systems in randomized complete block with four replications. The canes were analyzed and later or were produced muscovado sugars that were analyzed for their physico-chemical and sensorial quality. The physico-chemical analyzes comprised the following parameters: sucrose (pol), Brix, purity, reducing sugars (AR), total reducing sugars (ART), fiber, amino acids, phenolics, potassium, pH, acidity, ash and moisture. For sensory analysis it was used the "Quantitative Descriptive Analysis" (QDA) by nineteen tasters. A

preference test with 50 consumers was also performed rating a hedonic scale of 9 points. The results showed that the different fertilization systems did not influence the physico-chemical quality of the cane. Only phenolic content showed statistical differences for different treatments. These differences, however, are very small. Regarding the physico-chemical and sensorial qualities of the sugar, despite some differences, all treatments provided sugars with good acceptance. It is noteworthy that the organic system seeks a better environmental balance bringing social and long lasting sustainable benefits.

1 INTRODUÇÃO

Um dos aspectos do desenvolvimento brasileiro, devido a sua característica fundamentalmente agrícola, está relacionado com o desenvolvimento de seus setores agroindustriais. No complexo canavieiro, uma vertente importante é o desenvolvimento dos derivados artesanais da cana-de-açúcar, que podem apresentar importância socioeconômica e devem ser explorados com uma visão integralizada, com o intuito de trazer aos produtos agrícolas de pequenas propriedades maior valor agregado, evitando o desperdício, aumentando a renda dos produtores e trazendo matérias-primas alimentícias alternativas, nutritivas, com preço acessível à população e com qualidade (VIAN, 2003; SILVA et al., 2003; LIMA, 2005; MUTTON; MUTTON, 2005; TONDO et al., 2007; VERRUMA-BERNARDI, 2007; SANTOS, 2008; TOMASETTO et al., 2009; ARBOS, 2010; ARAÚJO, 2011).

O consumo de mascavo encontra-se disseminado por todo o território nacional, tendo sua produção destinada tanto ao abastecimento das mesas das populações, como nas formulações de alimentos, como pães e biscoitos (DELGADO; DELGADO, 1999; PADOVAN, 2006).

Os derivados artesanais da cana-de-açúcar com qualidade são passíveis de exportação, já que o consumo de açúcar mascavo tem se intensificado no mundo, nos últimos anos (DAROLT, 2002; ORMOND et al., 2002; VIAN; PITELLI, 2007; SANTOS, 2008). Isso se deve ao crescimento da cultura de consumo de alimentos mais saudáveis, ou seja, de alimentos que mantenham suas características o mais próximo possível do alimento *in natura*, possuindo desta forma composição próxima da integralidade, e que não tenha sido utilizado, em nenhuma etapa do processamento, desde o cultivo da matéria-prima até a mesa do consumidor, produto químico que possa fazer mal à saúde humana ou ao meio ambiente. Assim o açúcar mascavo é um adoçante que se produzido de maneira orgânica carrega todos estes atributos (DELGADO; DELGADO, 1999; PENTEADO, 2000; ORSOLIN, 2002; SILVA et al., 2003).

De acordo com a Lei 10.831 de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre agricultura orgânica, temos o seguinte:

(...) considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.” (BRASIL, 2003).

A Instrução Normativa Nº 64, de 18 de dezembro de 2008, que aprova as listas de substâncias permitidas para uso nos “Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal”, em seu art. 2º, permite o uso de calcário e composto orgânico para uso em fertilização e correção do solo em sistemas orgânicos de produção (BRASIL, 2008).

Além de variedade de cana-açúcar utilizada, clima e tipo de solo, entre outros, o sistema de adubação é fator importante na composição dos alimentos, ficando evidenciado em alguns trabalhos que a qualidade dos produtos orgânicos é superior aos convencionais em vários aspectos (SCHUPHAN, 1974; PARANHOS, 1987; SMITH, 1993; LOPES; BORGES, 1998; PREMUZIC et al., 1998; ANDRADE, 2001; TOLEDO, 2001; MATSUOKA et al., 2002; DAROLT, 2003; HAMERSCHMIDT et al., 2005; BORGUINI, 2006; TOOR et al., 2006; ANJOS et al., 2007; GOULART et al., 2007; ARBOS, 2010; SCHEUER; TOMASI, 2011).

Os constituintes químicos presentes nos alimentos é que são os responsáveis pelas características sensoriais e nutricionais destes (VERRUMA-BERNARDI, 2007; SANTOS, 2008). Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição físico-química da cana-de-açúcar e de açúcares

mascavos produzidos em dois sistemas de cultivo, orgânico e convencional, bem como as características sensoriais destes açúcares.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Alimentação e estilo de vida

A saúde, o bem-estar e a qualidade de vida decorrem não somente da qualidade dos alimentos consumidos por uma população, mas também do seu estilo de vida. Atualmente, são notórias as tendências mundiais para o consumo de produtos naturais, produzidos sem o uso de agrotóxicos e de adubos químicos (AGRIANUAL, 2000; DAROLT, 2002). O consumidor tem se preocupado cada vez mais com sua saúde e o número de pessoas que se interessam pela qualidade dos alimentos que consomem vem aumentando. Como consequência, o consumo de alimentos orgânicos vem aumentando, mas não só por serem produtos livres de agrotóxicos e provavelmente mais saudáveis, mas por serem também produtos que visam um bem estar global, ou seja, em sua produção leva-se em conta a saúde de quem irá ingerir o alimento, a saúde e bem estar das pessoas que produzem o alimento, bem como, a saúde do meio ambiente no qual é produzido o alimento (CERVEIRA; CASTRO, 1999; DAROLT, 2000; CAMPANHOLA; VALARINI, 2001).

Segundo Azevedo (2003 citado por BIGNARDI, 2004), a história mostra que os povos mais longevos e saudáveis ingeriam alimentos naturais produzidos no local que habitavam, sem conservantes, praticando uma agricultura alicerçada no solo “vivo”, integrados por uma convivência consciente e saudável com a natureza. Cita como exemplo, os Mayas, os habitantes da Nova Guiné, do Vale dos Hunza e Vilcabamba no Equador e também as populações que habitam hoje a Serra Gaúcha do Brasil. A longevidade dos colonos da região de Taquari (RS) é uma das maiores do país. Eles possuem uma cultura alimentar mediterrânea, consagrada pela literatura médica como preventiva de doenças crônicas. Possuem uma relação

direta com a produção agropecuária que os sustenta e uma forte estrutura familiar que gera confiança.

Bignardi (2004) diz que um aspecto fundamental no processo de alimentação é a sensibilidade. Diz que o ser humano, em função da necessidade de se sentir parte de um grupo e de ser aceito por ele, foi modificando seus hábitos e acabou abrindo mão do que sente, para tornar-se aquilo que se espera que ele seja e perdeu sua sensibilidade, sua capacidade de sentir o que de fato necessita. Ressalta que a educação alienante consome nossa capacidade de sentir o que precisamos comer e de escolher a qualidade dos alimentos que de fato nos nutrirão. Segundo o mesmo autor, para que haja um verdadeiro tratamento das doenças é necessário promover uma revisão no estilo de vida e mudança de hábitos. E isso deve ser realizado numa abordagem multiprofissional e interdisciplinar. Uma pessoa doente deve parar e verificar o motivo da doença e não continuar como se nada tivesse acontecendo, só porque o remédio ingerido para dor tirou a dor. Assim, sugere que não devemos nos alimentar como quem necessita apenas matar a fome, que a alimentação demanda relacionamento, reconhecimento do que sentimos que necessitamos, do que nos fará bem. Que o homem necessita recuperar sua sensibilidade e reconhecer o que o levará à realização, saúde, bem-estar e felicidade.

Bignardi (2004), também acredita que a retomada da prática da agricultura ecológica pode se transformar numa poderosa ferramenta de resgate da Paz Mundial e que a ciência contemporânea poderá resgatar valores e paradigmas tradicionais, através da observação empírica e sistemática dos fenômenos. A organicidade é então o princípio do equilíbrio e homeostase entre os fatores de um sistema. É um processo baseado na retroalimentação de informações que circulam adequadamente por todo o sistema ou organismo.

Bignardi (2004) cita ainda que a Dra. Walburg Maric-Dehler, primeira presidente da Associação Alemã de Acupuntura, onde diz que os homens precisam de determinadas substâncias para uma alimentação equilibrada, mas que, mesmo depois de receber a recomendação de alimentos que contenham

as substâncias, que especificamente necessitam e mesmo após seguirem por muito tempo essas prescrições, muitas pessoas não se sentem bem, nem saudáveis.

Através do olhar ecológico, Bignardi (2004) diz que a felicidade e o bem-estar são fenômenos coletivos, que ninguém pode conquistar isoladamente, que cada um de nós é apenas uma peça de um todo. Faz-nos compreender que o alimento orgânico não é apenas mais um produto na gôndola do supermercado, e sim uma atitude de vida no planeta do qual somos parte integrante. Segundo o autor, na visão energética da medicina tradicional, os alimentos são vistos como ativadores e moduladores das funções vitais. A alimentação e a respiração são as principais fontes de energia do homem, com as quais ele complementa suas energias vitais inatas e a nutrição é o resultado da interação entre o alimento e o organismo. Assim, um mesmo alimento pode produzir efeitos distintos em pessoas diferentes, dependendo de sua condição e predisposição, levando a lei da Organicidade também à orientação alimentar e a prescrição nutricional.

Segundo Bignardi (2004), as doenças crônicas são as principais causas de morte e são decorrentes do estilo de vida. Por mais que a medicina convencional tenha avançado no controle das doenças crônicas "tratando" com hipoglicemiantes os diabéticos, com analgésicos os que têm dor, não desenvolveu processos de cura verdadeira, pois esta não pode ser alcançada apenas no plano físico. O autor relata ainda que a medicina tradicional chinesa, assim como a ayurvédica, dá muita atenção para a escolha do alimento adequado. Os antigos escolhiam os alimentos cheirando-os e experimentando-os antes de adquiri-los, deixavam que o olfato e o paladar decidissem se eram "vitalizados" ou não. Hoje nós lemos os rótulos das embalagens plásticas, perdemos o contato com a origem daquilo que comemos. Relata ainda que não é possível se curar sem se transformar, sem rever hábitos, padrões, atitudes mentais e postura física. É necessário administrarmos pessoalmente nossas necessidades.

2.2 Agricultura orgânica

A partir de meados dos anos 1990, passou a ser difundida na América Latina, a Agroecologia, que foi definida como um conjunto de técnicas que visam reduzir a dependência de energia externa e o impacto ambiental, com o objetivo de produzir alimentos saudáveis e naturais, isentos de agrotóxicos e adubos químicos solúveis, tendo como princípio básico o uso racional dos recursos naturais, além de manifestar sua preocupação com o trabalhador rural, sua família e suas raízes (PRIMAVESI, 1992; PRIMAVESI, 1997; ALTIERI, 1998; GLIESSMAN, 2001; ALTIERI, 2002; DAROLT, 2002; AMBIENTEBRASIL, 2006; ANJOS et al., 2007; GOULART et al., 2007; ARBOS, 2010; SCHEUER; TOMASI, 2011).

Segundo vários autores (CALEGARI, 1995; PRIMAVESI, 1997; KHATOUNIAN, 2001; BIGNARDI, 2004; ANJOS et al., 2007; GOULART et al., 2007; ARBOS, 2010; SCHEUER; TOMASI, 2011), a agricultura orgânica almeja a volta ao equilíbrio e o desenvolvimento sustentável do meio ambiente, fauna, flora e ser humano, onde todos possam interagir com respeito. A prática agrícola ecológica retoma a unicidade tradicional dos primórdios da agricultura da espécie humana em sua fase matriarcal, onde reinava a paz, o acolhimento, a harmonia, e os valores naturais eram reverenciados (BIGNARDI, 2004).

Primavesi (1984) assim como Bignardi (2004) acreditam que *“Esse homem equilibrado, satisfeito com seu salário e com suas condições de moradia, devolve satisfação e equilíbrio ao meio ambiente”*.

A matéria orgânica não é essencialmente adubo, mas sim um condicionador da terra que recupera os poros para poder entrar água. Ela é o alimento da vida da terra (PRIMAVESI, 1992).

O crescimento do mercado orgânico reflete uma mudança de atitude da humanidade em relação ao meio ambiente, uma revisão do papel que o homem se atribui no contexto do seu universo. Tecnicamente os sistemas orgânicos costumam buscar bons exemplos do passado, combinados com procedimentos de ponta em termos de manejo de microorganismos, controle fitossanitário, variedades, adubos orgânicos e insumos ecológicamente corretos (KHATOUNIAN, 2001).

Para que uma atividade agrícola seja considerada orgânica deve visar: a oferta de produtos saudáveis, isentos de contaminantes que ponham em risco a saúde do consumidor, do agricultor e meio ambiente; a preservação dos ecossistemas em que insere os sistemas produtivos; a conservação física, química e biológica do ar, água e solo; a integração entre o agricultor e o consumidor final e incentivo da regionalização da produção para os mercados locais (BRASIL, 1999).

As técnicas e métodos aplicados na agricultura orgânica são modernos, seguem princípios ecológicos e de conservação de recursos naturais, significando um avanço ao futuro. Um dos princípios da agricultura orgânica é reconhecer o solo como fonte de vida, ou seja, manter um equilíbrio da fertilidade do solo, através da manutenção da matéria orgânica, promoção da atividade microbiana, reciclagem de nutrientes e intervenção controlada sem destruição dos recursos naturais. O segundo princípio e mais importante é alimentar o solo e não a planta. A idéia é que plantas, seres humanos e animais saudáveis resultam de um solo equilibrado e biologicamente ativo. A agricultura orgânica procura superar problemas, como pragas, doenças e invasoras, através de medidas preventivas, conhecendo-se as causas dos problemas. Outros pontos como: a utilização de sistemas diversificados de produção, a busca da independência do produtor, o respeito e a saúde do produtor, consumidor e meio ambiente. O objetivo maior é chegar ao longo do tempo, ao estabelecimento de um sistema de produção equilibrado (DAROLT, 2002).

O uso de fertilizantes orgânicos, complementados por adubos minerais pouco solúveis, evita os inconvenientes dos adubos sintéticos. São capazes de fornecer todos os macro e micronutrientes que as culturas necessitam, em doses proporcionais, sem excessos nem carências, tornando-as equilibradas, estimulando a proteossíntese, ou seja, o húmus protege a planta das pragas e doenças, que não conseguem se multiplicar por falta de substâncias nitrogenadas livres na seiva. A matéria orgânica humificada também melhora as propriedades químicas e físicas do solo, fazendo com que a planta consiga competir com a invasora mais eficientemente. A matéria orgânica evita a

erosão e através do estímulo das substâncias húmicas a raiz aumenta sua capacidade de absorção de nutrientes, hormônios, antibióticos, vitaminas, aminoácidos e componentes minerais e orgânicos liberados no solo pela sua maior atividade microbiana (PASCHOAL, 1994).

A matéria orgânica tem um papel importante na fertilização do solo, sendo complexo e exercido por mecanismos diversos, agindo de um lado nas propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas do solo, e de outro diretamente na fisiologia vegetal (KIEHL, 1993).

O papel do adubo orgânico apresenta uma série de vantagens que vão muito além da reposição de nutrientes, como; aumenta o teor de matéria orgânica no solo, melhora a estrutura do solo, aumenta a capacidade de retenção de água do solo e sua disponibilidade para as plantas, aumenta a infiltração da água da chuva no solo, evitando a erosão, diminui a compactação, promovendo maior aeração e enraizamento das plantas, aumenta a capacidade de troca catiônica, fornece elementos essenciais, complexa e solubiliza alguns elementos tóxicos às plantas, diminui os efeitos tóxicos do alumínio, aumenta a atividade microbiana do solo, elimina e diminui doenças de solo através da ativação de micronutrientes benéficos às plantas e modifica a composição de plantas daninhas (COSTA et al., 1989).

2.3 Qualidade dos alimentos orgânicos

A literatura (PRIMAVESI, 1997; DAROLT, 2002; ANJOS et al., 2007; GOULART et al., 2007; ARBOS, 2010; SCHEUER; TOMASI, 2011; AMBIENTEBRASIL, 2012), citam que a integridade e biodiversidade da flora e da fauna subterrânea dispõem para as plantas uma variedade de nutrientes, acarretando melhor qualidade nutricional dos produtos. Bignard (2004) complementa com os estudos de Bob Smith que publicou em 1993, extenso estudo sobre a composição de vários produtos orgânicos comparados aos equivalentes obtidos pela agricultura convencional. Em relação ao trigo, Smith (1993) relata que a avaliação de alimentos orgânicos apresentou 1.300% mais selênio, 540% mais manganês, 430% mais magnésio; por outro lado, 65% menos chumbo e 40% menos mercúrio do que os produtos convencionais.

Ainda em relação ao trigo, Bignardi (2004) cita que a Price Pottenger Nutrition Foundation divulgou que o trigo cultivado em 1900, continha mais proteína do que o trigo produzido em 1990, o que deve ter ocorrido em função da seleção de cultivares resistentes às pragas, que acabam acarretando em perdas na qualidade nutricional do produto.

Também em relação ao milho orgânico comparado ao milho convencional, Smith (1993) constatou que o teor de cálcio era 1.800% maior no orgânico, assim como 1.600% mais rico em manganês, 490% em molibdênio e 300% mais selênio; por outro lado, tinha 80% menos alumínio e 80% menos mercúrio em comparação ao produto convencional.

Hamerschmidt et al. (2005) ressalta que os alimentos orgânicos são mais completos, mais resistentes pós-colheita, apresentam composição equilibrada e ausência de toxidade.

