

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE TECNOLÓGICA E TEORES DE NUTRIENTES DA  
CANA-DE-AÇÚCAR SOB EFEITO DE MATURADORES**

**Rodrigo Vezzani Franzé**

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL - SÃO PAULO – BRASIL

Julho de 2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE TECNOLÓGICA E TEORES DE NUTRIENTES DA  
CANA-DE-AÇÚCAR SOB EFEITO DE MATURADORES**

**Rodrigo Vezzani Franzé**

**ORIENTADOR: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Miguel Angelo Mutton**

**CO-ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia Justino Rossini Mutton**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção de título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL - SÃO PAULO – BRASIL

Julho de 2010

Franzé, Rodrigo Vezzani  
F837q Qualidade tecnológica e teores de nutrientes da cana-de-açúcar sob  
efeito de maturadores / Rodrigo Vezzani Franzé – – Jaboticabal,  
2010  
ix, 53 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010.  
Orientador: Miguel Angelo Mutton  
Co-orientadora: Márcia Justino Rossini Mutton  
Banca examinadora: Miguel Angelo Mutton, Marcelo de Almeida  
Silva, Durvalina Maria Mathias dos Santos  
Bibliografia

1. SP83-2847. 2. *Saccharum* spp.. 3.. Diagnóstico nutricional-  
cana-de-açúcar. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências  
Agrárias e Veterinárias.

CDU 633.61

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.  
email: rodrigovfranze@yahoo.com.br

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**Rodrigo Vezzani Franzé** – nasceu aos 25 de novembro de 1983, em Ribeirão Preto, São Paulo. Em março de 2003 ingressou no curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Engenheiro Agrônomo graduado em 22 de fevereiro de 2008 em 12º lugar entre 74 formandos, com trabalho de graduação intitulado de: “Toxicidade do alumínio na determinação de glicina betaína e prolina em Labe-labe”. Durante a faculdade foi bolsista do programa PIBIC/CNPq por dois anos consecutivos (01/09/2005 a 31/07/2007) na área de Fisiologia Vegetal e pertenceu ao grupo de pesquisas do CNPq “Fisiologia dos Estresses” com pesquisas nos temas: leguminosas forrageiras, soluções nutritivas, hormônios vegetais e cana-de-açúcar. Realizou Estágio Curricular na LDC Bioenergia Usina São Carlos, em Jaboticabal, SP. na área Agrícola - Controle de Qualidade e Perdas na Colheita de Cana Inteira e Picada, na Fazenda São Carlos, de 10 de julho até 05 de dezembro de 2007. Em março de 2008 ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – Unesp e em abril, ingressou no curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Agroindústria Canavieira pela Faculdade “Dr. Francisco Maeda” – FAFRAM em Ituverava, SP o qual recebeu o título de “Especialista em Agroindústria Canavieira” em 19 de dezembro de 2009 e artigo de conclusão de curso intitulado de: “Definição do momento da colheita de cana-de-açúcar sob o efeito do glifosato como maturador”. Também em março de 2008 tornou-se *trainee* do setor de Controladoria Agrícola e Experimentação Agronômica da Usina Santa Fé S.A., localizada no município de Nova Europa, SP. Em março de 2010 passou a responsável pela criação do setor de Controle de Qualidade Agrícola da Usina Santa Fé S.A..

*“Cada escolha, por menor que seja, é uma forma de semente que lançamos sobre o canteiro que somos. Um dia, tudo o que agora silenciosamente plantamos, ou deixamos plantar em nós, será plantação que poderá ser vista de longe...”*

*Pe. Fábio de Mello*

*A Deus por ser o alicerce de minha vida durante esta jornada ao conhecimento.  
Pelo espetáculo da vida. Pelos momentos felizes e de dificuldades que contribuíram  
para minha formação humana, profissional e acadêmica.*

### **AGRADEÇO**

*Aos meus pais Sérgio Fernando Franzé  
e Dulce Antônia Vezzani Franzé e ao meu irmão  
Renato Vezzani Franzé pelo amor incondicional,  
pelos ensinamentos, apoio e pelo meu sucesso.  
Vencemos mais uma etapa!*

### **DEDICO**

*Aos meus queridos avós maternos  
Dorival Vezzani e Divina I. Frare Vezzani  
por todo o incentivo, acolhimento, ensinamentos,  
palavras amigas de conforto e confiança. Amo vocês!*

### **HOMENAGEIO**

*Aos leitores deste trabalho*

### **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A todos da minha família que torcem pelas conquistas dos meus sonhos.

Aos mestres e amigos, Prof. Dr. Miguel Angelo Mutton e Profa. Dra. Márcia Justino Rossini Mutton que me proporcionaram ensinamentos e orientação.

Aos membros da Banca de Qualificação, Dra. Samira Domingues Carlin e Prof. Dr. Aílto Antonio Casagrande e aos membros da Banca Examinadora, Dr. Marcelo de Almeida Silva e Profa. Dra. Durvalina Maria Mathias dos Santos pelos ensinamentos, pelas sugestões e correções deste trabalho.