Bignardi (2004) cita ainda trabalhos com alimentos cultivados de forma orgânica, que o Instituto Pasteur de Lile publicou na França, em 1994, onde foi observado uma redução de 69 a 93% nos teores de nitrato em legumes e verduras orgânicos; na Áustria, Holanda, Suíça e Alemanha trabalhos confirmando esses dados e demonstrando que o equilíbrio ambiental é um processo que promove equilíbrio em todos os seus aspectos e em todos os participantes. O autor relata que os aspectos sociais precisam ser considerados na produção orgânica e conclui que: *“um solo equilibrado produz alimentos equilibrados que equilibram os animais e homens que dele se nutrem.*

Em geral, Bignardi (2004) relata que se observa marcada tendência na redução de nitratos, assim como incremento no teor de vitamina C e maior disponibilidade protéica nos alimentos orgânicos. O autor ainda relata que, uma nutricionista inglesa, em 2001, revisou 400 trabalhos científicos num projeto da "Soil Association" (instituição de pesquisa britânica) concluindo que em síntese, a alimentação orgânica tem efeitos positivos sobre a saúde humana. Observou ainda que os teores de minerais dos produtos da agricultura convencional caíram vertiginosamente na última metade do século, e reafirma a influência

dos métodos de cultivo no teor de vitaminas e minerais, associando esse fato ao crescimento da indústria de suplementos alimentares.

Ocorre, no entanto, que o autor supracitado não fornece informações que sustentem os resultados de forma comparativa, uma vez que a origem dos alimentos da agricultura orgânica e da convencional utilizados nas comparações podem não pertencer à mesma região, estar sobre condições edafoclimáticas diferentes, e serem produtos de variedades diferentes, etc. No entanto, são recentes as avaliações científicas sobre a qualidade de alimentos orgânicos comparados com os convencionais (APOLARI, 2009). Pesquisas estão sendo cada vez mais realizadas, no intuito de comprovar essa superioridade dos alimentos orgânicos em relação aos convencionais, haja vista este trabalho de dissertação.

Com relação à qualidade sensorial, Scharpf e Aubert (1976) observaram que ácidos orgânicos não nitrogenados (associados ao sabor) são relativamente mais abundantes em produtos orgânicos, e são reduzidos em produtos que receberam fertilizantes amoniacais, os quais também reduzem sabor em tomates, cenouras e couve-flor.

Sâmaras (1977) e Peterson (1978), citados por Bignardi (2004), observaram que os produtos convencionais apresentam maior índice de perdas do que os orgânicos. Cerveira e Castro (1999) relatam que os consumidores preferem os produtos orgânicos pela sua maior durabilidade.

Muitos nutricionistas que hoje concordam com Bignardi (2004) dizem que segundo os ensinamentos tradicionais, aquilo que comemos deve ter alma, vitalidade para nutrir nossa alma e nossa vida. Ressaltam que uma das causas da obesidade, pode ser a baixa vitalidade dos alimentos, que consideramos aqui como sendo algo mais do que somente a falta de compostos (minerais e orgânicos) essenciais à nossa vida. Quando nos alimentamos de algo "vazio" precisamos comer muito para sentir saciedade e quando ingerimos um alimento com ingredientes naturalmente produzidos, recém colhidos, e preparados com cuidado, o que ocorre geralmente em casa e não em restaurantes, sentimos um preenchimento do nosso ser. Bignardi (2004) diz

ainda que o sabor, a textura e a durabilidade são algumas das características do alimento vitalizado.

2.4 Certificação orgânica

Como os atributos dos alimentos orgânicos não são visíveis, torna-se necessária a certificação. A Instrução Normativa 64, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), apresenta as normas de produção orgânica necessárias à certificação orgânica (BRASIL, 2008).

De acordo com Souza (2000), os produtos orgânicos se caracterizam como bens de crença, uma vez que os atributos não são prontamente identificáveis. No Seminário Nacional sobre Agricultura Orgânica, realizado em Brasília, em 2005, foi destacada a importância da certificação e foi orientado aos pequenos produtores rurais que buscam qualidade em seus produtos e que produzem de forma orgânica, que busquem se organizar em associações e cooperativas. Mostrou-se que os produtores que realizaram esta experiência obtiveram êxito, tendo como resultado produtos de alta qualidade (BRITO, 2005).

Segundo Souza (2000) certificar visa estabelecer uma relação de confiança com o consumidor, uma vez que identifica a procedência e o processamento de um alimento orgânico. Daí a importância de buscar a certificação em organizações de credibilidade, que abram oportunidades para produtores terem maior acesso ao mercado, com garantia dos produtos e mecanismos que dificultam ações oportunistas.

A existência de um Selo Oficial de Garantia fornecido por associações e de um sistema de certificação de agricultores e firmas de acompanhamento técnico e controle fiscalizador assegura a qualidade dos alimentos orgânicos (PASCHOAL, 1994).

2.5 Agricultura convencional

Se olharmos ecologicamente buscando a origem dessa situação atual encontraremos transformações profundas nas formas de produção agropecuária, que se disseminaram pelo mundo nos anos 50. Nesse período

pós-guerra, a tecnologia bélica perdeu sua finalidade, mas encontrou um escoamento para sua produção, transformando tanques de guerra em tratores (PRIMAVESI, 1984; KATHOUNIAN, 2001; DAROLT, 2002; BIGNARD, 2004). A prática de arar o solo era justificável e até ecológica nas áreas de clima temperado, pois trazia para a superfície do solo a camada vital que ficou latente a 40 centímetros de profundidade, durante o inverno gelado. Esse método, aplicado numa região fria, auxilia a natureza expondo ao calor do suave sol de primavera a camada viva do solo, possibilitando que a prática agrícola se inicie mais cedo.

Segundo Chaboussou (1987) a natureza, no entanto, seguindo as leis de equilíbrio e homeostase, envia as pragas para eliminar as plantas de seiva doce (sintoma decorrente do uso de NPK). E para combater as pragas o homem usa defensivos agrícolas.

Segundo Miller (2002 citado por BIGNARDI, 2004), a Revolução Verde da década de 50 levou a agricultura ao capital industrial e ignorou métodos tradicionais de manejo ecológico do solo, como o plantio direto (utilizado tradicionalmente pelos índios), adubação verde como cobertura permanente do solo, etc.

De acordo com Bignardi (2004), quando as matas são derrubadas com potentes tratores de esteira, ligados por pesadas e grossas correntes, a camada viva superficial do solo fica exposta e é aquecida a 60°C ou até 80°C pelo sol. A consequência é que se mata a flora e a fauna subterrânea pelo calor e pela destruição provocada pelo arado mecânico. No solo morto a matéria orgânica não pode ser reciclada. A única alternativa é alimentar as plantas com adubo químico, pois elas só conseguem absorver a matéria orgânica que foi mineralizada pelos organismos vivos do solo. A lavoura alimentada com NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) é micro desnutrida, apesar de aparentar saúde. O solo desequilibrado produz alimentos desbalanceados.

Miyazawa et al. (2001), do Instituto Agrônomo do Paraná, compararam o teor de nitrato em alfaces produzidas organicamente, convencionalmente e hidroponicamente. Os maiores indícios foram encontrados nas alfaces hidropônicas e os menores nas orgânicas.

O nitrogênio é um elemento estrutural na formação das plantas e é disponibilizado para sua nutrição após passar pelo processo de mineralização realizado principalmente por bactérias do solo. No solo desvitalizado da agricultura convencional, este elemento é oferecido às plantas já na forma de sal do adubo químico. Na hidroponia não existe solo, apenas uma solução salina que banha regularmente a raiz das plantas. Nas duas modalidades onde a Natureza perdeu seu papel homeostático, a planta se vê afogada em nitrato, não tendo alternativa a não ser absorvê-lo em excesso (BIGNARDI, 2004).

2.6 Contaminação de alimentos.

No dia-a-dia aparentemente nos alimentamos com produtos sem contaminação. No entanto, existem pessoas que apesar de não se queixarem especificamente de dor em um órgão em especial, como por exemplo uma dor de cabeça ou no estômago, queixam-se de não estar bem, não ter ânimo, dormir mal e sentir-se sonolento durante o dia. Para Bignardi (2004), estes pacientes geralmente são medicados com tranquilizantes e ansiolíticos, aumentando assim o consumo mundial destes medicamentos. A medicina ortomolecular estuda o metabolismo humano como um todo e a estes pacientes atribuem um estado de micro desnutrição e intoxicação, apresentando deficiência de vitaminas e sais minerais, apontando os metais pesados e outras substâncias como presentes nocivamente em excesso no organismo destas pessoas. Esta medicina desenvolveu uma forma de retirar quimicamente estas substâncias nocivas do sangue e repor aquelas faltantes através da suplementação vitamínico-mineral, procurando normalizar o metabolismo.

Grando (1998) constatou que somente no Estado de Santa Catarina são registrados no Centro de Informação Toxicológica, da Universidade Federal de Santa Catarina, 30 a 40 casos de intoxicação por agrotóxicos ao mês, chegando a 500 casos por ano, dos quais 15 em média vão a óbito.

Bortoletto (1993) afirma que este índice é subestimado quando pensamos no Brasil todo, pois que geralmente os agricultores apresentam sintomas vagos que por vezes passam despercebidos, evoluindo para dores de

cabeça ou de estômago, fraqueza, sonolência, e às vezes chegando a danos neurológicos irreversíveis, neoplasias, malformações congênitas e abortos. Também declara que essas manifestações variam segundo a susceptibilidade do indivíduo, podendo ocorrer em pessoas que não sejam trabalhadores rurais, mas sim consumidores inconscientes que estão se intoxicando cronicamente. Além de danificar de forma irreversível o meio ambiente, a agricultura convencional está produzindo alimentos inadequados, micro desnutridos e intoxicados, estendendo a mesma condição aos consumidores.

De acordo com Bignardi (2004) na agricultura orgânica são revistos princípios metodológicos bem como a integridade do bioma subterrâneo com relação à qualidade do alimento que é produzido. A tecnologia agrícola que ara o solo tropical, mata sua qualidade e capacidade criativa e produtiva. O documento publicado pelo Senado Americano, em 1992, mostra que os solos agrícolas americanos apresentavam um déficit de 85% de minerais essenciais contra uma média mundial de 75%, acarretando deficiência de minerais em 99% da população americana. A condição empobrecida dos solos e conseqüentemente o enfraquecimento das plantas, gera a demanda de agrotóxicos, especialmente herbicidas, cujo baixo peso molecular favorece a disseminação e difusão num raio de 30 km (BIGNARDI, 2004).

Segundo Bignardi (2004), em estudo realizado na cidade de São Paulo, o Dr. T. Higashi, em 2001, avaliou 125 pacientes e encontrou em 124 deles algum grau de contaminação por agrotóxico. Também aponta que os dados disponíveis no Centro de Assistência Toxicológica da UNESP-Botucatu, que revelam que 81% dos 1.591 pacientes atendidos pelo serviço estavam intoxicados por agrotóxicos. Todos esses pacientes apresentavam alguma sintomatologia que provocou o encaminhamento ao serviço, cuja observação sistemática feita pelo Dr. Antônio Francisco Godinho, coordenador do Centro de Assistência Toxicológica da UNESP, concluiu que a intoxicação crônica e cumulativa leva a alterações comportamentais, além das físicas. Ele ainda revela que a intoxicação materna se transmite pelo leite aos filhos, acarretando neuropatias e distúrbios comportamentais precoces; relata também que esta situação foi bem estudada em bovinos e caprinos, mas observações

comportamentais e laboratoriais em humanos reforçam a ocorrência do mesmo fenômeno na nossa espécie.

Em estudos sobre a determinação de minerais e metais pesados em trinta e uma marcas de açúcar mascavo, Wilwerth et al. (2009) concluíram que foram encontrados metais pesados acima dos limites recomendados pela legislação, e que existe uma necessidade de investigação para determinar se estes metais estão presentes na cana-de-açúcar ou foram incorporados através do processamento.

Apesar do que foi relatado sobre a qualidade dos alimentos orgânicos, segundo Gliessman (2001), nessa área dos orgânicos há poucos trabalhos científicos, com dados concretos, já que é difícil montar experimentos que apresentem como variável somente o sistema de adubação. Os principais trabalhos realizados sobre a agricultura ficaram restritos aos processos econômico–produtivos e da dinâmica mais geral da agricultura fundamentada na Revolução Verde.

2.7 Cana-de-açúcar

O cultivo de cana-de-açúcar teve seu início no Brasil já nos primeiros anos após o descobrimento. Embora seja admitido que a cana seja planta nativa do Sudeste da Ásia, foi Martin Afonso de Sousa, que em 1532 trouxe as primeiras mudas oriundas da Ilha de Madeira, e as plantou na Capitania de São Vicente (SILVA et al., 2003). Ao longo do tempo a agroindústria da cana no país apresentou períodos de altas e baixas, mas já há algum tempo vem mantendo a hegemonia da produção mundial, respondendo por 45% do mercado livre de açúcar.

Segundo levantamento da Conab (2007), do total de cana-de-açúcar produzido, 88,67% destina-se à indústria sucroalcooleira e o restante, 11,33%, à fabricação de cachaça, alimentação animal, sementes, fabricação de rapadura, açúcar mascavo e outros fins.

2.7.1 Variedades

Nas primeiras décadas deste século, segundo Cairo (1924), as variedades mais cultivadas no Brasil foram conhecidas como cana caiana, cana rosa, cana imperial, cana crioula, cana riscada, etc. Hoje temos as canas nomeadas segundo as instituições de pesquisa que as geram como: RB cuja sigla significa República do Brasil, desenvolvidas pela RIDESA (Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro; SP cuja sigla significa São Paulo, desenvolvidas pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC de São Paulo), que foram desenvolvidas pela antiga Copersucar; e as IAC desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (RODRIGUES et al., 2001; CESNIK, 2007; HOFFMANN et al., 2008).

Segundo Delgado e Delgado (1999), o ideal é que os pequenos produtores artesanais de açúcar mascavo busquem utilizar variedades de cana-de-açúcar ricas em sacarose, produtivas, apresentando um bom perfilhamento após o plantio e cortes sucessivos, que apresentem baixo teor de fibra, tenham um teor de cinzas que não deprecie o sabor dos produtos artesanais, baixo teor de compostos nitrogenados, seja isenta ou apresente pouco florescimento, seja resistente às incidências de doenças e pragas, não emita brotações laterais e seja de fácil despalhamento, para ser bem despontada.

2.7.2 Tratos culturais

O uso de corretivos e fertilizantes deve ocorrer com base na análise do solo para se detectar as necessidades e empregar quantidades adequadas de calcário e adubo no solo. 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). Os solos arenosos adiantam a maturação da cana e produzem uma matéria-prima com maior teor de açúcar em relação aos solos argilosos, e os solos de baixada e úmidos, embora favoreçam os rendimentos agrícolas, produzem uma matéria-prima com menor teor de sacarose ou produzem cana que apresentam a maturação retardada. Assim, solos irrigados, argilosos e

com muita matéria orgânica tendem a atrasar a maturação e apresentar um teor de açúcar menor do que o apresentado pelos solos arenosos para canas de mesma idade (DELGADO; DELGADO, 1999). A cana-de-açúcar deve ser plantada em solos leves, sem excesso de umidade, ricos em matéria orgânica e minerais.

2.7.3 Colheita

A cana-de-açúcar, para propiciar um bom rendimento ao fabricante dos derivados, deve ser industrializada dentro do período de melhor maturação, Período Útil de Industrialização (PUI), ser cortada e despalhada sem o uso do fogo, ser bem despontada ou com pouco palmito, industrializada dentro de um período máximo de 48 horas e, se for necessário mantê-la, após o corte e transporte, em galpões cobertos.

As características e as condições de colheita são de conhecimento já de muitos produtores e estão intimamente ligadas aos tipos de solo, à topografia, aos tratos culturais, às formas de adubação, à forma de corte, etc (DELGADO; DELGADO, 1999).

Para que a cana chegue ao engenho em boas condições, o ideal seria que ela não fosse queimada nem colhida mecanicamente, evitando-se assim, o transporte de impurezas tanto orgânica como minerais para a fábrica. No entanto, em função das condições insalubres que se apresentam na colheita da cana por processo manual, a colheita mecanizada vem sendo cada vez mais exigida no setor (LOPES; BORGES, 1998).

De maneira geral, o produtor sabe que canas plantadas em março e abril devem ser colhidas após 12 meses (canas de ano) e as canas plantadas em setembro e outubro devem ser colhidas depois de 18 meses (canas de ano e meio).

2.7.4 Cana-de-açúcar orgânica

A cana-de-açúcar por ser altamente eficiente na conversão de energia solar em matéria orgânica e ter boa capacidade de prevenção da erosão do solo, atende às características desejáveis para se produzir de maneira orgânica

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

De maneira geral, o sistema de cultivo orgânico da cana-de-açúcar exclui tanto o uso de fertilizantes sintéticos de alta solubilidade como de agrotóxicos. Para a adubação dos canaviais, utiliza-se o adubo compostado e a adubação verde. O primeiro é feito à base de esterco animal e restos vegetais das lavouras. Já a adubação verde é feita mediante a incorporação de diversas plantas crescidas antes do plantio do canavial no solo. Em alguns casos são utilizadas também rochas moídas para correção e fortalecimento dos solos (INOVE, 2010).

De acordo com Matsuoka et al. (2002), a produção de cana orgânica é viável, pois conseguem-se produtividades agrícolas similares às obtidas com adubação mineral.

Os primeiros plantios de cana-de-açúcar, em escala, no sistema orgânico, aconteceram em meados dos anos 90, onde o açúcar orgânico produzido foi exportado para a Europa, tornando o Brasil o maior produtor mundial deste tipo de açúcar (PITELLI; VIAN, 2005). 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).

Segundo Margarido et al. (2005) a produção de cana-de-açúcar no sistema orgânico é excelente, superando os cultivos convencionais. Também concluiu que a cana-de-açúcar conseguiu uma excelente produção mesmo na presença de plantas infestantes, como tinha sido constatado por Matsuoka et al. (2002). O autor declara ainda, que o açúcar mascavo orgânico pode ser produzido pelo pequeno produtor, pois não requer grandes investimentos e nem grande capacitação, sendo uma boa opção para agregar valor à cana-de-açúcar.

De acordo com Paschoal (1994), na produção de cana orgânica, onde se elimina todos os tipos de agrotóxicos, ocorre o reaparecimento de várias

espécies de fungos, plantas, insetos, répteis, aves e animais maiores, tornando assim uma cadeia alimentar balanceada e um controle biológico de pragas e insetos nos canaviais.

Almeida Junior (2010), em estudos sobre adubação orgânica em cana-de-açúcar, recomenda o uso de torta de filtro associado à adubação mineral como forma de aumentar a produtividade e diminuir os custos com fertilizantes minerais.

Segundo a Companhia Albertina (2012), para se produzir cana-de-açúcar orgânica é proibido queimá-la na colheita e deve-se manter a palha no solo, como forma de aumentar a matéria orgânica e estimular a vida no solo.

Em estudos sobre produção de cana-de-açúcar orgânica em sistema de consórcio, Machado (2008) concluiu que é viável a produção orgânica de soca de cana-de-açúcar em sistema de consórcio com milho verde, obtendo-se boas produções em ambas as culturas.

Andrade (2001) afirma que o uso de esterco pode substituir a adubação química de plantio. De forma geral, no cultivo orgânico são admitidos o uso do esterco de gado compostado, a torta de filtro das usinas de açúcar, a torta de algodão, calcário, fosfatos naturais, esterco de galinha, gesso natural e plantio de leguminosas como adubação verde.

Assis et al. (2004), trabalhando com variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes lâminas de irrigação e níveis da adubação, verificaram que os diversos níveis de adubação não influenciaram nos rendimentos industriais da cultura (pol, Brix e PCC).

Em estudos sobre os efeitos da adubação orgânica e época de colheita na qualidade da cana de açúcar, Anjos et al. (2007), concluíram que é viável a substituição da adubação química pela orgânica, sem perdas na qualidade e nos rendimentos agrícolas (cana-planta). Compararam os efeitos da adubação orgânica e mineral nas variedades de cana-de-açúcar RB72454 e SP79-1011 em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico e não encontraram diferença significativa sobre as variáveis Brix e Pol. No entanto Silva (2007) observou que, em estudos sobre a influência dos sistemas de produção agrícola convencional e orgânico em cana-de-açúcar, não houve diferença significativa

para os valores de Brix entre os diferentes sistemas de exploração. Para a Pol houve diferença significativa entre os tratamentos. Os sistemas de exploração orgânico com coquetel de adubação verde e convencional tiveram os maiores valores de Pol. Os baixos níveis para o sistema orgânico consorciado com feijão-de-corda pode ter sido conseqüência de uma maior disponibilização de nitrogênio para a cultura, pois esta disponibilização de nitrogênio pode ter acontecido ao longo do desenvolvimento da cultura. Quanto à pureza, o sistema orgânico com coquetel de adubação verde e sistema convencional não apresentaram diferenças significativas.

É evidente que e se tratando de solos de baixa fertilidade, sem o uso de adubos químicos, a produção inicial vai ser menor, mas, com o uso de práticas que evitem a erosão, da adubação verde, do plantio em nível, da capina das plantas invasoras e de outras práticas conservacionistas, podem-se ter bons rendimentos agrícolas e uma matéria prima que atenda às exigências comerciais (DELGADO; DELGADO, 1999).

O período útil de industrialização (PUI), de uma variedade de cana-de-açúcar pode ser alterado em função do sistema de adubação e pouco se sabe quanto ao comportamento das diferentes variedades cultivadas de forma orgânica (DELGADO; DELGADO, 1999). Segundo Anjos et al. (2007) a maior parte dos produtores artesanais ainda utilizam a adubação mineral, como fonte de nutrientes, na cultura canavieira. Porém, já é notória a preocupação em se obter um novo produto, de maior valor agregado, por algumas unidades que utilizam o sistema de adubação orgânica ou quase totalmente orgânica.

2.7.5 Características tecnológicas da cana

Para realizar a colheita da cana é importante avaliar a qualidade tecnológica desta, ou seja, verificar se a cana apresenta as melhores características para ser processada. Assim, o produtor deve conhecer o Brix da cana, ou seja, a quantidade de sólidos dissolvidos no caldo, o seu teor de sacarose, ou seja, a pol (DELGADO; DELGADO, 1999).

Esta qualidade para o processamento pode ser observada por alguns parâmetros com teores já pré-estabelecidos. Para a produção de açúcar cristal

e etanol, temos: sacarose (pol), sólidos solúveis (Brix), e o teor de impurezas minerais, representadas pela porcentagem de cinzas (%Cinzas). Hoje em dia se tem pensado muito no teor de fibra, que compõe também a bioenergia da cana (LOPES; BORGES, 1998).

Vários fatores são avaliados pensando-se em preservar parâmetros como pol, Brix, cinzas e fibra, dentro dos níveis desejados. Fatores como: cortar e despalhar sem o uso do fogo; eliminar o ponteiro durante o corte; otimizar o tempo entre a colheita e a extração do caldo; e principalmente realizar a colheita da cana em seu melhor estágio de maturação.

Quanto mais madura (maior riqueza em sacarose), maior será a produção por tonelada de cana. Canas verdes contêm maior quantidade de açúcares redutores, que são açúcares melassigênicos (dificultam a cristalização da sacarose e aumentam a umidade do produto), apesar destes açúcares serem benéficos na produção do melado, não são para rapadura e açúcar mascavo. Teores de cinzas elevados, por exemplo, podem conferir sabor amargo ou salgado aos produtos derivados da cana (melado, açúcar mascavo, garapa e alfenim).

Uma cana é considerada madura, para início de safra, quando atinge os seguintes valores mínimos: Brix (sólidos solúveis) 18%; pol% caldo 15,3% ou pol% cana 13,0; pureza 85% e açúcares redutores de 1%, no máximo. Para o final de safra, considera-se que a cana deve apresentar, no mínimo, 16% de pol% cana (BRIEGER, 1968).

Para a produção de derivados artesanais (açúcar mascavo, rapadura, etc.), o produtor deve cultivar variedades que apresentem as características agronômicas desejáveis (DELGADO; DELGADO, 1999). Para estes derivados, as principais características tecnológicas são: ser rica em açúcar (sacarose); ter baixo teor de fibra visando melhor extração do caldo e ter um teor de cinzas que não deprecie seu sabor. Como ainda não se sabe exatamente qual é a preferência do consumidor em relação à cor destes derivados, não se pode afirmar que as variedades melhores são as que apresentam menores quantidades de substâncias nitrogenadas (LOPES, 1986).

Na avaliação da cana-de-açúcar, muitos métodos e critérios podem ser empregados, sendo conhecidos os de natureza empírica ou científica (DELGADO; DELGADO, 1999). Os de natureza técnica ou científica são inerentes às necessidades de instituições de pesquisa, usinas de açúcar ou destilarias de álcool.

Para pequenos produtores, os critérios são empíricos, baseados na idade da cana e no aspecto. Para a região sul, o critério da idade do canavial está baseado no período entre o mês de plantio da cana e do mês de sua colheita ou mês de industrialização, que por via de regra coincide com os meses de maio, junho, agosto, setembro e outubro. São em geral meses favoráveis a maturação da cana-de-açúcar por serem secos e de baixa precipitação de chuvas. Porém para as safras do nordeste as condições são diferentes.

O uso do refratômetro de campo ou do areômetro de Brix, aparelhos que medem a porcentagem de sólidos solúveis do caldo de um colmo de cana-de-açúcar é muito útil ao agricultor para se ter bons resultados.

Para verificar se a cana-de-açúcar tem um teor de Brix igual ou maior que 18 °Brix, é aconselhável um acompanhamento iniciando-se no início da safra. É evidente que com o passar dos dias esta matéria prima vai acumulando mais açúcar e, portanto mais °Brix. O teor de sólidos solúveis em regiões muito secas pode chegar a 24 ou 25 °Brix.

É importante saber que o Brix expressa à porcentagem de sólidos solúveis do caldo de cana-de-açúcar, constituído principalmente de sacarose e em muito menor proporção a glicose e a frutose, sais minerais e substâncias nitrogenadas.

As primeiras tentativas de avaliar a qualidade da matéria-prima cana-de-açúcar tiveram início no final do século XIX na Indonésia, baseadas na medida da pureza aparente do caldo (JUNGHANS et al., 1998). Para Stupiello (2000), a qualidade da cana-de-açúcar depende de um grupo de variáveis e não apenas do seu rendimento em sacarose (pol %); ainda que este seja o parâmetro mais importante, depende também do Brix (%) e da pureza aparente.

Fernandes (1982), também cita que o mais comum e já estabelecido são os valores padrões fixos para: Brix do caldo maior que 18°; Pol do caldo maior que 15%; Açúcares redutores menores que 1,0% (BRIEGER, 1968). Fernandes (1982), ao estudar o comportamento de seis variedades de cana-de-açúcar na maturação, encontrou valores crescentes para Brix, POL e pureza (%) cana com o passar do tempo. Borba et al. (1988), estudando esses mesmos parâmetros em diferentes variedades, inclusive a RB72454, mencionaram que esta apresentou valores crescentes até os dezesseis meses, quando foram obtidos os melhores resultados. Carvalho (1992) detectou que os teores de Brix e POL (%) da cana aumentaram com o avanço dos estádios de desenvolvimento vegetativo, embora as variedades tenham apresentado particularidades nessa evolução.

De maneira geral as principais características tecnológicas da cana e caldo são:

POL (%)

POL é o principal fator considerado na avaliação da cana-de-açúcar para pagamento, assim como a pureza. A cana imatura possui mais açúcares redutores (glicose e frutose) que interferem na determinação da POL, em função da sua atividade óptica. Outros polissacarídeos e algumas proteínas também interferem neste valor. POL é a quantidade em peso de sacarose aparente presente em 100 mL de solução. Ela é medida através do desvio óptico provocado pela solução, no plano de uma luz polarizada (COPERSUCAR, 1980; FERNANDES, 1982; STUPIELLO, 2000; CESAR; SILVA, 1993; RIPOLI; RIPOLI, 2004).

De acordo com os autores, Fernandes (2003), Ripoli e Ripoli (2004), os valores mínimos estabelecidos para pol no início e o decorrer da safra são respectivamente 14,0 e 15,30%. Em função destes valores, as variedades de cana podem ser consideradas ricas quando a pol for maior que 14%, médias quando a pol estiver entre 12,5 e 14%, e pobres quando a pol for menor que 12,5 % (CESAR; SILVA, 1993). Landell et al. (1999, citados por MELO et al., 2006), observaram que para tonelada de cana por hectare e tonelada de pol

por hectare, a componente de variância clones x ambientes é elevada, confirmando a resposta específica de clones a ambientes diferenciados, com variações consideráveis de resposta à mudança de ambientes. A pol sofre influência significativa dependendo da época da análise, das variedades e da interação variedades x época de colheita. O melhoramento genético das variedades, associado com boas práticas agrícolas e com o planejamento da colheita da cana-de-açúcar, tem permitido utilizarem-se de variedades muito ricas em sacarose apresentando pol acima de 20 %.

Brix

Segundo Lopes (1986), Brix é a porcentagem, em peso, de sólidos solúveis aparentes contidos no caldo da cana. Existem várias formas de se obter esta medida. O Brix refratométrico é a unidade da escala de um refratômetro que, pelo índice de refração da luz, expressa a porcentagem em peso dos sólidos dissolvidos em uma solução açucarada a 20° C. O uso do refratômetro de campo ou do areômetro de Brix, aparelhos que medem a porcentagem de sólidos solúveis do caldo de um colmo de cana-de-açúcar é muito útil ao agricultor para o controle da maturação da cana (DELGADO; DELGADO, 1999). O valor ideal para considerar a cana madura é de no mínimo 18,0° Brix no início e durante o decorrer da safra (COPERSUCAR, 1980; FERNANDES; BENDA, 1985; CESAR; Silva, 1993).

Os valores de Brix aumentam no decorrer da maturação, conforme a idade da planta avança e as condições climáticas se tornam favoráveis. Os valores máximos são atingidos no meado da safra, voltando a diminuir à medida que a temperatura e a umidade relativa do ar recrudescem e a planta recomeça a vegetar. As variedades amadurecem diferentemente durante o período, algumas apresentam maiores valores de Brix no início da maturação, enquanto outras no meio e no final. Todavia, as maiores diferenças entre variedades são encontradas no início da maturação (MARIOTTI et al., 1979). Assim, o Brix é significativamente influenciado por variedades, períodos de amostragens e suas interações (TANEJA, 1986).

Pureza

A pureza da cana é a relação existente entre o teor de todos os sólidos dissolvidos e o teor de sacarose da cana, quanto maior a pureza (riqueza em sacarose), maior será a produção por tonelada de cana (COPERSUCAR, 1980; FERNANDES; BENDA, 1985; LOPES, 1986; CESAR; SILVA, 1993; STUPIELLO, 2000; RIPOLI; RIPOLI, 2004). No entanto, segundo estes autores, a pureza não deve ser o único indicador usado para avaliar a qualidade da matéria-prima a ser processada.

Pureza é expresso em porcentagem, e é determinada pela relação:

$$\text{Pureza} = (\text{pol/Brix}) \times 100.$$

Pureza é a relação entre o teor de sacarose de uma solução (porcentagem de sacarose dissolvida) e o teor do total de material dissolvido, expresso em porcentagem. Pode ser definido como sendo a fração porcentual de sacarose nos sólidos totais de uma solução açucarada (LOPES, 1986; RIPOLI; RIPOLI, 2004). Para uma matéria-prima de boa qualidade, a pureza deve ficar acima de 85%. Entretanto, a pureza não deve ser o único indicador usado para avaliar a qualidade da matéria-prima que chega à indústria.

Os autores Lopes e Borges (1998), indicam que os valores de pureza do caldo ideais para considerar a cana-de-açúcar madura variam entre 80,0% e 85,0% para o início e decorrer da safra, respectivamente. Os valores de pureza aparente variam significativamente com o período de análise, além de ser influenciados pelas variedades e suas interações. Para Cesar e Silva (1993), a variedade é considerada rica quando a pureza do caldo é superior a 85%, média com pureza superior a 82%, e pobre com pureza inferior a esse valor.

As variedades diferem quanto ao tempo necessário para atingir a maturação. Essa característica está relacionada com a extensão do período de crescimento. Stupiello (2000) cita que a pureza é o indicador da quantidade de açúcares em relação aos sólidos solúveis do caldo e que, enquanto no período de crescimento a pureza é baixa, em decorrência da formação e do consumo de açúcares para o crescimento, em período de maturação, o acúmulo de sacarose vai se elevando, aumentando também a pureza. Por efeitos

climáticos, a pureza pode atingir e manter valores elevados por muito tempo devido às restrições de crescimento, mesmo em momentos em que deveria decrescer.

Açúcares redutores (%AR)

Os açúcares redutores são açúcares capazes de reduzir o cobre presente em uma solução cupro-alcálicas, passando da forma Cu^{2+} para Cu^+ e que devem receber também atenção (CESAR; SILVA, 1993; AQUARONE et al., 1993). Ser redutora é uma característica dos açúcares glicose e frutose, mas não da sacarose. As canas verdes apresentam maior quantidade de açúcares redutores (glicose e frutose) e menores teores de sacarose.

Outros parâmetros

Lopes e Borges (2004), citam vários parâmetros que podem ser utilizados para avaliação da qualidade da cana visando seu processamento como: a) o teor de cinzas, que representa o resíduo mineral da incineração de uma determinada amostra (cana, caldo, xarope ou açúcar), e que pode ser medida pela queima da amostra em mufla elétrica ou através da condutividade elétrica de uma solução da amostra; b) fibra é a matéria seca e insolúvel em água que contém a cana-de-açúcar. A fibra é definida como todo material insolúvel em água e varia de 9 a 16%, sendo que pesquisas têm buscado variedades com teores de fibras elevados obtendo-se valores até de 30% para variedades voltadas para a produção de etanol de segunda geração. Em média os valores mais encontrados comercialmente variam de 11 a 12%.; e c) umidade, que é o teor de água contida no produto. Pode ser determinada em estufa comum, regulada a 105° C, ou em estufa de circulação de ar quente, tipo Spencer.

As avaliações tecnológicas podem ser iniciadas já no início da safra. É evidente que com o passar dos dias esta matéria-prima vai acumulando mais açúcar e, portanto apresentando alterações na sua qualidade tecnológica.

2.8 Produtos artesanais da cana-de-açúcar

Os produtos originários da cana-de-açúcar são altamente energéticos e de valor nutricional relevante. Isso se deve aos açúcares presentes (sacarose, glicose e frutose) e os sais minerais naturalmente presentes na cana como potássio, cálcio e magnésio.

As grandes usinas açucareiras, produtoras de açúcares especiais levaram ao quase desaparecimento dos engenhos produtores de açúcares brutos. Todavia, com a crescente procura de alimentos naturais que não utilizem agrotóxicos, esse nicho de mercado ressurgiu e vem gradativamente ganhando importância e despertando interesse dos pequenos produtores de cana, pois eles agregam maior valor à matéria-prima. Um aspecto interessante é que as pequenas indústrias de produtos artesanais da cana-de-açúcar podem ser implantadas praticamente em todo território brasileiro, como pequenas fabricas de mascavo, rapadura, melado, alfenim (açúcar mascavo fora do ponto), com exceção da cachaça, que não é produzida em todo o território nacional.

Qualquer um destes produtos, apesar de apresentarem-se como boa alternativa para ampliar os negócios do produtor rural, estão cada vez mais sob exigências dos consumidores que querem qualidade no produto e no processo. Porém, a literatura existente sobre o tema ainda é insipiente.