Aos professores, pesquisadores e amigos que contribuíram para minha formação, em especial Prof. Dr. Jairo Osvaldo Cazetta, Prof. Dr. Miguel Angelo Mutton, Prof. Dr. José Carlos Barbosa, Prof. Dr. Antonio Sergio Ferraud, Prof. Dr. Marcos Omir Marques, Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior, Prof. Dr. Pedro Luis da Costa A. Alves, Profa. Dra. Márcia Justino Rossini Mutton, Profa. Dra. Durvalina Maria Mathias dos Santos, Profa. Dra. Teresa Cristina Tarle Pissarra, Profa. Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz, Dr. Marcos Guimarães de Andrade Landell, Dr. Helio do Prado, Profa. Dra. Maria das Graças Drumsta Prado Lavanholi, Profa. Dra. Maria Amália Brunini, Dra. Raffaella Rossetto, Dra. Samira Domingues Carlin e Msc. Andressa de Freitas Lima Rhein.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal pela oportunidade de crescimento como ser humano e profissional.

A todos os funcionários da Unesp em especial Wilson (UAD), Mauro, Osmar Trentin, Mônia Roberta Ignácio (Depto Produção Vegetal), Sônia Carregari (Depto Biologia), Sérgio, Renata, Bete, José Carlos (Depto Tecnologia), as bibliotecárias Fátima e Núbia e aos membros da Pós-Graduação Karina, Valéria e Diego.

Aos amigos do laboratório: Gisele, Leonardo Madaleno, Mari, Cidinha, Aline, Kelly, Lidy, José, Carlos, Débora, José Humberto, Flávio, Tati, Ruan, Rossato, Vitor Bidóia e Fábio.

Aos amigos Wilson, Mateus, Rafael Cortes, Rodrigo e Carol, Vitor Bidóia, Daniel, Letícia, Leandro, Karina, Vanessa e Valéria Cury, Renata Gimenes, Cristiane, Geisa, Samira, Andressa, Reginaldo, Marcelino, Mineiro, Marlene, Raquel, Luz Marina, Lena, Suely, Danila, Lúcia, Kleber e Sílvia. Muito obrigado pelo companheirismo de anos... É muito gratificante tê-los em minha vida.

À Usina Santa Fé – Açúcar e Álcool por acreditar no meu potencial, ora como Eng. Agrônomo, ora como amante dos estudos em buscar conhecimentos principalmente da cana-de-açúcar. Em especial ao Gerente Agrícola, João Giro Filho, pelo incentivo aos estudos e pela parceria com a Unesp, permitindo deste modo, a difusão de conhecimentos e tecnologias para o manejo desta belíssima cultura. Aos funcionários da Agrícola e amigos de trabalho, Reginaldo, Gregório, Gérsio, Sylvio, João Freitas, Jailson, Pedro, Toninho, Rogério, Baiano, Marcelino, Amauri, Michel, Clésio, Marcelo, José Rogério, Donizete, Ronny, Márcio, Roselene e Raquel. Aos funcionários da lavoura João Vitor, Bazaninha e Célio e aos do Laboratório de Sacarose que contribuíram para as análises, Cláudio, Márcio, Emílio e Cidinho. A todos os funcionários que direta e indiretamente contribuíram por esta conquista.

*“Mestre não é quem ensina sempre, mas quem de repente aprende”*

*Grande Sertão: Veredas - Guimarães Rosa*

*Muito Obrigado!!!*

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	viii
SUMMARY .....	ix
I. INTRODUÇÃO .....	1
II. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Histórico e importância econômica da cana-de-açúcar .....	3
2.2. Produtos químicos.....	5
2.3. Composição mineral.....	9
2.4. Qualidade da matéria-prima .....	15
III. MATERIAL E MÉTODOS .....	17
3.1. Cana-de-açúcar cv. SP83-2847 .....	17
3.2. Instalações e condução experimental .....	18
3.3. Delineamento experimental e tratamentos utilizados .....	20
3.4. Determinações de macro e micronutrientes nas lâminas foliares.....	23
3.5. Determinações de macro e micronutrientes no caldo.....	24
3.6. Tratamento estatístico .....	26
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
4.1. Qualidade tecnológica .....	27
4.2. Composição mineral.....	37
V. CONCLUSÕES .....	44
VI. REFERÊNCIAS .....	45

## QUALIDADE TECNOLÓGICA E TEORES DE NUTRIENTES DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB EFEITO DE MATURADORES

**RESUMO** – O presente trabalho teve por objetivo avaliar o uso de diferentes produtos químicos como maturadores, em diferentes doses e misturas na qualidade tecnológica e também quantificar os teores de nutrientes nas lâminas foliares e no caldo da cana-planta cv. SP83-2847. O experimento foi conduzido na Fazenda São Francisco do Itaquerê, da Usina Santa Fé, Nova Europa, SP, Brasil de maio a julho de 2008. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os 14 tratamentos principais foram testemunha; glifosato; Moddus; Curavial; fosfito de potássio; sugar plus e sugar super plus, em suas doses e misturas aplicados no dia 21/05/2008. As subparcelas constituíram-se em seis épocas de amostragens para análises tecnológicas (-1; 14, 28, 42, 56 e 70 dias após a aplicação – d.a.a.) e duas épocas para avaliação do teor de nutrientes nas lâminas foliares (LF) obtidas das folhas +1 e caldo de cana (28 e 56 d.a.a.). O uso de glifosato como maturador e em mistura com Moddus, fosfito de potássio e sugar plus apresentaram os melhores resultados tecnológicos, o mesmo observado com o uso do Curavial. Em função da maturação a quantidade de nutrientes na segunda época de avaliação foi significativamente menor principalmente no caldo. O uso do fosfito de potássio e do sugar super plus, nas dosagens de 2,0 L ha<sup>-1</sup> e 2,5 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente, não incrementaram a qualidade. No geral, os maturadores utilizados não alteraram a composição nutricional da cultivar SP83-2847, exceto para Mn e Fe nas lâminas foliares e de Fe e Cu no caldo.