Tecnicamente estes produtos são obtidos a partir da evaporação da água contida no caldo bruto e que foi extraído da cana. Para qualquer um destes produtos os procedimentos mais adequados a serem conduzidos com a cana, já foram mencionados (DELGADO; DELGADO, 1999). A evaporação da água se dará até atingir o “ponto de término”, ou “ponto de corte”, ou seja, o momento em que a massa deve ser retirada do fogo, e então ser fortemente batida até a formação dos cristais (SILVA et al., 2003).

Para uma boa qualidade dos produtos derivados, a variedade deve ser bem escolhida: de forma geral deve ser rica em sacarose, pois este é o açúcar que deverá ser recuperado tanto na forma de mascavo como na forma de melado ou rapadura. Alguns parâmetros ideais para açúcar cristal e etanol podem não ser os ideais para os derivados artesanais, como fibra e cinzas, por

exemplo (LOPES; BORGES, 1998). Teores elevados de açúcar redutor podem ser indesejáveis para mascavo e rapadura (aumento da umidade e diminuição da vida de prateleira), mas não ser para melado (dificultam a cristalização da sacarose).

2.8.1 Açúcar mascavo

O açúcar mascavo tem como característica a sua produção, normalmente em pequena escala, praticamente artesanal, onde trabalham famílias de agricultores. A produção de açúcar mascavo no Brasil ocorre desde o período colonial. O brasileiro foi perdendo o hábito de consumir o açúcar mascavo e a rapadura devido ao pouco oferecimento comercial desses produtos e a grande facilidade de se encontrar o açúcar cristal branco e o tipo refinado.

Hoje o setor redescobriu este produto e a procura por este adoçante vem crescendo e se acredita que seja em função do apelo natural que o acompanha, além do valor nutricional, já que economicamente, para o consumidor, seu preço não é muito atrativo (R\$1,80/kg para açúcar cristal e R\$ 4,00/kg, ou mais, para o açúcar mascavo). No entanto, para os produtores, este tipo de açúcar tem alcançado bons preços e sua procura tem superado a demanda tanto no mercado interno como no mercado externo (LOPES; BORGES, 1998; SEBRAE, 2006). Para que o mercado volte a ser conquistado, há necessidade de pesquisas e consequente divulgação de dados que realmente mostrem o valor nutritivo do açúcar mascavo, da rapadura e do melado, mostrando ainda que possam ser produzidos dentro de técnicas agroecológicas que conquistem a confiabilidade tanto dos consumidores brasileiros como os do exterior.

Açúcar mascavo é o açúcar tipo granulado de cor marrom obtido pela purificação, evaporação e concentração do caldo de cana a uma temperatura variável de 120° a 125°C. Como é feito através de aquecimento à pressão atmosférica (fogo direto ou vapor) pode ocorrer alguma caramelização, além de reações de oxidação o que faz com que este produto possa apresentar coloração desde marrom claro até marrom bem escuro. Ele pode sofrer

cristalização por choques mecânicos ou pode ser deixado para cristalizar naturalmente e ser drenado seu mel ou ser centrifugado. O açúcar mascavo que tem sido motivo de muita procura e interesse por parte dos pequenos produtores, é o mascavo amorfo ou chamado também de açúcar batido. O açúcar mascavo batido apresenta uma composição final, bastante próxima do caldo da cana-de-açúcar quanto aos sais minerais e componentes orgânicos. Não se tem mais o cristal definido, mas grânulos de açúcar de cor marrom claro, formados por todos os componentes solúveis do caldo de cana-de-açúcar (DELGADO; DELGADO, 1999). Esse tipo de açúcar é perecível, devido principalmente ao seu teor de umidade aliado ao teor de micronutrientes que são resultantes do processo de fabricação, onde estes micronutrientes não são removidos (LOPES; BORGES, 1998). Já o açúcar mascavo centrifugado, por ter o mel separado na centrífuga, possui a composição de sais minerais bastante empobrecidas e apresenta um teor de sacarose bastante alto. Por perder sacarose no mel separado apresenta um baixo rendimento industrial (LOPES; BORGES, 1998; DELGADO; DELGADO, 1999; SEBRAE, 2006). Segundo Delgado e Delgado (1999), o açúcar mascavo pode ser entendido como sendo uma rapadura moída ou triturada, diferenciando-se desta, entretanto, por apresentar uma umidade máxima de 1,5%, após passar por um secador dotado de ar quente.

Matéria-prima

A matéria prima deve ser sadia, madura, nova de corte, sem raízes, sem folhas, sem terra e com pouco palmito, além de estar em seu ponto ideal de colheita (SEBRAE, 2006). Para as fábricas de derivados artesanais (mascavo, rapadura, melado e alfenim), a escolha e o manejo da matéria prima devem merecer cuidados especiais por parte dos produtores. A experiência brasileira, a sua tradição e a necessidade de melhores tecnologias têm indicado as características da matéria-prima que mais favorecem a produção (PATURAU, 1982; LOPES; BORGES, 1998). A limpeza pode ser realizada através de jatos de água onde são retiradas terra e outras sujidades (SEBRAE, 2006).

Equipamentos para o processo

As formas de produção do açúcar de cana são muito antigas, porém passando nos últimos séculos por constantes aperfeiçoamentos em termos de tecnologia e equipamentos. Todavia, em relação ao açúcar mascavo e mesmo de rapadura, as técnicas de produção são as mesmas praticadas nos pequenos engenhos de antigamente. A única diferença é que hoje se tem a energia elétrica e mais facilidades em termo de disponibilidade de equipamentos e acessórios.

De forma geral as instalações simples apresentam os seguintes equipamentos: uma moenda, movida a motor elétrico, diesel ou tração animal; um ou mais tachos de cobre ou de ferro; cochos de madeira para bater a massa cozida; fornalha de alvenaria para um ou mais tachos; acessórios: conchas, escumadeira, peneira, enxadas e balanças.

Para o caso de instalações mais sofisticadas temos: mesa lateral e guincho de descarga de cana; esteira condutora; um picador (jogo de facas); uma, ou duas moendas, movidas a motor elétrico ou vapor; uma caldeira de vapor; peneiras de caldo; aquecedores tubulares; evaporadores; decantador; tachos de ferro com camisas para aquecimento com vapor; batedores de massa; elevadores de caneca; secador horizontal; peneira para açúcar; balança; acessórios: bombas, conchas, escumadeiras e desintegradores.

Moagem

O açúcar mascavo é obtido pelo esmagamento de colmos de cana-de-açúcar sadios e frescos, em moenda, para a extração do caldo, gerando um resíduo que é o bagaço. A extração do caldo deve acontecer logo após o corte ou no máximo 36 horas após o corte. Pela moagem de canas com muita fibra se tem sempre menores valores de extração. O mesmo acontece quando se mói canas ressecadas pelo sol (DELGADO; DELGADO, 1999). As moendas devem ser lavadas antes e após o período de processamento. Coloca-se uma tela ou ralo para separar os bagacilhos (SEBRAE, 2006).

Uma caixa receptora com o fundo inclinado oposto à saída de caldo pode ser utilizada com a finalidade de reter possíveis frações de terra que

possam ter vindo com a cana. Esses procedimentos são realizados no barracão de recepção e moagem da cana. Esse caldo é destinado à fase de purificação química e térmica, onde se faz a remoção das impurezas que floculam, pela mudança de reação do meio e efeito da temperatura. Outros cuidados com o local devem ser pensados, como devem ter todas as aberturas protegidas por telas, para se evitar entrada de insetos e o piso deve ser de material que permita ser lavado, mantendo-se assim, a limpeza no ambiente.

Tratamento do caldo

O tratamento do caldo para produção de mascavo constitui-se basicamente de duas operações, a decantação e a filtração do caldo. O caldo é inicialmente peneirado para livrá-lo de impurezas que possam ter sido incorporadas na moagem. As impurezas densas como areia e partículas de terra devem ser removidas por decantação. Sua acidez é corrigida para um pH próximo a 7 (DELGADO; DELGADO, 1999; LOPES; BORGES, 1998). As demais impurezas presentes são bagacinho, ceras, proteínas desnaturadas pelo calor e também impurezas grosseiras como gravetos e pedaços de folhas). Entre o decantador e os tachos devem ser utilizadas telas intermediárias, pois quanto mais limpo sair o caldo, mais fácil será a etapa de purificação e melhor será a qualidade do produto (SEBRAE, 2006).

O tratamento do caldo consiste na adição de cal ou leite de cal com o objetivo de neutralizar a acidez, cujo pH de 5,2 a 5,6 é elevado para 6,5 a 7,0. A neutralização da acidez dificulta a transformação da sacarose em açúcares que dificilmente cristalizam (glicose e frutose). Como já foi dito os açúcares redutores apresentam a propriedade de reter água (higroscopicidade), dificultando a secagem do produto e conferindo uma consistência de puxa-puxa.

Concentração do caldo

A etapa mais demorada é a da concentração do caldo, ou seja, a evaporação da água que vai diminuindo gradativamente, e o caldo vai ficando cada vez mais denso. Nesta fase ocorre a formação da nata que contém as

impurezas que são retiradas com uma escumadeira. Concluída esta etapa, o caldo é transferido para um tacho menor, para a fase final de concentração. Na medida em que a massa cozida se concentra vai aos poucos perdendo a transparência e fica opaca, até atingir o ponto final, onde a massa deve ser retirada do fogo. Nesta fase, não se pode parar de mexer a massa para não queimar. Ao mexer a massa, o fundo do tacho aparece, indicando que está próximo o ponto para descarregá-la para o batedor.

Determinação do “ponto de corte” e cristalização do açúcar

O reconhecimento prático do “ponto final” de cozimento pode ser feito, retirando uma porção da massa e colocando-a em uma vasilha com água fria, que, ao movimentá-la entre os dedos até esfriá-la completamente, fica dura e quebradiça, despedaçando-se ao atirá-la contra uma superfície sólida. A outra técnica é observar a temperatura de ebulição que deve ser de 120°C quando a concentração for de 90° Brix e 122°C a 95° Brix. Próximo deste ponto é necessário diminuir o fogo, para evitar o escurecimento do açúcar. Tendo atingido a concentração desejada, a massa é removida do tacho para as batedeiras que podem ser manual ou mecânica. Em alguns casos se utiliza adicionar bicarbonato de sódio no fundo das batedeiras para facilitar a cristalização do açúcar. Essa operação leva de 15 a 30 minutos, até que a massa passe para o estado sólido produzindo um açúcar solto, com um teor de umidade entre 3,0 a 5,0 % após esfriar (SEBRAE, 2006).

Finalização: peneiramento, descanso, empacotamento

Após a cristalização total, através do resfriamento e agitação, a massa seca e esfarelada, deverá ser peneirada, para separar os torrões (SEBRAE, 2006). Entretanto, uma maior ou menor fração da massa pode resultar em caroços, os quais são separados por peneiramento. Estes devem ser triturados em moedor ou triturador e misturados ou não com o açúcar peneirado. O açúcar já frio pode ser acondicionado em saches, sacos de um quilo, de 25 ou 50 quilos, para comercialização. O açúcar mascavo deve ser armazenado em

local seco e arejado, colocado sobre estrados ou grade e empilhado com espaço entre as embalagens (LOPES; BORGES, 1998; SEBRAE, 2006).

2.8.2 Qualidade do açúcar mascavo

O açúcar é um produto alimentício, no qual a qualidade é fundamental, já que se encontra como integrante essencial na fabricação e elaboração de diversos tipos de alimentos e bebidas (pão, bolos, biscoitos, sucos e refrigerantes). A concepção mais aceita de qualidade é aquela que considera o conjunto de características que diferenciam as unidades individuais de um produto e que tem importância na determinação do grau de aceitabilidade daquela unidade pelo comprador/consumidor.

Geralmente as características que tornam o produto agradável ao consumidor são: cor, textura, sabor, aroma, odor, ausência de defeitos, ausência de materiais estranhos à vista do consumidor, isenção de substâncias tóxicas (microbianas e químicas), ausência de fraudes e composição nutricional.

Um dos aspectos de qualidade do açúcar artesanal pode ser a sua produção de forma orgânica. Este aspecto tem levado a uma grande aceitação pelos consumidores, seja açúcar do tipo cristalizado obtido em usinas, seja do tipo mascavo oriundo de empresas de médio porte ou de pequenas empresas familiares (DELGADO; DELGADO, 1999).

De forma geral os itens de qualidade que mais se tem observado para indicar a qualidade do açúcar mascavo são: pol, cor, cinzas, açúcares redutores (AR), umidade, sujidades e aspectos microbiológicos.

Pol

A legislação brasileira estabelece apenas o teor de sacarose (pol) como único parâmetro para avaliação deste produto (BRASIL, 1978), exigindo como valor mínimo 90% ou 90 °S. Em seus estudos Verruma-Bernardi et al. (2007), analisando amostras de mascavo comercializados em São Carlos – SP encontraram diferença significativa entre elas nas determinações físico-

químicas, sendo que apenas duas delas estavam de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira para os teores de sacarose (pol).

Cor

Não existe na legislação especificações quanto aos valores de cor. No entanto, sabe-se que a cor é um atributo sensorial que pode causar aceitação ou rejeição dos alimentos.

Segundo Lopes e Borges (1998), a cor do açúcar possui duas origens. Primeiro, nos constituintes do caldo, a variedade de cana e o local onde ela é plantada podem resultar em caldos ricos em polifenóis ou aminoácidos que acabam provocando cor no açúcar. Isto pode ser controlado ou evitado pela experiência do agricultor, que pode testar diversos locais de plantio e diferentes variedades. Em segundo lugar, a cor pode ser desenvolvida durante o processamento do caldo. Durante a fabricação podem se formar materiais coloridos como as melanoíginas. A temperatura e o tempo de cozimento são fatores importantes na formação de cor. Temperaturas altas e elevado tempo de cozimento levam à formação de compostos denominados caramelos, que escurecem o açúcar, mas também alteram o sabor, que pode ou não agradar aos consumidores (LOPES; BORGES, 1998; DELGADO; DELGADO, 1999). Também o uso excessivo de cal (pH > 7), a exposição à luz solar e o contato prolongado com o ferro pode provocar o escurecimento do açúcar.

Cinzas

Apesar da legislação não prever valores indicativos para o teor de cinzas, de acordo com Lopes e Borges (2004) altos teores de cinzas significam altos teores de potássio, o que confere um sabor desagradável ao açúcar, tendendo a salgado, além de dificultar a cristalização. Os mesmos autores propõem que este valor não seja superior a 2,2% no açúcar mascavo, garantindo assim sua qualidade sensorial.

AR

Os açúcares redutores (AR) podem ser originários da própria cana, que quando não madura possui teores superiores a 1% ou originários da inversão da sacarose durante o processo de fabricação. Como consequência do processamento de caldos em altas temperaturas, altos valores de açúcares redutores podem ser evitados utilizando-se a cana madura, fresca e principalmente pela aplicação da cal, promovendo a neutralização do caldo. O alto teor de açúcares redutores também dificulta a obtenção do ponto final de cozimento para cristalização da sacarose, resultando em um produto com aparência úmida e com tendência para melar ou empedrar, ou ainda pode causar a perda do ponto de corte, levando o produtor a grandes prejuízos. Lopes e Borges (2004) também sugerem teor máximo de açúcares redutores de 2,4%, bem como indicam que seja sempre feita a correção do pH com adição da cal.

Sujidades e qualidade microbiológica

A legislação estabelece para açúcar mascavo, melado e rapadura a ausência de salmonela e coliformes fecais, e que se apresentem livres de sujidades, de parasitas e larvas de insetos, assim como seus fragmentos.

Para a produção de açúcar mascavo com qualidade o produtor deve utilizar medidas rigorosas de higiene dos trabalhadores, limpeza diária do engenho, das moendas, dos reservatórios, dos tachos, utilização de matéria prima de qualidade, tecnologia de processamentos apropriada, embalagem e armazenamento adequados (SEBRAE, 2006). Os microrganismos presentes no ambiente de fabricação dos açúcares, como bactérias, fungos e leveduras são de máxima importância, pois afetam a qualidade do produto e proporcionam, além das perdas, perigo à saúde. Os fatores que contribuem para a ocorrência de microrganismos no açúcar mascavo resultam, na sua quase totalidade, da ignorância ou da inobservância das normas básicas dos procedimentos de manipulação dos alimentos, ou seja, da ausência da aplicação das boas práticas de fabricação (BPF) mediante análises de perigos e pontos críticos de controle (APPCC), imprescindíveis para produção de

alimentos microbiologicamente seguros. Os estudos de Verruma-Bernardi et al. (2007), mostraram que dentre as amostras de açúcar mascavo analisadas somente três apresentaram-se dentro dos limites microbiológicos aceitáveis.

Umidade

Quanto mais seco for o açúcar mascavo, melhor será sua qualidade e maior será seu tempo de armazenamento (SEBRAE, 2006). Umidades elevadas possibilitam o desenvolvimento de microrganismos, principalmente bolores e leveduras, que causam a deterioração do açúcar, comprometendo assim o tempo de armazenagem. A vida útil ou o tempo de prateleira do açúcar mascavo é muito curto, devendo então ser consumido mais rapidamente que o açúcar cristal ou refinado. Segundo Lopes e Borges (1998), a umidade do açúcar mascavo tem diminuído nos últimos anos como resultado de cuidados e uso de técnicas de conservação. Apesar da legislação vigente não especificar o mínimo e o máximo exigidos, segundo Verruma-Bernardi et al. (2007) valores inferiores a 2,4%, em função da estabilidade do produto, são indicados. A alta umidade em açúcar pode causar diversos problemas como: empedramento, dissolução de cristais (o açúcar se apresenta melado), infecção por microrganismos e desdobramento de sacarose em glicose e frutose, o que implica em baixa vida útil do produto. Em geral o açúcar mascavo batido tem condições de secar naturalmente quando exposto ao tempo, principalmente se a umidade relativa do ar for inferior a 70%; já se a umidade do ar for maior a secagem não ocorre, podendo inclusive ocasionar a umidificação do açúcar (LOPES; BORGES, 1998). Segundo Verruma-Bernardi et al. (2007), os açúcares mascavos analisados demonstraram falta de padronização quanto aos açúcares redutores e umidades, parâmetros estes intimamente ligados à vida de prateleira deste produto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Plantio, adubação e colheita da cana.