**Palavras-Chave:** análises tecnológicas, diagnóstico nutricional, qualidade da matéria-prima, maturação, *Saccharum spp*, SP83-2847

## TECHNOLOGICAL QUALITY AND MINERAL LEVELS IN SUGARCANE UNDER RIPENERS EFFECT

**SUMMARY** – This study aimed evaluate the use of chemical ripeners at different doses and blends in technological quality as well to quantify the sugarcane SP83-2847 leaves and juice mineral levels. The experiment was installed during the 2008/2009 season (May – July 2008) and carried out at “Fazenda São Francisco do Itaquerê” (farm), “Usina Santa Fé” (Sugar Mill), Nova Europa, SP, Brazil under a split-plot. The experiment design was the randomized blocks, in split-plot, with four replications. The 14 main treatments were control (only water); glyphosate; Moddus; Curavial; potassium phosphite; sugar plus, and sugar super plus. Their doses and mixtures were applied at 21<sup>st</sup> May 2008. The subplots were the sampling dates: -1; 14, 28, 42, 56 and 70 days after application (d.a.a.) and two samples to quantify mineral levels in the leaves and juice (28 and 56 days). The use of glyphosate as ripper and its blends with Moddus, potassium phosphite and sugar plus resulted in raw material technological quality improvement. The same effect was observed using Curavial. According to the ripening the nutrients amount at the second sampling date was significantly lower mainly in the juice. The potassium phosphite and sugar super plus use at 2.0 L ha<sup>-1</sup> and 2.5 L ha<sup>-1</sup>, respectively, did not improve the technological quality. In general, the ripeners did not change the SP83-2847 sugarcane nutrition levels, except for Mn and Fe in the leaves and Fe and Cu in the juice.

**Keywords:** technological analysis, nutritional diagnosis, raw material quality, ripening, *Saccharum* spp., SP83-2847

## I. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira desempenha papel importante no desenvolvimento do país, gerando emprego, renda e divisas. Nesse contexto está inserida a cana-de-açúcar, matéria-prima utilizada para fabricação de açúcar, cachaça e etanol assim como outros subprodutos da alcoolquímica, bagaço para co-geração de energia elétrica, vinhaça e torta de filtro para manejo nutricional da cultura. A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) está intimamente relacionada à história e ao desenvolvimento do Brasil, pois é cultivada desde o período colonial, quando Martin Afonso de Souza introduziu na capitania de São Vicente. O açúcar era um produto com grande aceitação na Europa e muito rentável a Portugal.

A cana-de-açúcar foi ganhando espaço no território brasileiro principalmente com a primeira e a segunda crise do petróleo, nas décadas de 70 e 80 respectivamente, aliada a incentivos governamentais como o Proálcool e com a abertura de mercado para modernização do parque industrial sucroalcooleiro. O Brasil apresenta área cultivada de 7,5 milhões de hectares e tornou-se o maior produtor de etanol de cana-de-açúcar do mundo e, ocupa posição de liderança na tecnologia de sua produção (CONAB, 2009).

Os avanços tecnológicos permitem que a produtividade brasileira seja destacada e os custos de produção bem inferiores aos dos concorrentes internacionais, porém a ocorrência de fatores limitantes para o crescimento e desenvolvimento da cultura pode resultar em prejuízos e afetar a qualidade da matéria-prima a ser processada (MUTTON, 2008).

Dentre os fatores limitantes destacam-se as cultivares que apresentam diferentes curvas de maturação e o florescimento, que reduz a extração de sacarose e aumenta o teor de fibra no colmo, fenômeno conhecidos por isoporização. O uso de maturadores químicos por restringirem o crescimento da cana-de-açúcar, pode inibir ou bloquear o florescimento, pois estes produtos alteram a rota metabólica da planta e desta forma, podem modificar o processo de absorção e translocação de nutrientes e por

consequência afetar o acúmulo de sacarose nos colmos e permitem melhor manejo da colheita, no entanto, alguns resultados são controversos. Tais resultados dependem das cultivares utilizadas, da época de aplicação destes produtos e das condições edafoclimáticas.

O principal objetivo da agroindústria sucroalcooleira é a recuperação máxima da sacarose da cana-de-açúcar ao menor custo possível. Deste modo, devido à demanda por matéria-prima de qualidade, o entendimento dos mecanismos fisiológicos de translocação de nutrientes e acúmulo de sacarose nos colmos contribuirá para o melhor manejo da cana-de-açúcar e obter maiores produtividades.

Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o uso de diferentes produtos químicos como maturadores, em diferentes doses e misturas na qualidade tecnológica da cultivar SP83-2847 e também quantificar os teores de nutrientes nas lâminas foliares e no caldo.

## II. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Histórico e importância econômica da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma das melhores opções de fonte de energia renovável, o que justifica sua importância no mundo e a atual expansão brasileira. No Brasil, a cana-de-açúcar tem sido cultivada na maioria das regiões, resultando em uma grande diversidade de condições edafoclimáticas, que ocasionam variabilidade na adaptação das cultivares nas diversas regiões de cultivo (QUEIROZ, 2006). Apresenta adaptação em regiões de clima tropical, quente e úmido (SEGATO et al., 2006). Quanto às condições edáficas, os solos arejados, profundos, férteis e com valores de pH entre 5,0 e 6,5 são satisfatórios às exigências da cultura (RAIJ et al., 1997; MARQUES et al., 2001).

Os avanços tecnológicos permitem que a produtividade seja destacada e os custos de produção bem inferiores aos dos concorrentes internacionais. Essa liderança e competitividade devem-se ao longo trabalho de muitos anos feito por pesquisadores em instituições de ensino e pesquisa e em empresas privadas, que resultaram em valiosa bagagem de conhecimento e de tecnologia sobre cana, seus derivados e sobre o processo de fabricação do etanol de cana. Para cada unidade de energia consumida na produção, o etanol de cana produz oito unidades de energia equivalentes, já o etanol obtido do milho, a produção é de apenas 1,3 unidades equivalentes por unidade de energia consumida (AGRIANUAL, 2008).

A cana-de-açúcar é uma planta de metabolismo  $C_4$  adaptada às condições de alta intensidade luminosa, altas temperaturas e relativa escassez de água, já que necessita de grandes quantidades para suprir suas necessidades, principalmente no período de brotação e desenvolvimento da cultura. Características estas que a torna altamente eficiente na conversão de energia radiante em energia química. A principal diferença metabólica das plantas  $C_3$  em relação às  $C_4$  refere-se a um tipo principal de

células que contém cloroplastos, as células do mesofilo, enquanto as plantas  $C_4$  possuem dois tipos distintos de células que contém cloroplastos, as células do mesofilo e da bainha vascular e também, o primeiro produto estável da fotossíntese formado durante a fixação da molécula de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) consiste no ácido oxalacético, que é reduzido a ácido málico ou convertido a ácido aspártico, ambos com quatro moléculas de carbono ainda mais estáveis. (TAIZ e ZEIGER, 2004). Além da presença da enzima Rubisco nas células da bainha do feixe vascular (anatomia Kranz), plantas com metabolismo  $C_4$  apresentam a fosfoenolpirúvico carboxilase (PEPcase) nas células do mesofilo foliar, onde esta enzima aumenta a capacidade de fixação de  $CO_2$  devido a sua alta afinidade por esta molécula. A compartimentação espacial das duas enzimas faz com que o  $CO_2$  fixado pela PEPcase se transloque, via malato e aspartato, até a bainha dos feixes vasculares, onde ocorre a descarboxilação com a entrada do carbono no ciclo de Calvin-Benson (TAIZ & ZEIGER, 2004). Essa alta afinidade da PEPcase por  $CO_2$  permite às plantas  $C_4$  reduzir a abertura estomática e, assim, conservar água, enquanto fixa  $CO_2$  em taxas iguais ou maiores que as plantas  $C_3$  (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Por isso, para seu desenvolvimento, esta gramínea necessita de quantidades substanciais de água e nitrogênio para a máxima produtividade em campo. Períodos prolongados de seca podem causar impactos significativos no crescimento, na produtividade e na qualidade do produto (WIEDENFELD, 2000). O potencial genético da cana-de-açúcar é favorável para o acúmulo de açúcares, na forma de sacarose. Ao final do ciclo vegetativo, predomina o processo de maturação, quando o acúmulo de fotossintatos é maximizado pelas plantas (MUTTON, 2008).

A safra de 2009/2010 apresentou 7.409 mil hectares de área cultivada e moagem de 604.513,6 mil toneladas de cana. Do total da cana moída, 301.517,2 mil toneladas (45,4%) foram destinadas à produção de açúcar, as quais produziram 38.667 mil toneladas do produto. O restante, 362.816,2 mil toneladas (54,6%) foram destinadas à produção de etanol, as quais produziram volume total de 28.500 milhões de litros de etanol (CONAB, 2010).

## 2.2. Produtos químicos

As cultivares de cana-de-açúcar apresentam curvas de maturação diferentes e mediante a grande expansão do setor sucroalcooleiro que demanda por maiores áreas canavieiras, o uso de cultivares que melhor se adapta aos fatores edafoclimáticos assim como adequado manejo e cultivo, podem garantir continuidade do processo industrial para período de colheita muito longo (NUNES JR., 1987, CONAB, 2008). Neste contexto surge à possibilidade de utilização de produtos químicos como maturadores para anteceder a maturação, permitindo adequado manejo da colheita da cana-de-açúcar a fim de suprir a indústria com matéria prima de melhor qualidade do ponto de vista tecnológico (MARQUES et al., 2006; NETTO, 2006).

Os maturadores são definidos como reguladores vegetais que agem na planta alterando sua morfologia e fisiologia, podendo levar a modificações qualitativas e quantitativas na produção (LAVANHOLI et al., 2002). Os produtos químicos, como o glyphosate, etil-trinexapac, paraquat, fluazifop-p-butyl, sulfometuron-methyl e ethepon, são registrados no Brasil para uso como maturadores ou reguladores de crescimento vegetal e podem influenciar no crescimento da planta (SIQUEIRA et al., 2007), possibilitando incrementos no teor de sacarose do caldo, antecipar o início da maturação, aumentar a produtividade (ALMEIDA et al., 2005) e maximizar o potencial genético das cultivares quanto ao acúmulo de sacarose (CAPUTO et al., 2008).