O experimento foi instalado nas dependências do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Araras-SP, em uma área destinada a experimentos do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural (PPGADR), onde se encontrava em pousio há mais de 10 anos. A temperatura média anual do local é de 21,4 °C e a precipitação anual de 1.428,1 mm.

A variedade de cana plantada foi a RB 867515, por ser uma das mais plantadas no Brasil, apresentando bom rendimento agrícola sob manejo orgânico, possuir alta produtividade, ótima qualidade e sua maturação ser mediana.

A cana foi plantada em abril de 2009 e o delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições, sendo os seguintes tratamentos:

1. Testemunha absoluta: TEST
2. Sistema orgânico com corretivo orgânico visafértil e composto orgânico visafértil: SOVV
3. Sistema orgânico com calcário e composto orgânico visafértil: SOCV
4. Sistema convencional sem calcário e com adubo químico: SCAQ
5. Sistema convencional com corretivo orgânico visafértil e adubo químico: SCVQ
6. Sistema convencional com calcário e adubo químico: SCCQ

Cada parcela constou de 5 (cinco) linhas de cana espaçadas de 1,5 m entre si por 10 m de comprimento, dando um total de 75 m² para cada parcela. A Figura 1 apresenta o croqui do experimento.

<i>Pinhão Manso</i>							
<i>S a n s ã o</i>	SCCQ	SOCV	SOVV	SCVQ	SCAQ	TEST	<i>C a n a</i>
	SOVV	TEST	SCVQ	SOCV	SCCQ	SCAQ	
	SCAQ	SOVV	SOCV	TEST	SCVQ	SCCQ	
	SOVV	SCAQ	TEST	SOCV	SCCQ	SCVQ	
<i>Sansão</i>							

Figura 1 – Croqui de plantio de cana-de-açúcar produzida em diferentes sistemas de adubação (orgânico e convencional).

Obs. TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico.

O solo predominante na área é Latossolo Vermelho Distrófico. Antes do plantio procedeu-se uma amostragem composta do solo nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, com a finalidade de análise e cálculo da adubação adequada.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 1, foram feitas as recomendações para quantidades utilizadas por hectare de adubo químico, calcário, corretivo Visafértil e composto Visafértil, nos respectivos tratamentos e que estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 – Análise química das amostras de solo retiradas da área do experimento.

AMOSTRAS N°	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	m	
LAB.	SOLIC	g/dm ³	Ca Cl ₂	mmol _c /dm ³							%	%
12317	0 a 20 cm	27	4,8	3,2	20	10	45	1,9	33,2	78,2	42	5
12320	20 a 40 cm	27	4,7	27,0	19	9	47	3,1	30,7	77,7	40	9
MEDIA		27	4,8	15,1	19,5	9,5	46	2,5	32,0	78	41	7,29

Tabela 2 – Quantidades de adubos e corretivos utilizados nos respectivos tratamentos.

ADUBOS/ CORRETIVOS	QUANTIDADE/ HECTARE (kg)
Calcário PRNT 90,5	1.600
Corretivo VISAFÉRTIL	1.800
Fórmula 04 - 20 - 10	900
Sulfato de Amônia	270
Composto VISAFÉRTIL	12.500

A quantidade de corretivo Visafertil foi calculada tendo como referência o mesmo cálculo da calagem, para um calcário de PRNT = 80 (orientação do fabricante).

O corretivo orgânico e o calcário foram aplicados nas devidas parcelas antes do plantio, a lanço, e incorporados com grade leve.

O cálculo da quantidade de composto Visafertil aplicado teve como base a recomendação de Nitrogênio para a cultura, e considerando o teor desse elemento no composto como 1,45 % e uma umidade de 50%, ou seja, foi aplicado 6.250 Kg/ha de peso seco ou cerca de 12.500 Kg/ha de composto com teor de umidade 50%.

O adubo químico e o composto orgânico foram aplicados no sulco de plantio, nas respectivas parcelas.

A adubação da cana-soca foi feita de acordo com a recomendação da análise de solo realizada em outubro de 2010.

A recomendação da análise de solo para a cana soca indicava 600 Kg da formula 20-05-15 por ha.

A recomendação do composto Visafertil para a cana-soca foi feita com base na análise do composto, aplicando-se quantidade suficiente para fornecer o total de nitrogênio indicado pela análise do solo: 11.162 Kg /ha.

Assim as quantidades de adubo químico e composto Visafertil para os tratamentos da cana-soca foram:

TEST	–	Testemunha absoluta
SOVV	–	11.162 kg de composto Visafertil
SOCV	–	11.162 kg de composto Visafertil
SCCQ	–	600 kg da formula 20-05-15
SCVQ	–	600 kg da formula 20-05-15
SCAQ	–	600 Kg da formula 20-05-15

No sistema convencional o controle das ervas espontâneas foi feito com o herbicida (SENCOR 3,0 L/ha), e no sistema orgânico, foi realizado com cultivo mecânico e capinas manual.

Em cana-planta, o experimento foi colhido em três épocas distintas e, em cana-soca em apenas uma época, como especificado à seguir:

colheita 1	- cana-planta	- abril de 2010
colheita 2	- cana-planta	- junho de 2010
colheita 3	- cana-planta	- agosto de 2010
colheita 4	- cana-soca	- setembro de 2011

Foram colhidas dez canas, retiradas das três linhas centrais de cada parcela. A cana foi colhida sem queima e com o corte e desponte padronizados. Em seguida foi levada ao Laboratório de Análises e Simulação Tecnológica do DTAiSER-CCA-UFSCar (LAST), onde foi triturada em picador tipo forrageira e depois prensada em prensa para a retirada do caldo. Tanto as amostras de cana como as amostras de açúcar foram analisadas no LAST. Para a produção do açúcar mascavo e análises físico-químicas da cana, o caldo foi congelado e armazenado em freezer.

3.2 Análises físico-químicas

pH - O pH tanto do açúcar como do caldo foram medidos por potenciometria (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). O eletrodo do pHmetro, que foi previamente calibrado, foi imerso no caldo e as leituras foram registradas.

Brix (Matéria Seca Solúvel) - O teor de sólidos dissolvidos (Brix), foi feito tanto para caldo como para solução de açúcar por refratometria (CTC, 2011).

Pol - Para cana, a determinação polarimétrica seguiu o descrito em CTC (2011), para a solução de açúcar seguiu o descrito em Lopes et al. (2012).

Cinzas - O teor de cinzas foi feito através da medida da condutividade de uma solução 5%, tanto para caldo como para açúcar, segundo CTC (2011); Lopes et al. (2012).

Acidez - A medida da acidez foi obtida após titulação ácido-base com NaOH (0,01 N) como titulante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Potássio - O teor de potássio foi determinado através de fotometria de chama, sendo utilizada para análise uma solução 1% da amostra (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Açúcares redutores (Somogy) - a determinação do teor de glicose e frutose (AR), foi feita pelo método espectrofotométrico de Somogy e Nelson (AMORIM, 1996).

Ácidos fenólicos - O teor de fenólicos foi obtido através da metodologia recomendada para as Indústrias Açucareiras Australianas. Trata-se de um método espectrofotométrico na região do visível, descrito como método 29 em BSES (1991a).

Nitrogênio amínico - O teor de aminoácidos foi obtido por espectrofotometria na região do visível descrito como método 35 em BSES (1991b).

Umidade - A umidade do açúcar foi determinada através da perda de peso por secagem a 100-105 °C em estufa à pressão atmosférica (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Fibra - Quanto aos valores de fibra seguiu o método descrito em Lopes (2011).

3.3 Produção do açúcar mascavo

Para a produção do açúcar mascavo utilizou-se os caldos das canas da colheita 3 (agosto de 2010).

As amostras foram colhidas, trituradas e prensadas, e o caldo extraído foi congelado e armazenado para posterior produção dos açúcares e suas análises.

Na produção do açúcar mascavo, os caldos, após descongelamento, tiveram sua acidez corrigida com leite de cal até pH 6,5. Em seguida, foram colocados em tachos de 10 L para evaporação até a temperatura de 119 °C, controlados com termômetro digital 0,1°C, sendo retirados imediatamente do fogo e iniciado o processo de cristalização por choque mecânico, até o resfriamento da amostra. Em seguida as amostras de açúcar foram deixadas em câmara com umidade relativa e temperatura média controladas, sendo respectivamente $53 \pm 2 \%$, e $22,0 \pm 2^\circ\text{C}$, por 24h, para que todas as amostras apresentassem a mesma umidade de equilíbrio. Finalmente as amostras foram peneiradas e embaladas em sacos plásticos de polietileno, os quais foram colocados dentro de frascos de polipropileno pretos com tampas rosqueáveis e armazenadas no laboratório.

3.4 Análises sensoriais do açúcar mascavo

3.4.1 Análise descritiva quantitativa (ADQ)

Para a análise sensorial das amostras foi utilizado o Método de Análise Descritiva Quantitativa, adaptado segundo Stone e Sidel (1985).

Desenvolvimento da terminologia descritiva

Participaram deste estudo 19 provadores pré-selecionados e treinados. Os participantes foram alunos, de ambos os sexos, do quarto ano do curso de Biotecnologia da UFSCar, *campus* Araras, com idade entre 22 e 27 anos. Cerca de 20 g das seis amostras de açúcar mascavo foram servidas à temperatura ambiente em copos plásticos, codificados com três letras. O levantamento de atributos foi feito através do método Rede - “Kelly’s Repertory

Grid Method” (MOSKOWITZ, 1983). Foram realizadas três sessões onde foram apresentadas em cada sessão duas amostras, solicitando-se que os provadores anotassem os atributos, as similaridades e as diferenças entre elas, utilizando uma ficha para o levantamento dos atributos.

Treinamento da equipe

Após cada provador realizar o levantamento de termos descritivos para as amostras, a equipe se reuniu e discutiu os termos levantados. Nesta etapa, os termos que expressaram o mesmo significado foram agrupados em um só atributo e os termos menos utilizados, foram excluídos. No final das sessões foi gerada a lista de termos descritivos com os respectivos extremos da cada escala utilizada. Durante o treinamento, os provadores foram solicitados a avaliar a intensidade de cada atributo sensorial das amostras. Para a avaliação foi utilizada escala não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos com termos definidos pela equipe.

Verificação do desempenho dos provadores

Após o treinamento, os provadores avaliaram as amostras, com três repetições, utilizando a ficha desenvolvida. Os provadores foram selecionados em função da habilidade de discriminar as amostras e repetir resultados nas avaliações, sendo excluídos os provadores que apresentaram probabilidade de F_{amostras} não significativa ($p > 0,05$) ou $F_{\text{repetição}}$ significativa ($p < 0,05$), em mais de dois casos.

Avaliação sensorial dos açúcares

As amostras foram avaliadas em relação à cor caramelo, uniformidade dos grãos, granulosidade, aroma característico, sabor característico, sabor amargo, arenosidade e dissolubilidade, em escala não estruturada de 9 cm, apresentadas monadicamente e a ordem de apresentação foi balanceada. Os testes foram realizados em triplicata e em cabines individuais. Os provadores utilizaram água mineral para lavar o palato entre uma amostra e outra.

3.4.2 Avaliação da preferência da aparência, cor e textura visual do açúcar mascavo

As seis amostras de açúcar mascavo foram apresentadas aos provadores em uma embalagem plástica transparente, devidamente tampada, codificadas com três dígitos, com aproximadamente 120 g e foi deixado um espaço livre na embalagem, onde permitia que o provador balançasse a mesma para verificar a cor e a textura visual (VERRUMA-BERNARDI et al., 2007). A preferência em relação à aparência e textura visual foi avaliada em escala hedônica de nove pontos. Cinquenta provadores (alunos, professores e técnicos da UFSCar/Araras – SP, com idade entre 17 e 55 anos) do produto participaram do teste, no qual receberam cerca de 20 g de cada açúcar, codificados com números de três dígitos.

3.5 Análise estatística

Todos os cálculos estatísticos foram feitos utilizando-se rotinas (macros) programadas em VisualBasic© sobre arquivos MS-Excel®.

Análise estatística do açúcar mascavo

Os dados dos 19 provadores submetidos a teste, com três respostas a cada um dos oito atributos, foram submetidos à análise demonstrativa quantitativa (ADQ), considerando-se discordantes os resultados da análise de variância com $prob\{F amostra\} > 0,5$ ou com $prob\{F repetição\} < 0,05$. O critério de seleção foi aceitar os provadores com no máximo duas discordâncias no total dos oito atributos, não importando se referentes às amostras ou às repetições.

Por este critério, dos 19 provadores iniciais, mantiveram-se oito. Os dados desses foram submetidos à análise de variância no formato semelhante a um fatorial bivariado em blocos (provadores), com 6 tratamentos (amostras) e três valores do segundo fator (repetições).

Para análise de preferência foram utilizados 50 provadores. Os dados desses foram submetidos à análise de variância no delineamento com 6 tratamentos (amostras) em 50 blocos completos (provadores).

Os dados das análises físico-químicas contemplando oito atributos com quatro repetições para cada um dos 6 tratamentos foram igualmente submetidos à análise de variância.

Na segunda etapa da ADQ, no teste de preferência e análises físico-químicas as médias foram submetidas ao teste de Tukey, e se os resultados apresentaram dubiedade na interpretação da significância das diferenças, aplicou-se o teste de Scott-Knott, ambos a 5% de significância.

Análise estatística do caldo da cana

O experimento foi conduzido com seis tratamentos (tipos de adubação), com quatro repetições, e quatro subparcelas (épocas de colheita). Os dados das análises físico-químicas do caldo da cana foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5%. Todos os cálculos foram feitos utilizando-se rotinas ("macros") programadas em VisualBasic sobre arquivo MS-Excel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises físico-químicas de cana e caldo

O resultados de Brix % cana, pol % cana, pol % caldo, pureza, fibra % cana, ART % cana e ATR kg/ton cana, obtidos para todos os tratamentos, nas diferentes épocas amostradas, estão apresentados respectivamente nas Tabelas 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Observa-se que na média das quatro colheitas não houve diferença significativa entre os tratamentos para estas variáveis ao nível de 5% de probabilidade. No entanto, houve diferença significativa entre as colheitas, para todos os tratamentos em cana-planta. Os valores de todos os tratamentos aumentaram da primeira colheita até a terceira, como era de se esperar, já que estas variáveis tendem a aumentar com a maturação da cana.

Comparando os resultados obtidos entre as colheitas 3 (cana-planta) e 4 (cana-soca), observou-se que, na média ocorreram diferenças significativas para os resultados das variáveis Brix % cana, pol % cana, pol % caldo, fibra % cana, ART % cana e ATR kg/ton cana, exceto para pureza, onde somente o

tratamento TEST diferiu significativamente, e fibra % cana onde somente os tratamentos TEST e SCVQ diferiram significativamente. Em todos os casos a colheita 4 sempre apresentou maiores valores em todos os tratamentos. Sendo assim, aparentemente houve manutenção da qualidade tecnológica da cana para todos os tratamentos entre a cana-planta e a cana-soca.

Tabela 3 – Resultados de Brix % cana, obtidos para os diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1		Colheita 2		Colheita 3		Colheita 4		Média	
	Abr-2010		jun-2010		Ago-2010		Set-2011			
TEST	12,98	a D	17,40	a C	20,98	a B	23,23	a A	18,64	a
SOVV	13,63	a C	17,58	a B	22,43	a A	23,40	a A	19,26	a
SOCV	13,50	a D	17,48	a C	21,08	a B	23,18	a A	18,81	a
SCVQ	13,65	a D	17,98	a C	21,30	a B	23,30	a A	19,06	a
SCAQ	13,45	a D	17,60	a C	21,85	a B	23,23	a A	19,03	a
SCCQ	12,90	a D	17,50	a C	21,23	a B	23,25	a A	18,72	a
Média	13,35	D	17,59	C	21,48	B	23,26	A		

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico.

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Tabela 4 – Resultados de pol % cana das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1		Colheita 2		Colheita 3		Colheita 4		Média	
	Abr-2010		jun-2010		Ago-2010		Set-2011			
TEST	7,71	a D	12,32	a C	15,73	a B	17,77	a A	13,38	a
SOVV	8,45	a C	12,42	a B	16,80	a A	17,45	a A	13,78	a
SOCV	8,28	a D	12,54	a C	15,66	a B	17,43	a A	13,48	a
SCVQ	8,43	a D	12,96	a C	15,84	a B	17,41	a A	13,66	a
SCAQ	8,17	a C	12,50	a B	16,33	a A	17,44	a A	13,61	a
SCCQ	7,85	a D	12,22	a C	15,75	a B	17,54	a A	13,34	a
Média	8,15	D	12,50	C	16,02	B	17,50	A		

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico.