O glifosato, sal de isopropilamina de N-fosfometil glicine, é um herbicida que possui translocação rápida por toda a planta pelas vias simplástica e apoplástica. Ao ser utilizado como maturador, promove efeitos primários e secundários na planta, como primário ele inibe ou retarda o desenvolvimento da cana-de-açúcar, acelerando o processo de maturação. A inibição pode ocorrer pela morte da gema apical, dependendo da dose utilizada. Em doses menores ocorre o retardamento do desenvolvimento da cana em função da inibição da síntese do ácido indol-3-acético, que é sintetizada nos tecidos meristemáticos, e dos aminoácidos responsáveis pela síntese das proteínas. Com essas alterações, as plantas entram em estresse e passam

a sintetizar o etileno, e conseqüentemente entram em processo de maturação aumentando o conteúdo de sacarose no colmo de cana (MESCHÉDE et al., 2009), de forma mais consistente e rápida em relação à glifosina do produto Polaris (RODRIGUES, 1995). Os efeitos secundários estão relacionados à alterações da rota metabólica da planta, que sofre aumento dos níveis endógenos de etileno e o decréscimo do movimento do ácido indol-3-acético (COLE et al., 1983).

O modo de ação ocorre por meio da inibição da enzima EPSPs (sintase fosfato do ácido enolpiruvato químico - 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato-sintase, E.C. 2.5.1.19), impedindo a formação do metabolismo secundário o que resulta na redução da disponibilidade dos aminoácidos aromáticos triptofano, tirosina e fenilalanina (VELINI et al., 2009), ao mesmo tempo em que estimula a atividade da enzima PAL (fenilalanina amonioliase), o que aumenta a síntese de compostos fenólicos (DUKE et al., 2003; TAIZ & ZEIGER, 2009). O glifosato apresenta efeito maturador por propiciar a maturação artificial da cultura, na medida em que modifica a participação dos fotoassimilados deslocando e acumulando-os na forma de sacarose nos colmos ao invés da utilização desta para o crescimento da planta (MUTTON, 1993; VIANA et al., 2008). A utilização do glifosato deve ocorrer em condições pouco favoráveis à maturação da cana, ou seja, nos períodos de março a maio e de outubro a novembro, e na prática deve ser colhida entre 30 a 50 dias após a aplicação.

O maturador de nome comercial Moddus pertence ao grupo químico do ciclohexano ou ciclohexadiona, derivado do ácido carboxílico, cujo nome químico é 4(ciclopropil-a-hidroxi-metileno-3,5-dioxociclohexanocarboxílico ácido etil éster, tem o nome comum de trinexapac-etil ou etil-trinexapac e foi registrado pela CIBA AGRO, com 250 g L<sup>-1</sup> de ingrediente ativo como maturador da cana-de-açúcar e estimulante do aumento do conteúdo de sacarose nos colmos. Uma vez aplicado, é absorvido pela planta, e passa a atuar na síntese de giberelinas, a partir do GA<sub>12</sub>-aldeído, inibindo, a partir deste, a síntese de giberelinas de alta eficiência biológica, como GA<sub>9</sub>, GA<sub>20</sub> entre outras. Dessa forma, em função de sua ação, as plantas têm dificuldade de formação dessas giberelinas ativas e passam a sintetizar e acumular giberelinas biologicamente menos eficientes, como GA<sub>8</sub>, GA<sub>19</sub>, etc., o que leva, na prática, à drástica redução no

alongamento celular (TAIZ & ZEIGER, 2009), sem afetar o processo de fotossíntese e a integridade da gema apical (RODRIGUES, 1995).

O trinexapac-etil é indicado para a maximização do manejo varietal, aumento do teor de sacarose da cana-de-açúcar, e inibição de florescimento das cultivares floríferas. Pelas características do produto, sua utilização pode ser estendida durante todo o período de safra, visando, sobretudo a obtenção de mais açúcar por hectare, nas diferentes fases de corte da cana. O retorno normal de crescimento das plantas depende da dose aplicada e condições ambientais. Os resultados experimentais obtidos indicam que o trinexapac-etil proporciona acúmulo de sacarose no colmo da cana a partir de 30 dias após a aplicação, e mantém o incremento acumulado além de 90 dias. Os maiores incrementos de açúcar, no entanto, são observados entre 45 a 75 dias após a aplicação do produto (dependendo da dose aplicada), período este indicado para colheita que representa maior retorno econômico (RESENDE, 1995).

O maturador sulfometuron-metil (SM), de nome comercial Curavial, dose recomendada de 20 g ha<sup>-1</sup>, produto do grupo das sulfoniluréias são inibidores do crescimento vegetal, afetando tanto o crescimento como a divisão celular, porém não interferem diretamente na síntese de DNA. Por não bloquear diretamente a ação de hormônios de crescimento (auxinas, giberelinas e citocininas), estimula fortemente a produção de etileno, devido ao efeito estressante causado pela fitotoxidez (RODRIGUES, 1995).

A aplicação de SM a 15 g ha<sup>-1</sup> na cana-de-açúcar, cultivar SP 70-1143 promoveu a ocorrência de 0,2% de reduções no comprimento do entrenó do colmo, induziu 0,2 a 0,8% brotações laterais por colmo e reduziu o índice de isoporização de 50 a 60%. Nessa dosagem, ainda aumentou o Brix em pelo menos 0,9%, incrementou o Pol% cana em, no mínimo 1,12% e antecipou em 21 dias a maturação da cana, antecipando seu corte (RODRIGUES, 1995). Na mesma dosagem, houve antecipação da colheita por 15 dias e não houve morte da gema apical no trabalho desenvolvido por OLIVEIRA (1993). RAVANELI et al. (2003) observaram que aos 43 dias após a aplicação de 15 g ha<sup>-1</sup> de sulfometuron-metil, houve incrementos nos teores de açúcar redutores totais e

na fibra dos colmos e também, permitiu a antecipação da maturação com ganhos na ordem de 2,0% de Pol.

Em trabalho realizado em Piracicaba (SP), utilizando 20 g ha<sup>-1</sup> do produto comercial de SM houve restrição no crescimento do colmo e na formação foliar, promovendo a maturação da cultivar SP 70-1143 (CASTRO et al., 1994). Para a mesma dosagem utilizada, as cultivares SP80-1816, SP80-1842 e SP81-3250 responderam significativamente com ganho de Pol, aumento da pureza e menor teor de ácidos orgânicos no caldo (FERNANDES et al., 2002). No trabalho desenvolvido por CAPUTO (2006), a aplicação de 20 g ha<sup>-1</sup> do produto comercial de sulfometuron-metil causou redução da produtividade dos colmos para o genótipo SP80-1842, sendo que os que apresentaram melhores respostas de maturação foram a IAC91-2195 e PO88-62, e no geral, o melhor período para colheita foi entre 105 e 126 dias após a aplicação do SM. Reduções no colmo foram observados por SILVA et al., (2007) ao estudarem o efeito de reguladores como potencializadores do perfilhamento e da produtividade em cana-soca das cultivares IAC87-3396, IAC91-2195 e IAC91-5155.

O uso de potássio, por meio do produto comercial Fitofos K, cuja formulação é 00-40-20 composto por 40% (p/p) de ácido fosfórico e 20% (p/p) de óxido de potássio e dose recomendada de 2,5 L p.c. ha<sup>-1</sup>, tem se mostrado um elemento de entendimento difícil, tanto para os fisiologistas como para os produtores. Uma série de dados parece indicar a ação do potássio em alguma função, altamente especializada do transporte e acúmulo da sacarose, em níveis totalmente independentes dos encontrados na folha e na bainha foliar (RODRIGUES, 1995).

De acordo com trabalho realizado por VITTI et al. (2005) utilizando fosfito de potássio houve respostas fisiológicas no incremento de produção de colmos e de sacarose. Para FOLTRAN (2009), embora o fosfito de potássio na dosagem de 2,0 L ha<sup>-1</sup> não apresentou efeito significativo, propiciou melhores efeitos qualitativos e quantitativos na produção de açúcares totais por hectare. Vale ressaltar que são incipientes os trabalhos sobre uso de fosfitos, **e.g.** fosfito de potássio, como maturadores em cana-de-açúcar, necessitando maiores estudos sobre a ação deste macronutriente na qualidade da matéria-prima.

A aplicação realizada em maio, da safra 2007/2008, do produto comercial sugar plus, composto por 30% (p/p) de potássio e 1% de nitrogênio e do sugar super plus, composto por 30% (p/p) de potássio, 1% de nitrogênio e 1% de ácido giberélico na dosagem de 2,0 L p.c. ha<sup>-1</sup> como maturador na cultivar RB855453, embora não apresentaram respostas significativas, foram os que apresentaram os melhores efeitos em toneladas de açúcares totais por hectare aos 58 dias após a aplicação (FOLTRAN, 2009).

### 2.3. Composição mineral

As exigências minerais da cultura da cana-de-açúcar, assim como as quantidades de nutrientes removidos pela cultura, são conhecimentos fundamentais para o estudo da adubação, indicando as quantidades de nutrientes a serem fornecidas (COLETI et al., 2002).

As concentrações de nutrientes encontradas apresentam relação direta com a cultivar estudada, o tipo de solo e adubação, dentre outros fatores. CASAGRANDE (1991) mostra que a ordem de absorção para cana-de-açúcar é de:  $N \geq K > Ca > Mg \geq S > P$ ;  $K > N > Ca > Mg > S > P$ ;  $K > N > Ca > Mg > P > S$ , respectivamente para as unidades de solo Latossolo Vermelho Escuro (LE), Latossolo Vermelho Amarelo (LR) e Argissolo Vermelho Amarelo (PV). Para cana-soca a ordem é de:  $K > N > Mg > Ca > S > P$ ;  $K > N > Mg > Ca \geq P > S$ ;  $K > N > Mg > Ca > P > S$ , respectivamente para as unidades LE, LR e PV. Para os micronutrientes, a ordem é:  $Fe > Zn > Mn > B \geq Cu$ .