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Tabela 5 – Resultados de pol % caldo das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1		Colheita 2		Colheita 3		Colheita 4		Média
	Abr-2010		jun-2010		Ago-2010		Set-2011		
TEST	8,75	a D	14,32	a C	18,56	a B	21,33	a A	15,74 a
SOVV	9,58	a C	14,41	a B	20,09	a A	21,12	a A	16,30 a
SOCV	9,41	a D	14,53	a C	18,66	a B	21,03	a A	15,91 a
SCVQ	9,58	a D	15,04	a C	18,82	a B	21,14	a A	16,14 a
SCAQ	9,28	a D	14,45	a C	19,48	a B	21,06	a A	16,07 a
SCCQ	8,88	a D	14,23	a C	18,73	a B	21,04	a A	15,72 a
Média	9,25	D	14,50	C	19,06	B	21,12	A	

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Tabela 6 – Resultados de pureza das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1		Colheita 2		Colheita 3		Colheita 4		Média
	Abr-2010		jun-2010		Ago-2010		Set-2011		
TEST	67,42	a D	82,22	a C	88,47	a B	91,86	a A	82,49 a
SOVV	70,29	a C	81,98	a B	89,56	a A	90,23	a A	83,02 a
SOCV	69,66	a C	83,08	a B	88,50	a A	90,73	a A	82,99 a
SCVQ	70,16	a C	83,59	a B	88,33	a A	90,73	a A	83,20 a
SCAQ	68,93	a C	82,04	a B	89,17	a A	90,67	a A	82,70 a
SCCQ	68,85	a C	81,24	a B	88,24	a A	90,50	a A	82,21 a
Média	69,22	D	82,36	C	88,71	B	90,78	A	

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Tabela 7 – Resultados de fibra % cana das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Média
	Abr-2010	jun-2010	Ago-2010	Set-2011	
TEST	9,68 a D	11,03 a C	11,96 a B	12,96 a A	11,41 a
SOVV	9,61 a C	10,96 a B	12,72 a A	13,40 a A	11,67 a
SOCV	9,77 a C	10,89 a B	12,49 a A	13,23 a A	11,60 a
SCVQ	9,77 a D	10,95 a C	12,33 a B	13,60 a A	11,66 a
SCAQ	9,71 a C	10,74 a B	12,57 a A	13,29 a A	11,58 a
SCCQ	9,46 a C	11,16 a B	12,40 a A	12,90 a A	11,48 a
Média	9,67 D	10,96 C	12,41 B	13,23 A	

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Tabela 8 – Resultados de ART % cana das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Média
	Abr-2010	jun-2010	Ago-2010	Set-2011	
TEST	9,29 a D	13,68 a C	17,07 a B	19,11 a A	14,79 a
SOVV	9,98 a C	13,79 a B	18,16 a A	18,82 a A	15,19 a
SOCV	9,82 a D	13,88 a C	16,99 a B	18,79 a A	14,87 a
SCVQ	9,96 a D	14,31 a C	17,19 a B	18,76 a A	15,06 a
SCAQ	9,73 a C	13,88 a B	17,68 a A	18,79 a A	15,02 a
SCCQ	9,40 a D	13,60 a C	17,09 a B	18,91 a A	14,75 a
Média	9,69 D	13,86 C	17,36 B	18,86 A	

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Tabela 9 – Resultados de ATR das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Média
	Abr-2010	jun-2010	Ago-2010	Set-2011	
TEST	84,06 a D	123,80 a C	154,46 a B	172,95 a A	133,82 a
SOVV	90,33 a C	124,83 a B	164,36 a A	170,28 a A	137,45 a
SOCV	88,83 a D	125,63 a C	153,77 a B	170,03 a A	134,56 a
SCVQ	90,16 a D	129,55 a C	155,55 a B	169,76 a A	136,25 a
SCAQ	88,03 a C	125,59 a B	160,03 a A	170,09 a A	135,93 a
SCCQ	85,05 a D	123,08 a C	154,70 a B	171,16 a A	133,50 a
Média	87,74 D	125,41 C	157,14 B	170,71 A	

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Os resultados de AR % caldo, AR % cana, obtidos para todos os tratamentos, nas diferentes épocas amostradas estão apresentados respectivamente nas Tabelas 10 e 11. Observa-se que não houve diferença significativa entre todos os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade para cana-planta e cana-soca. Houve diferença significativa entre as colheitas 1, 2 e 3 (cana-planta), com tendência de diminuição dos valores da colheita 1 para a 3, indicando a diminuição com a maturação da cana. Entre a cana-planta (colheita 3) e a cana-soca (colheita 4) pode-se dizer também que houve uma manutenção dos valores para estes cortes, ocorrendo diferença significativa somente para o tratamento testemunha.

Tabela 10 – Resultados de AR % caldo das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1		Colheita 2		Colheita 3		Colheita 4		Média
	Abr-2010		jun-2010		Ago-2010		Set-2011		
TEST	1,33	a A	0,82	a B	0,61	a C	0,49	a D	0,81 a
SOVV	1,23	a A	0,83	a B	0,57	a C	0,55	a C	0,79 a
SOCV	1,25	a A	0,79	a B	0,61	a C	0,53	a C	0,79 a
SCVQ	1,23	a A	0,77	a B	0,61	a C	0,53	a C	0,79 a
SCAQ	1,28	a A	0,83	a B	0,58	a C	0,53	a C	0,80 a
SCCQ	1,28	a A	0,85	a B	0,61	a C	0,54	a C	0,82 a
Média	1,27	A	0,82	B	0,60	C	0,53	D	

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Tabela 11 – Resultados de AR % cana das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1		Colheita 2		Colheita 3		Colheita 4		Média
	Abr-2010		jun-2010		Ago-2010		Set-2011		
TEST	1,17	a A	0,71	a B	0,51	a C	0,41	a D	0,70 a
SOVV	1,09	a A	0,71	a B	0,48	a C	0,45	a C	0,68 a
SOCV	1,10	a A	0,68	a B	0,51	a C	0,44	a C	0,68 a
SCVQ	1,09	a A	0,67	a B	0,51	a C	0,44	a C	0,68 a
SCAQ	1,12	a A	0,72	a B	0,49	a C	0,44	a C	0,69 a
SCCQ	1,13	a A	0,73	a B	0,52	a C	0,45	a C	0,71 a
Média	1,12	A	0,70	B	0,50	C	0,44	D	

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Os resultados de aminoácidos representados pelos valores de nitrogênio amínicos estão apresentados na Tabela 12. Na média não houve diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade, mas aumentaram da colheita 1 para a 3 em cana-planta e na colheita 4 foi menor do que na colheita 3. Considerando os tratamentos individualmente, houve diferença significativa para os tratamentos SOVV, SCAQ e SCCQ entre as colheitas 1, 2 e 3 (cana-planta), com tendência de aumento dos valores da colheita 1 para a 3. De forma geral os aminoácidos tenderam a diminuir da cana-planta (colheita 3) para a cana-soca (colheita 4), mas tendência significativa ocorreu apenas para os tratamentos SOVV e SCAQ.

Tabela 12 – Resultados de nitrogênio amínico em mg/L obtidos para as amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1		Colheita 2		Colheita 3		Colheita 4		Média
	Abr-2010		jun-2010		Ago-2010		Set-2011		
TEST	38,77	a B	36,63	a B	54,62	a A	51,84	a A	45,46 a
SOVV	33,45	a B	54,57	a A	57,52	a A	46,36	a AB	47,97 a
SOCV	36,51	a B	44,51	a A	54,35	a A	47,96	a A	45,83 a
SCVQ	39,49	a A	49,15	a A	52,05	a A	46,36	a A	46,76 a
SCAQ	32,56	a B	39,68	a B	61,14	a A	42,10	a AB	43,87 a
SCCQ	34,58	a B	52,30	a AB	67,20	a A	55,50	a A	52,39 a
Média	35,89	C	46,14	B	57,81	A	48,35	B	

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Os resultados para pH e acidez (mg de ácido acético por 100 mL), em caldo, não mostraram diferença significativa entre os tratamentos para todas as colheitas (cana-planta e cana-soca), ao nível de 5%. Os valores de pH diferiram significativamente entre as colheitas da cana-planta para alguns tratamentos; no entanto, as diferenças aparentemente foram irrelevantes. Já para acidez não ocorreram diferenças significativamente entre as colheitas 1, 2

e 3 (cana-planta) para todos os tratamentos. Para os valores de pH do caldo, entre a colheita 3 (cana-planta) e a colheita 4 (cana-soca), ocorreu diferença significativa para os tratamentos SCAQ, TEST e SOCV, que também aparentemente foram irrelevantes. Para acidez somente o tratamento SCCQ diferiu significativamente entre a colheita 3 (cana-planta) e a colheita 4 (cana-soca), sendo que houve um aumento da acidez do caldo da colheita 4 (cana-soca).

Tabela 13 – Resultados de pH das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1		Colheita 2		Colheita 3		Colheita 4		Média	
	Abr-2010		jun-2010		Ago-2010		Set-2011			
TEST	5,53	a A	5,32	a B	5,26	a B	5,39	a AB	5,37	a
SOVV	5,54	a A	5,28	a B	5,38	a AB	5,40	a AB	5,40	a
SOCV	5,54	a A	5,37	a AB	5,28	a B	5,39	a AB	5,40	a
SCVQ	5,54	a A	5,30	a B	5,38	a AB	5,40	a AB	5,40	a
SCAQ	5,51	a A	5,34	a AB	5,29	a B	5,41	a AB	5,39	a
SCCQ	5,42	a A	5,36	a A	5,36	a A	5,41	a A	5,39	a
Média	5,51	A	5,33	B	5,33	B	5,40	B		

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Tabela 14 – Resultados de acidez (mg H Ac/ 100 mL) de caldo, das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1		Colheita 2		Colheita 3		Colheita 4		Média	
	Abr-2010		jun-2010		Ago-2010		Set-2011			
TEST	123,82	a A	120,02	a A	111,46	a A	150,82	a A	126,53	a
SOVV	132,11	a A	158,30	a A	113,47	a A	140,83	a A	136,18	a
SOCV	113,93	a A	132,84	a A	96,91	a A	140,83	a A	121,13	a
SCVQ	128,91	a A	144,02	a A	103,97	a A	144,06	a A	130,24	a
SCAQ	128,77	a A	136,48	a A	105,12	a A	138,47	a A	127,21	a
SCCQ	112,76	a B	116,11	a B	109,87	a B	165,52	a A	126,07	a
Média	123,38	BC	134,63	AB	106,80	C	146,76	A		

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico.

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Os resultados das análises realizadas para os constituintes inorgânicos: cinzas % caldo, potássio g/100mL, estão apresentados respectivamente nas tabelas 15 e 16. Para cinzas e potássio não houve diferença significativa entre os tratamentos em todas as colheitas (cana-planta e cana-soca). De forma geral, apesar de não serem diferentes estatisticamente, houve tendência de diminuição dos valores ao longo das colheitas 1, 2 e 3 (cana-planta), o mesmo acontecendo para os teores de potássio. Os resultados para os tratamentos se mantiveram constantes ao longo da safra. Este comportamento também foi observado em relação aos teores da colheita 3 (cana-planta) para a colheita 4 (cana-soca).

Tabela 15 – Resultados de cinzas % caldo, das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1		Colheita 2		Colheita 3		Colheita 4		Média
	Abr-2010		jun-2010		Ago-2010		Set-2011		
TEST	0,58	a A	0,53	a A	0,51	a A	0,56	a A	0,55 a
SOVV	0,63	a A	0,66	a A	0,54	a A	0,53	a A	0,59 a
SOCV	0,60	a A	0,54	a A	0,47	a A	0,54	a A	0,54 a
SCVQ	0,62	a A	0,64	a A	0,59	a A	0,62	a A	0,62 a
SCAQ	0,67	a A	0,56	a AB	0,57	a AB	0,48	a B	0,57 a
SCCQ	0,57	a A	0,62	a A	0,50	a A	0,51	a A	0,55 a
Média	0,61	A	0,59	AB	0,53	B	0,54	B	

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Tabela 16 – Resultados de potássio (mg/100mL) em caldo, das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1		Colheita 2		Colheita 3		Colheita 4		Média
	Abr-2010		jun-2010		Ago-2010		Set-2011		
TEST	154,8	a A	141,8	a A	102,0	a A	123,0	a A	130,4 a
SOVV	162,5	a AB	175,8	a A	113,3	a AB	103,8	a B	138,8 a
SOCV	163,0	a A	127,0	a AB	97,8	a B	117,3	a AB	126,3 a
SCVQ	178,3	a A	157,3	a A	124,3	a A	142,7	a A	150,6 a
SCAQ	182,8	a A	133,0	a AB	96,5	a B	96,5	a B	127,2 a
SCCQ	144,3	a A	168,0	a A	132,5	a A	132,0	a A	144,2 a
Média	164,3	A	150,5	A	111,0	B	119,2	B	

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico.

Obs.3 As colheita 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

Os resultados para fenólicos (mg/L) estão apresentados na Tabela 17. Observou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos para as colheitas 2 e 3 (cana-planta).

Tabela 17 – Resultados de fenólicos das amostras de cana produzidas em diferentes sistemas de adubação (orgânica e convencional) e colhidas em quatro épocas diferentes.

Adubação	Colheita 1		Colheita 2		Colheita 3		Colheita 4		Média	
	Abr-2010		jun-2010		Ago-2010		Set-2011			
TEST	54,28	a A	76,65	ab A	60,47	b A	57,64	a A	62,26	b
SOVV	51,55	a B	69,98	b AB	80,57	ab A	61,62	a AB	65,93	ab
SOCV	48,22	a B	92,17	a A	98,84	a A	59,46	a B	74,67	a
SCVQ	57,04	a B	85,24	ab A	79,79	ab AB	61,88	a AB	70,99	ab
SCAQ	51,94	a B	81,66	ab A	77,05	b AB	58,25	a AB	67,22	ab
SCCQ	41,54	a B	70,36	b A	77,71	ab A	54,01	a AB	60,91	b
Média	50,76	B	79,34	A	79,07	A	58,81	B		

Obs.1 Letras iguais, maiúscula na horizontal, minúscula na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Obs.2 TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico

Obs.3 As colheitas 1, 2 e 3 foram em cana-planta e a colheita 4 em cana-soca.

4.2 Açúcar mascavo

4.2.1 Avaliação físico-química

Os dados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância, tendo o teste *F* resultado significativo a 1% para todos os itens analisados, exceto para Brix, que resultou não significativo até o nível de 10% de significância. Em seguida, o teste de Tukey a 5% que por ter resultado na dubiedade de interpretação das significâncias, aplicou-se o teste de Scott-Knott a 5%.

Os resultados médios de 4 repetições, obtidas para as avaliações físico-químicas de umidade % açúcar, pol % açúcar, Brix, pH, AR % açúcar, aminoácidos (nitrogênio amínico), fenólicos mg/kg e % cinzas, para os açúcares mascavos produzidos com os caldos obtidos das canas cultivadas em diferentes sistemas de adubação estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 – Comparação entre médias dos resultados de análises físico-químicas de açúcares mascavos produzidos a partir de cana-de-açúcar cultivada em seis sistemas de produção diferentes.

Tratamentos	Umidade %	Pol %	Brix	pH	AR %	N mg/100g	Fenólicos mg/L	Cinzas %
TEST	4,60 d	83,1 c	96 a	5,87 b	1,14 a	9,73 b	437 c	3,75 d
SOVV	5,75 c	84,5 a	96 a	6,05 a	0,90 c	9,16 b	382 d	3,85 c
SOCV	6,23 b	82,7 c	96 a	5,99 a	1,01 b	11,08 a	429 c	4,00 b
SCVQ	5,55 c	81,6 d	96 a	5,97 a	1,17 a	9,56 b	601 a	4,30 a
SCAQ	6,83 a	84,5 a	95 a	6,01 a	0,75 d	11,91 a	361 d	3,75 d
SCCQ	5,70 c	83,6 b	96 a	6,03 a	0,86 c	10,05 b	514 b	4,35 a

Obs. 1 Valores seguidos de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. **Obs. 2** AR: açúcares redutores; N: nitrogênio amínico. **Obs. 3** TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico. **Obs. 4** Os açúcares foram produzidos apenas com os caldos da colheita 3.

Para melhor visualização dos resultados, as médias foram normalizadas aplicando-se a fórmula do “z score”, onde $z = (x_i - \bar{x}) / s$, e plotados em um gráfico radar, apresentado na Figura 2.

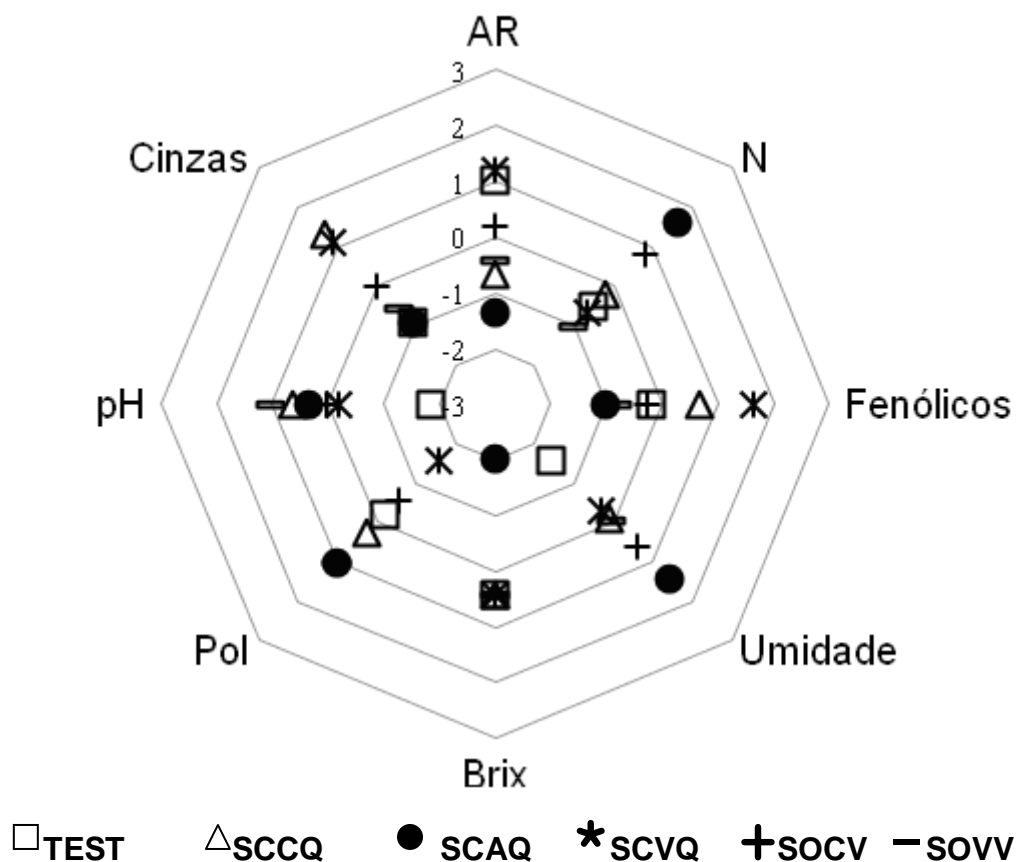


Figura 2 - Resultados das médias normalizadas dos parâmetros físico-químicos de açúcares mascavos produzidos com diferentes sistemas de adubação.