Os macros e micronutrientes exercem funções específicas na manutenção da planta, embora em algumas delas possa haver, dependendo do elemento, certo grau de substituição (MALAVOLTA et al. 1989). As funções podem ser classificadas em estrutural, constituinte de enzima e ativador enzimático.

O nitrogênio (N) é um dos mais importantes nutrientes das plantas e participa na constituição de alguns dos compostos mais móveis do sistema solo-planta. É continuamente reciclado através de plantas, organismos do solo, matéria orgânica do

solo, água e atmosfera (NRC, 1993), sendo o elemento que tolera maior número de transformações bioquímicas no solo (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002).

A absorção do nitrogênio ocorre pelas raízes principalmente por fluxo de massa ou folhas, na forma nítrica ( $\text{NO}_3$ ) ou amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) (CASAGRANDE, 1991). De acordo com MALAVOLTA (1976), 80-90% do N absorvido passa para a forma orgânica, por processo de redução, do qual participa uma enzima denominada redutase do nitrato. A conversão de forma inorgânica para orgânica ocorre principalmente nas radículas finas (CLEMENTS, 1980).

Para MALAVOLTA et al. (1989), além de participar dos aminoácidos e proteínas, o nitrogênio participa estruturalmente em bases nitrogenadas e ácidos nucléicos, enzimas e coenzimas, glicosídeos e lipoproteínas, pigmentos e produtos secundários e de processos bioquímicos envolvidos na absorção iônica, fotossíntese, respiração, síntese, multiplicação e diferenciação celulares e também constituinte essencial da molécula de clorofila. Para ORLANDO FILHO (1992), solos eutróficos apresentam maior potencial de resposta ao nitrogênio tanto em cana-planta como em soqueiras devido à maior fixação biológica de nitrogênio.

O teor de nitrogênio em plantas de ciclo mais longo (cana-planta) é menor do que nos de ciclo mais curto (cana-de-ano e socas) variando de 500 a 650 g  $\text{t}^{-1}$  de cana processada. À medida que se aumenta a quantidade de nitrogênio aplicado, crescem as concentrações em todas as partes da planta tendo também como consequência, o aumento da proporção entre pontas e colmos, podendo até chegar a três vezes mais do que o normal na fase de crescimento, ou seja, há um aumento vegetativo da planta. E, dependendo das condições de umidade, pode propiciar quantidade significativa de brotos de qualidade industrial muito inferior (STUPIELLO, 2001).

Algumas cultivares de cana são capazes de utilizar mais nitrogênio do que outras, como também em relação o acúmulo de sacarose, ou seja, a qualidade do caldo pode não ser afetada por altas doses deste macronutriente. Condições de excesso hídrico e de nitrogênio, a planta não amadurece, correlacionando-se positivamente com a umidade do colmo e açúcares redutores e negativamente com a sacarose (STUPIELLO, 2001). Em genótipos, cujas doses elevadas de nitrogênio prejudicam a

qualidade do caldo, observam-se menores teores de sacarose e baixa pureza e altos teores de aminoácidos e de açúcares redutores, estes precursores de cor. No processo de purificação do caldo o nitrogênio removido varia de 10-60% e em média 30% do original. As proteínas, desnaturadas, são quase que totalmente precipitadas enquanto que os aminoácidos permanecem em solução. O ácido aspártico, por exemplo, forma com o cálcio compostos complexos, aumentando o teor deste elemento nos caldos, resultando em mais incrustações. As pectinas permanecem no caldo, sendo precipitadas em pH ao redor de 8,0, condição que não se encontra em processos normais de clarificação do caldo. Estas substâncias condicionam maior viscosidade ao meio e provocam a formação de substâncias de cor escura reduzindo a qualidade dos cristais de sacarose. O processamento de canas imaturas, com baixa pureza prejudica a recuperação de sacarose no processo de cristalização (STUPIELLO, 2001).

O fósforo (P) é absorvido pelas raízes, principalmente por difusão, e na planta participa estruturalmente de ésteres de carboidratos fosfolipídios, coenzimas e ácidos nucléicos não se envolvem somente na formação de proteínas nucleares, mas também, como parte da composição hereditária de organismos vivos (MALAVOLTA et al. ,1989). O fósforo apresenta importância na qualidade da matéria-prima, pois teores de  $P_2O_5$  acima de  $300 \text{ mg kg}^{-1}$  facilitam o processo de clarificação do caldo, na industrialização dos colmos de cana (CASAGRANDE, 1991).

O potássio (K) no solo é movimentado por difusão e fluxo de massa e é absorvido na forma iônica pelas raízes. A absorção é por difusão e, em menor proporção (cerca de 30%), na forma de fluxo de massa. Segundo ORLANDO FILHO (1992), a cana-de-açúcar apresenta elevada demanda por potássio e deste modo, aparece em grandes proporções nos resultados de análises foliares. A baixa disponibilidade de potássio no solo pode conduzir a germinação vagarosa.

O potássio é essencial ao desenvolvimento das plantas e muito exigido durante as fases de crescimento, vegetativa e reprodutiva, pois atua na regulação osmótica, mecanismo estomático, fotossíntese, ativação enzimática e crescimento meristemático. No interior da planta, é translocado pelo apoplasto, espaços intercelulares, até ser

contido nos tecidos, onde atua de forma marcante na regulação osmótica, já que a presença do nutriente estimula o ganho de água pelo vegetal.