Quanto à umidade os resultados mostraram que os tratamentos diferiram significativamente ao nível de 5%, com o maior valor para o tratamento SCAQ e menor valor para o tratamento TEST. Geralmente a umidade é influenciada pelos açúcares redutores presentes: quanto maior a quantidade de açúcares redutores maior é a umidade no açúcar, já que os açúcares redutores são higroscópicos. Assim, apesar do cuidado em se padronizar a temperatura de corte e de promover o descanso dos açúcares produzidos, não ocorreu essa correlação.

A pol, por definição é a porcentagem de sacarose aparente presente no açúcar. Convencionalmente quanto maior o seu valor melhor para o açúcar cristal; no entanto, para o açúcar mascavo a diminuição da pol pode ser devida à presença de outros constituintes, minerais e orgânicos, presentes no açúcar, sendo também muito importantes, já que se trata de nutrientes que podem ser

relevantes para a saúde humana. Os maiores valores para pol foram obtidos para os tratamentos convencional sem calcário (SCAQ) e sistema orgânico com corretivo orgânico (SOVV), enquanto que o menor valor foi para o sistema de adubação convencional com corretivo orgânico (SCVQ).

Observou-se (Tabela 18) que não houve diferença significativa ao nível de 5% para pH e Brix em relação aos sistemas de adubação, o que era de se esperar, pois os caldos tiveram sua acidez igualmente corrigida e os xaropes foram removidos do aquecimento nas mesmas temperaturas.

Para açúcares redutores (AR), os tratamentos apresentaram diferença significativa ao nível de 5%, com os maiores valores para os tratamentos sistema convencional com corretivo (SCVQ) e testemunha (TEST) e menores valores para o tratamento convencional sem calcário (SCAQ). Os açúcares redutores podem ter origem na inversão da sacarose durante o processamento ou no estágio de maturação da cana, são higroscópicos, por isso sua presença dificulta a remoção de água do açúcar. Como houve correção da acidez do caldo, espera-se que essas diferenças tenham sido ocasionadas pelos diferentes tipos de adubação. No caso do açúcar mascavo, a presença de açúcares redutores no produto apresenta o inconveniente de aumentar a higroscopicidade deste. No entanto observou-se neste experimento que pode não ter sido esta a única origem da umidade.

Observou-se diferença estatística entre os tratamentos, ao nível de 5%, para os teores de aminoácidos, sendo que o tratamento convencional sem calcário (SCAQ) e o sistema orgânico com calcário e composto orgânico (SOCV) foram o que tiveram maior valor, com os demais sendo iguais entre si. Os compostos amínicos estão bastante presentes nas ponteiros das canas. São proteínas, aminoácidos e enzimas responsáveis por reações vitais da planta. Como o desponte das canas foi padronizado é de se esperar que a adubação possa ter interferido no teor de aminoácidos. Caldos ricos em aminoácidos podem escurecer o açúcar em função da reação de Maillard, que ocorre entre aminoácidos e açúcares redutores (CLARKE; LEGENDRE, 1999). Entretanto como se pode observar na Tabela 21, não houve esta correspondência.

Canas ricas em compostos fenólicos, em presença de ferro e das enzimas fenoxidases, tendem a fornecer açúcares escuros. O sistema de adubação SCVQ forneceu açúcares com significativamente maior teor de fenólicos, enquanto que o sistema de adubação SCAQ e sistema orgânico com composto orgânico e corretivo orgânico (SOVV) apresentaram os menores valores. Observa-se pela Tabela 21 que de fato o sistema SOVV teve menor valor de cor e o sistema SCVQ maior valor.

Os maiores valores de cinzas foram obtidos para os tratamentos SCCQ e SCVQ, enquanto que os menores valores foram para os tratamentos TEST e SCAQ. As cinzas representam os sais minerais ou compostos inorgânicos ionizáveis presentes no açúcar, já que sua determinação é realizada por técnica condutimétrica. A presença de alto teor de cinzas no açúcar mascavo pode prejudicar o seu sabor, tornando-os mais salgados. Observa-se pela tabela 21 que o sistema SCAQ teve menor valor para sabor amargo.

4.2.2 Avaliação sensorial

Análise descritiva quantitativa (ADQ)

A lista dos atributos com as respectivas definições são mostradas na Tabela 19

Atributo	Definição	Referência
-----------------	------------------	-------------------

Aparência		
Cor caramelo	Refere-se à tonalidade da cor caramelo ou açúcar queimado mais ou menos intenso.	Caramelo claro: paçoquinha tipo rolha. Caramelo escuro: açúcar queimado.
Granulosidade	Refere-se ao tamanho dos grãos (aspectos de areia mais grossa ou areia mais fina).	Mais fina: açúcar refinado. Mais grossa: farinha de rosca.
Uniformidade dos grãos	Refere-se à uniformidade dos tamanhos dos grãos de açúcar.	Pouco: farofa. Muito: açúcar refinado.
Aroma		
Aroma doce	Refere-se ao aroma doce do próprio	Fraco: açúcar cristal.
Característico	açúcar mascavo.	Forte: rapadura. .
Sabor		
Sabor doce	Refere-se ao sabor doce característico do	Fraco: açúcar cristal
característico de açúcar mascavo	açúcar mascavo.	Forte: rapadura
Gosto amargo	Refere-se ao ligeiro gosto percebido de açúcar queimado além do ponto.	Nenhum: açúcar cristal Muito: caramelo queimado
Textura		
Arenosidade	Refere-se à percepção oral similar à presença de grãos de areia ao ingerir o açúcar.	Pouco: percepção de partículas finas (açúcar refinado). Muito: percepção de partículas mais grossas (farofa).
Dissolubilidade	Capacidade de desmanchar na boca.	Lenta: açúcar cristal. Rápida: algodão doce.

Tabela 19 - Atributos sensoriais de açúcar mascavo, respectivas definições e referências utilizadas.

Após a avaliação do desempenho, 11 provadores foram excluídos da equipe por não apresentarem a capacidade de discriminação dos atributos

avaliados ou repetibilidade nas avaliações. A Tabela 20 mostra os resultados das análises dos dados dos 8 provadores selecionados para a avaliação sensorial, e na Tabela 21 os resultados do teste de Scott-Knott.

Tabela 20 - Resumo da análise de variância para os provadores selecionados.

Causas de variação	<i>caram</i>	<i>unifo</i>	<i>granu</i>	<i>aroma</i>	<i>sabcar</i>	<i>sabama</i>	<i>areno</i>	<i>dissol</i>
Provadores	**	**	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	**	<i>ns</i>	**
Amostras	**	*	*	**	*	*	<i>ns</i>	+
Repetições	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Amostras x repetições	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Tratamentos	**	<i>ns</i>	*	**	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Obs: *caram*: cor caramelo; *unifo*: uniformidade dos grãos; *granu*: granulosidade; *aroma*: aroma característico; *sabcar*: sabor característico; *sabama*: sabor amargo; *areno*: arenosidade; *dissol*: dissolubilidade. Significância do teste *F*: ** 1%; * 5%, + 10%; *ns*: não significativo.

Tabela 21 – Comparação entre médias da análise sensorial de atributos de açúcares mascavos produzidos a partir de cana-de-açúcar cultivada em seis sistemas de produção diferentes.

Tratamentos	Atributos							
	<i>caram</i>	<i>unifo</i>	<i>granu</i>	<i>aroma</i>	<i>sabcar</i>	<i>Sabam</i>	<i>areno</i>	<i>dissol</i>
TEST	2,9 c	3,5 b	4,0 a	4,2 b	4,5 b	4,6 a	4,3 a	4,2 a
SCCQ	4,8 b	4,4 b	4,1 a	5,2 a	5,5 b	4,6 a	3,9 a	3,7 a
SCAQ	2,6 c	5,3 a	2,5 b	3,7 b	4,9 b	3,4 b	4,1 a	5,2 a
SCVQ	6,7 a	5,0 a	4,3 a	6,2 a	6,5 a	5,2 a	3,7 a	4,4 a
SOCV	4,9 b	4,5 b	4,3 a	5,3 a	5,5 b	4,9 a	4,0 a	3,9 a
SOVV	1,7 d	4,3 b	4,0 a	4,3 b	5,1 b	4,3 a	2,9 a	4,6 a
Média	3,9	4,5	3,8	4,8	5,3	4,5	3,8	4,3

Obs. 1 *caram*: cor caramelo; *unifo*: uniformidade dos grãos; *granu*: granulosidade; *aroma*: aroma característico; *sabcar*: sabor característico; *sabam*: sabor amargo; *areno*: arenosidade; *dissol*: dissolubilidade. **Obs. 2** Valores seguidos de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. **Obs. 3** TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico.

Obs. 4 Os açúcares foram produzidos apenas com os caldos da colheita 3.

Para melhor visualização dos resultados obtidos, estes foram colocados em um gráfico radar apresentado na Figura 3.

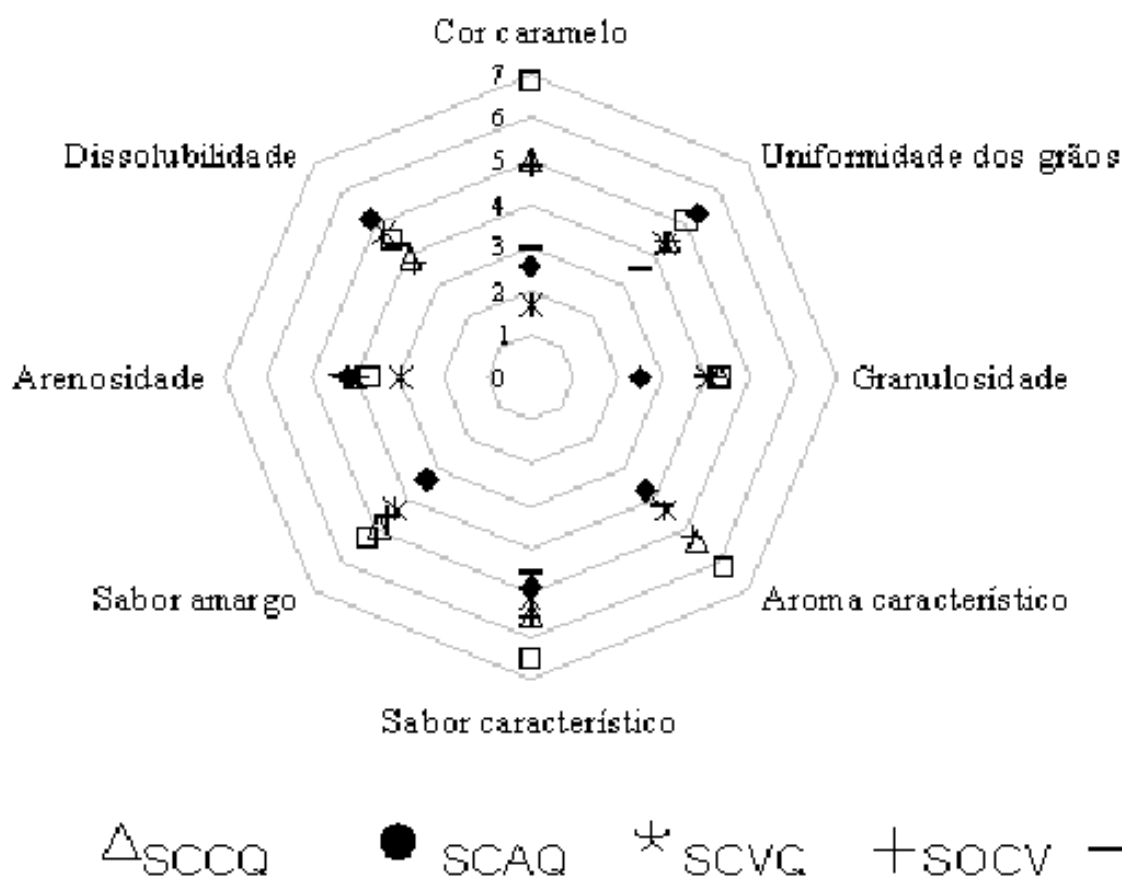


Figura 3 – Resultados da avaliação da análise sensorial de açúcares mascavos produzidos em diferentes sistemas de adubação.

Como não houve diferença significativa nos caldos é de se esperar que as diferenças encontradas no açúcar devam ser devido ao processo de produção.

A cor do açúcar está diretamente relacionada com a composição do caldo, ou seja, com a presença de precursores de cor ou de constituintes coloridos que se formaram pela reação destes. Dentre os precursores temos os aminoácidos e açúcares redutores, que são os reagentes da Reação de *Maillard*, e os fenólicos e polifenóis, que são compostos que reagem tanto em presença de enzimas oxidases, escurecendo o caldo, como com produtos da degradação dos açúcares, principalmente a frutose, fornecendo as melanoídnas (ARAUJO, 2007). Observa-se que houve diferença significativa

para os tratamentos. O tratamento SCVQ teve a maior intensidade da cor caramelo e o tratamento SOVV apresentou a menor intensidade da cor caramelo. De acordo com a Tabela 18, houve correspondência entre a cor caramelo e os valores de fenólicos e açúcares redutores, para o tratamento SCVQ. Para nitrogênio amínico não houve correspondência.

A uniformidade é uma característica que demonstra a facilidade que houve de homogeneização do açúcar, durante o processo de cristalização por choque mecânico. A capacidade de se deixar homogeneizar adquirida pelo açúcar pode estar relacionada ao teor de açúcares redutores, glicose e frutose, que por serem higroscópicos, dificultam a remoção da água do produto. O maiores valores foram para os tipos de adubação SCAQ e SCVQ, iguais estatisticamente e distintos dos demais.

Assim como a uniformidade, quanto maior a umidade pode-se esperar uma maior granulidade. Isso porque, a umidade colabora com o empedramento ou aglomeração dos cristais de açúcar. Sensoriamente observou-se que isso ocorreu. O tratamento SCAQ foi o que teve menor valor para o atributo granulidade, diferenciando-se dos demais que foram semelhantes.

O aroma do açúcar mascavo se parece muito com o aroma da rapadura. O Sistema Convencional com Corretivo Orgânico (SCVQ) apresentou-se como valor superior, porém não diferente estatisticamente de SCCQ e SOCV, enquanto foram inferiores e iguais os tratamentos TEST, SCAQ e SOVV.

Para sabor característico, observou-se que o tratamento SCVQ foi o que apresentou maior valor sobre este atributo, com os demais sendo iguais entre si. De acordo com a Tabela 21 observou-se que o tratamento SCVQ também foi o que teve maior valor para o atributo aroma característico, havendo uma possível correlação entre estes atributos.

O aumento do teor de cinzas pode alterar o sabor do açúcar mascavo, tornando-o amargo ou salgado. Para este atributo (sabor amargo), o tratamento SCAQ apresentou o menor valor, enquanto os demais formaram um grupo equivalente. De acordo com a Tabela 18, observou-se uma correlação com o

teor de cinzas, pois o tratamento SCAQ também teve o menor valor para cinzas.

Para os atributos arenosidade e dissolubilidade não houve diferença estatística entre os tratamentos. Havendo uma possível correlação entre estes atributos.

Avaliação sensorial de preferência

Para os resultados da análise de preferência, Tabela 22, os atributos cor visual e textura visual mostraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de significância.

Tabela 22 – Resultados da análise de preferência (cor visual e textura visual) de açúcares mascavos produzidos em diferentes sistemas de adubação.

Tratamentos	Cor	Textura
SCCQ	6,4a	6,8a
SOVV	6,5a	6,6a
SOCV	6,3a	6,2a
SCAQ	6,0a	6,3a
SCVQ	6,4a	6,7a
TEST	6,3a	6,3a

Obs. 1 Valores seguidos de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. **Obs. 2** TEST: testemunha absoluta; SCCQ: sistema convencional com calcário e adubo químico; SCAQ: sistema convencional sem calcário e com adubo químico; SCVQ: sistema convencional com corretivo orgânico e adubo químico; SOCV: sistema orgânico com calcário e composto orgânico; SOVV: sistema orgânico com corretivo e composto orgânico.

Obs. 3 Para a análise de preferência, foram utilizados os açúcares mascavos produzidos com os caldos da colheita 3.

5 CONCLUSÕES

Com os resultados do presente trabalho, conclui-se que não ocorreu diferença significativa entre os sistemas de adubação orgânicos e convencionais, em seus níveis de correção adequados para cana e caldo. O único parâmetro que apresentou diferenças significativas, porém em níveis irrelevantes do ponto de vista tecnológico, foram os teores de fenólicos.

O corretivo orgânico foi tão eficiente quanto o calcário para todos os parâmetros avaliados, assim como o composto orgânico em relação ao adubo químico.

Foi observada neste experimento, diferença significativa para as variáveis estudadas, quando a cana-de-açúcar foi submetida aos diferentes sistemas de adubação em cana-planta e cana-soca.

Quanto aos açúcares mascavos produzidos com as canas obtidas dos diferentes sistemas de adubação, apesar da diferença significativa entre as variáveis físico-químicas e sensoriais, não houve diferença significativa na preferência pelos consumidores, entretanto, se o público da pesquisa tivesse sido outro, como por exemplo donas de casa consumidoras de açúcar mascavo, o resultado poderia ter sido diferente.

6 REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Alimentos orgânicos: selo para garantir origem e qualidade.** São Paulo. FNP Consultoria & Comercio, 2000. p. 65-66.
- ALMEIDA JÚNIOR, A. B. de. **Adubação orgânica em cana-de-açúcar:** efeitos no solo e na planta. 2010. 58 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- ALTIERI, M. **Agroecologia:** a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre, Ed. Da Universidade, UFRGS, 1998.
- ALTIERI, M. **Agroecologia:** bases científicas para uma agricultura sustentável. Ed. Agropecuária; 560 p. 2002.
- 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.
- ANDRADE, L. A. B. **Cultura da cana-de-açúcar.** In: Cardoso M das G. Produção de aguardente. Lavras: UFLA, 2001. p.19-50.
- ANJOS, I. A. dos et al. 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). **Revista Ciência e Agrotecnologia.** Lavras, v. 31, n. 1, p. 59-63, jan./fev. 2007.
- APOLARI, J. P. **Sistema de produção orgânico de milho (Zea mays L.), feijão (Phaseolus vulgaris L.) e mandioca (Manihot esculenta crantz) consorciados com soqueira de cana-de-açúcar (Sacharum spp.).** 2009. Dissertação de Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural. UFSCar. Araras.
- AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação.** São Paulo: Edard Blucher, 1993. v. 5, 227 p.

- ARAÚJO, E. R. et al. Qualidade de açúcares mascavos produzidos em um assentamento da reforma agrária. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 617-621, out./dez. 2011.
- ARAUJO, F. A. D. Processo de clarificação do caldo de cana pelo processo da bicarbonatação. **Revista Ciências & Tecnologia**, Recife, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2007.
- ARBOS, K. A. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 501-506, abr./jun. 2010.
- ASSIS, P. C. O. et al. Resposta dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar a diferentes lâminas de irrigação e adubação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2004.
- BIGNARD, F. A. C. **Agricultura ecológica e a saúde humana**. 2004. Disponível em: <<http://aao.org.br/aao/artigos-e-noticias.php>>. Acessado em: 15 de abril de 2012.
- BORBA, J. M. M.; PATERSON, M.; MELO, F. A. D. Comportamento industrial de diferentes variedades de cana-de-açúcar cultivadas no Estado de Pernambuco. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 106, n. 5-6, p. 9-14, 1988.
- BORGUINI, R. G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. 178 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BORTOLETTO, M. E. **Tóxicos, civilização e saúde**: contribuição à análise dos sistemas de informações tóxico-farmacológicas no Brasil. Rio de Janeiro: Ed. FIOCRUZ, 1993. 136 p.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999**. Disponível em: <http://www.ibd.com.br/Media/arquivo_digital/c40fe6c4-51f3-414a-9936-49ea814fd64c.pdf>. Acessado em: 10 de maio de 2012.
- BRASIL. **Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003**. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?metodo=consultarLegislacaoFederal>>. Acessado em: 30 de março de 2011.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008**. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acessado em: 30 de março de 2011.

BRASIL. COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES DE ALIMENTOS. **Resolução nº 12/33**. Normas técnicas especiais. [Brasil]: D.O.U., 1978. Seção I, pt. I.

BRIEGER, F. O. Início da safra: como determinar a maturação. **Boletim Informativo Copereste**, Ribeirão Preto, v. 4 (único), p. 1-3, abr. 1968.

BRITO, L. **Propostas para agricultura familiar**. UNB, 2005. Disponível em: <<http://www.unb.br/acs/unbagencia/ag0605-21htm>>. Acessado em: 10 de maio de 2012.

BSES - BUREAU OF SUGAR EXPERIMENT STATIONS BRISBANE. **The standard laboratory manual for Australian sugar mills**: analytical methods and tables. Brisbane, Australia, BSES Publications, v. 22, methods 29, 1991a. Phenolic acids – Determination in raw sugar, syrups and cane juice.

BSES - BUREAU OF SUGAR EXPERIMENT STATIONS BRISBANE. **The standard laboratory manual for Australian sugar mills**: analytical methods and tables. Brisbane, Australia, BSES Publications, v. 22, methods 35, 1991b. Amino nitrogen – Determination in raw sugar and mill products.

CAIRO, N. **O livro da cana-de-açúcar**. 2. ed. Curitiba: Plácido da Silva, 1924.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. 118 p. (IAPAR. Circular, 80)

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 69-101, set./dez. 2001.

CARVALHO, G. J. **Avaliação do potencial forrageiro e industrial de variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes épocas de corte**. 1992. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Larvas, Larvas, 1992.

- CERVEIRA, R.; CASTRO, M. C. de. Consumidores de produtos orgânicos da cidade de São Paulo: características de um padrão de consumo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 29, n. 12, p. 7-20, 1999.
- CESAR, M. A. A.; SILVA, F. C. da. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a indústria sucroalcooleira**. Piracicaba: Departamento Editorial do Centro Acadêmico Luiz de Queiroz, 1993. 39 p.
- CESNIK, R. **Melhoramento da cana-de-açúcar: marco sucro-alcooleiro no Brasil**. 2007 disponível em:
<http://www.cnpma.embrapa.br/public/index.php3?it=p&id=131&func=public>
. Acessado em: agosto de 2012.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**. Porto Alegre: Ed. L&PM, 1987. 253 p.
- CLARKE, M. A.; LEGENDRE, B. R. Qualidade da cana-de-açúcar: impactos no rendimento do açúcar e fatores da qualidade. **STAB**, Piracicaba, v. 17, n. 6, p. 36-40, jul./ago. 1999.
- COMPANHIA ALBERTINA. **Açúcar orgânico**. Disponível em:
http://www.albertina.com.br/acucar_organico/acucar.htm. Acessado em: 20 de maio de 2012.
- COPERSUCAR. **Amostragem e análise da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1980. 37 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB.
Acompanhamento da safra brasileira cana-de-açúcar safra 2007/2008, primeiro levantamento, maio/2007. Brasília: Conab, 2007. 12 p.
- COSTA, M. B. B. da. et al. **Adubação orgânica: nova síntese e novo caminho para a agricultura**. São Paulo: Editora Ícone Ltda, 1989. 104 p.
- 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.
- CTC – CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Manual de controle químico da falsificação de açúcar**. Piracicaba, 2011. cap. 2.

DAROLT, M. R. Estado e característica atual da agricultura orgânica no mundo. **Revista Brasileira de Agropecuária**, São Paulo, ano 1, n. 9, 2000.

DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica**: inventando o futuro. Londrina: IAPAR, 2002. 250 p.

DAROLT, M. R. Comparação entre a qualidade do alimento orgânico e a do convencional. In: Stringheta, P.C.; Muniz, J.N. **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. Viçosa: UFV, 2003. p. 289-312.

DELGADO, A. A.; DELGADO, A. P. **Produção do açúcar mascavo, rapadura e melado**. Piracicaba: Alves, 1999. 154 p.

FERNANDES, A.C. **Cálculos na agroindústria de cana-de-açúcar**. 2. ed. Piracicaba: STAB, 2003. 240 p.

FERNANDES, A. C. **Comportamento agro-industrial de seis variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) com e sem fertirrigação**. 1982. 82 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FERNANDES, A. C.; BENDA, G.T.A. Distribution patterns of Brix and fibre in the primary stalk of sugar cane. **Sugar Cane**, v. 5, p. 8-13, 1985.

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.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653 p.

GOULART, S. P. et al. Cana-de-açúcar: variedades e metodologias a serviço da agricultura familiar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 1, p. 1082-1085, 2007.

GRANDO, M. **Intoxicações humanas por agrotóxicos em Santa Catarina**: um perfil dos casos registrados pelo centro de informações toxicológicas. 1998. 161 p. Dissertação (Mestrado do curso de Pós-Graduação em

Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

HAMERSCHMIDT, I.; SILVA, J. C. B. V.; LIZARELLI, P. H. **Agroecologia: o novo enfoque da extensão rural**. Curitiba: EMATER-PR, 2005. 82 p.

HOFFMANN, H. P. et al. **Variedades RB de Cana-de-Açúcar**. Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2008. 30 p.

INOVE. **Shopping sustentável: cachaças brasileiras 100% orgânicas ganham mercado externo**. [S.l.], 2010. Disponível em: <http://www.inoveambiental.com.br/shopping_not.php?id_produto=52>. Acessado em: 20 de maio de 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4. ed. Brasília: ANVISA, 2005. 1018 p.

JEYARATMAN, J. Occupational health issues in developing countries. In: ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Public health impact of pesticides used in agriculture**. Geneva: 1990, p. 207-212.

JUNGHANS, E. et al. **Quality of sugar beet and sugarcane**. Berlin: [s.n.], 1998. p. 209-238, il.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba: Edição do autor, 1993. 189 p.

LANDRAU, P.; SAMUELS, G. Response of four varieties to fertilizers during the first cycle. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Costa Rica, v. 38, n. 2, p. 73-95, 1954.

LEITE, R. A. **Compostos fenólicos do colmo, bainha, folha e palmito de cana-de-açúcar**. 2000. 135 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- 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. **Glossário de termos técnicos para a indústria sucroalcooleira**. Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool, PLANALSUCAR, 1986. 32 p.
- LOPES, C. H. **Tecnologia da produção de açúcar de cana**. Coleção UAB-UFSCar, Tecnologia Sucroalcooleira. Edufscar, 2011.
- LOPES, C. H.; BORGES, M. T. M. R. **Produção de açúcar mascavo, rapadura e melado de cana**. Rio Grande do Sul, CNA, SEBRAE, SENAR: Capacitação Tecnológica para a Cadeia Agroindustrial. 44 p, 1998.
- LOPES, C. H.; BORGES, M. T. M. R. **Proposta de normas e especificações para açúcar mascavo, rapadura e melado de cana**. DTAISER / Centro de Ciências Agrárias/Araras, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 10 p. 2004. Relatório Interno. s/n.
- LOPES, C. H.; BORGES, M. T. M. R.; SILVA, E. da. **Manual de métodos de análise de açúcar**. Piracicaba: Editoração Aloísio Gomes da Silveira/MS Tecnopar Instrumentação, 2012. 83 p.
- 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) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras.
- MARGARIDO, L. A. C. et al. Produção orgânica da cana-de-açúcar, açúcar mascavo, melaço e rapadura: uma experiência. **Extensão Rural e Desenvolvimento Sustentável**, Porto Alegre, v. 1, n. 4, p. 39-45, nov./dez. 2005.
- MARIOTTI, J. A. et al. Efecto de la época de muestro sobre la eficiencia de la selection por calidad en caña de azúcar. **Revista Agronomica del Noroeste Argentino**, Tucuman, v. 16, p. 51-66, 1979.

- MARTINS DE SOUZA, M. C. Produtos orgânicos. In ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (orgs). **Economia & gestão dos negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000, p. 385-402
- MATSUOKA, S. et al. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em um sistema orgânico de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2002, Recife. **Anais...**Recife: STAB, 2002. p. 301-308.
- MELO, L. J. T. M.; OLIVEIRA, F. J.; BASTOS, G. Q.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C. J.; REIS, O. V. Interação genótipo x ciclos de colheita de cana-de-açúcar da Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 197-205, 2006.
- MIYAZAWA, M.; KHATOUNIAN, C. A.; ODENATH-PENHA, L. A. Teor de nitrato nas folhas de alface produzidas em cultivo convencional, orgânico e hidropônico. **Agroecologia Hoje**, ano 2, v. 7, p. 23, fev./mar. 2001.
- MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Westport: Food and Nutrition, 1983. 605 p.
- MUTTON, M. J. R.; MUTTON, M. A. Identificação de perdas de açúcares no setor agrícola. **STAB**, Piracicaba, v. 23, n. 4, p. 42-46, 2005.
- ORMOND, J. G. P. et al. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDS Setorial**, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, 2002.
- ORSOLIN, J. **Gestão da comercialização na cadeia agroindustrial familiar do açúcar mascavo**. 2002. 185 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PADOVAN, M. P. **Conversão de sistemas de produção convencionais para agroecológicos**: novos rumos à agricultura familiar. Dourados: Edição do Autor, 2006. 118 p.
- PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar**: cultivo e utilização. Campinas: Fundação, 1987. 431 p.
- PATURAU, J. M. **By products of the cane sugar industry: an introduction to their industrial utilization**. 2. ed. New York: Elsevier, 1982. 366 p.

- PASCHOAL, A. D. **Produção orgânica de alimentos**: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI. São Paulo: Globo, 1994. 191 p.
- PAYNE, J. H. **Operações unitárias na produção de açúcar de cana**. São Paulo: Nobel, STAB, 1989. 245 p.
- PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**: normas e técnicas de cultivo. Campinas: Grafimagem, 2000. 110 p.
- PITELLI, M. M.; VIAN, C. E. de F. O processo recente de formação dos campos organizacionais da carne bovina e açúcar orgânicos: análise preliminar e perspectivas. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43, Ribeirão Preto, **Anais...** Brasília, 2005.
- PREMUZIC, Z. et al. Calcium, iron, potassium, phosphorus and vitamin C content of organic and hydroponic tomatoes. **Hortscience**, Argentina, v. 33, n. 2, p. 255-257, abril 1998.
- PRIMAVESI, A. **Agricultura Sustentável**. São Paulo: Nobel, 1992.
- PRIMAVESI, A. **Agroecologia**: ecosfera, tecnosfera e agricultura. São Paulo: Nobel, 1997. 199 p.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1984. 541 p.
- RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar**: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Barros & Marques Editoração Eletrônica, 2004. 302 p.
- RODRIGUES, A. de A. et al. Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 1111-1113
- SANTOS, F. A. **Análise de trilha dos principais constituintes orgânicos e inorgânicos sobre a cor do caldo em cultivares de cana-de-açúcar**. 2008. 62 p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

- SCHARPF, H. C.; AUBERT, C. **Les engrais azotés ont une action défavorable sur la qualité nutritive des végétaux.** Encyclopédie Permanente d'Agriculture Biologique. Paris, Debard, v. 1, 1976, 16 p.
- SCHEUER, J. M.; TOMASI, D. B. A crotalaria na adubação intercalar e reforma do cultivo de cana-de-açúcar. **Vivências:** revista eletrônica de extensão da URI. Erechim, v. 7, n. 12, p. 81-90, 2011.
- SCHUPHAN, W. Nutritive value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatment. **Qualitas Plantarum:** plant foods for human nutrition. v. 23, n. 4, p. 333-358, 1974.
- SEBRAE MG. **Fábrica de açúcar mascavo.** Belo Horizonte, SEBRAE, 2006. 54 p. (Coleção Ponto de Partida).
- SILVA, D. M. E. da. **Influência dos sistemas de exploração agrícola convencional e orgânico em cana-de-açúcar.** 2007. 72 p. Tese (Doutorado em fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SILVA, F. C. da; CESAR, M. A. A; SILVA, C. A. B. da. **Pequenas indústrias rurais de cana-de-açúcar:** melado, rapadura e açúcar mascavo. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 155 p.
- SMITH, B. L. Organic foods vs. supermarket foods: element levels. **Journal of Applied Nutrition.** Chicago, v. 45, n. 1, p. 35-39, 1993.
- SOUZA, M. C. M. Produtos orgânicos. In: NEVES, M. F.; ZYLBERSZTAJ, N. D. **Economia & gestão dos negócios agroalimentares.** São Paulo: Pioneira, 2000.
- STONE, H. S; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices.** 2. ed. London: Academic Press, 1985. 311 p.
- STUPIELLO, J. P. Pureza da cana e seu impacto no processamento. **STAB:** Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 18, n. 3, p. 12, jan./fev. 2000.
- TANEJA, A. D. Effect of crop age on the quality early, mid and late maturing varieties of sugarcane. **Indian Sugar,** Calcutá, v. 36, p. 155-159, 1986.

- TOLEDO, J. C. de. Gestão da qualidade na agroindústria. In: Batalha, M.O. (Coord.). **Gestão Agroindustrial**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001. p. 465-517.
- TOMASETTO, M. Z. C.; LIMA, J. F.; SHIKIDA, P. F. A. Desenvolvimento local e agricultura familiar: o caso da produção de açúcar mascavo em Capanema – Paraná. **INTERAÇÕES**, Campo Grande, v. 10, n. 1, p. 21-30, jan./jun. 2009.
- TONDO, I. de S. P.; SILVA, J. F. M. da; SHIKIDA, P. F. A. Análise econômica da produção de açúcar orgânico. **Expectativa**, Toledo, v.6, n. 6, p. 159-175, 2007.
- TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P.; HEEB, A. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. **Journal of Food Composition and Analysis**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 20-27, 2006.
- VERRUMA-BERNARDI, M. R. et al. Avaliação microbiológica, físico-química e sensorial de açúcares mascavos comercializados na cidade de São Carlos – SP. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 3, p. 205–211, 2007.
- VIAN, C. E. F. **Agroindústria canavieira: estratégias competitivas e modernização**. Campinas: Átomo, 2003. 216 p.
- VIAN, C. E. F.; PITELLI, M. M. O processo de formação dos campos organizacionais da carne bovina e açúcar orgânicos e suas perspectivas. **Revista UNIARA**, v. 20, p. 113, 2007. Disponível em: <http://www.uniara.com.br/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_10.pdf>. Acessado em: 20 de maio de 2012.
- WILWERTH, M. W. et al. Determinação de minerais e metais pesados em açúcar mascavo. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17. São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2009.