A importância do potássio foi acentuada após a verificação de sua correlação positiva com a formação de sacarose, pois o mesmo é requerido como ativador de muitas enzimas e citado como sendo fundamental nas reações que promovem a elaboração das proteínas (RODRIGUES, 1995).

A ação bioquímica do potássio na cana-de-açúcar está presente no metabolismo de hexoses e transporte de sacarose, havendo relação entre o nível de potássio e a síntese protéica nas folhas e nos colmos, bem como diminuição da fotossíntese em plantas deficientes desse elemento. Há relatos da influência direta e indireta do potássio, no transporte de sacarose em cana-de-açúcar. Indiretamente, a deficiência de potássio pode afetar o movimento de sacarose devido à sua influência no crescimento, fotossíntese ou teor de umidade. A teoria eletro-osmótica de Spanner mostra claramente como a deficiência de potássio pode reduzir de forma acentuada a translocação de sacarose no floema. Também o potássio tem a função de manter o turgor celular, participando do processo de abertura estomática, fundamental para a captação do CO<sub>2</sub> (TAIZ & ZEIGER, 2009). Logo, deficiência de potássio acarreta no fechamento estomático, menor entrada de CO<sub>2</sub>, restrição fotossintética e menor acúmulo de massa da matéria seca e sacarose.

A deficiência de potássio reduz a elaboração e translocação de carboidratos e não permite o acúmulo de nitrogênio protéico nas folhas. Sob carência, a respiração da planta aumenta e reduz a quantidade de açúcares armazenados, o que pode provocar menor crescimento do vegetal (RODRIGUES, 1995). Nesta situação o potássio é redistribuído das regiões mais senis para as mais jovens. Já o excesso de potássio pode influenciar negativamente na absorção de outros elementos, como ferro e magnésio, e até levar ao aumento da salinidade dos solos, que prejudica o acúmulo de sacarose da cana-de-açúcar e diminui os rendimentos (ORLANDO FILHO, 1992).

O cálcio (Ca) estimula o desenvolvimento das raízes, aumenta a resistência a pragas e doenças e auxilia na fixação simbiótica de nitrogênio (VITTI & OTTO, 2003). O mesmo é absorvido, principalmente, por fluxo de massa e em menor proporção por

interceptação radicular (PRADO et al., 2008). A deficiência prejudica as regiões de crescimento, o desenvolvimento radicular e o vigor dos colmos (CASAGRANDE, 1991). No caso de deficiências severas, a gema apical e a planta podem morrer. Em excesso, o cálcio pode aumentar a absorção de magnésio e reduzir a absorção de potássio (CLEMENTES, 1959).

O magnésio (Mg) é absorvido em maior proporção por fluxo de massa e também por interceptação radicular (CASAGRANDE, 1991). O processo de absorção é na forma de  $Mg^{2+}$  e pode ser inibido por altas concentrações de cálcio e potássio no solo (PRADO et. al, 2008). O magnésio permanece na forma iônica nas plantas e participa na constituição da clorofila e ativador enzimático na transferência de fosfatos.

Na clorofila, o magnésio é o átomo central da estrutura de anel tipo porfirina junto às membranas fotossintéticas, deste modo, há relação direta na diminuição da taxa fotossintética com a deficiência deste elemento. Como ativador enzimático, exerce papel fundamental nas enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese e síntese de DNA e RNA (TAIZ & ZEIGER, 2009).

O enxofre (S) é absorvido pelas raízes por fluxo de massa, na forma de  $SO_4^{4-}$  e nas folhas na forma de  $SO_4^{2-}$  (CASAGRANDE, 1991). Para WILSON (1962), é conhecido que o enxofre é componente estrutural de aminoácidos como a cistina (27% de S) e metionina (21% de S). Para VITTI (1988), faz parte de reguladores de crescimento (tiamina, biotina e glutamina), que participam de reações de oxirredução. Este elemento está intimamente ligada ao metabolismo do nitrogênio, convertendo N-aminoácidos (não-protéico) em nitrogênio protéico (PRADO et. al, 2008).

Os sintomas de deficiência de enxofre assemelham-se aos de nitrogênio, porém aparecem nas folhas mais jovens, as quais começam a perder a cor verde normal; surgem também pequenas manchas, ligeiramente cloróticas, de formas irregulares, dispostas paralelamente às nervuras. As folhas jovens e senescentes podem mostrar tons arroxeados e os colmos finos (MALAVOLTA, 1982).

O cobre (Cu) é absorvido pelas raízes na forma de  $Cu^{+2}$  e também na forma de quelato com EDTA e, embora tenha lugar à absorção por difusão ou fluxo de massa, a sua mobilidade faz com que seu suprimento as plantas seja feito em maior proporção

por interceptação radicular (PRADO et al., 2008). Na planta, atua como constituinte de várias enzimas, como a oxidase do ascorbato, polifenol oxidase, cresolase, catecolase ou tirosinase (CASAGRANDE 1991). No processo atua na fotossíntese, respiração, regulação hormonal, fixação de nitrogênio e como efeito indireto atua no metabolismo de compostos secundários.

ORLANDO FILHO (1992) comentou que a deficiência de cobre geralmente é observada em plantas jovens que não apresentam sistema radicular totalmente desenvolvido. Conseqüentemente, os sintomas desaparecem quando as plantas tornam-se mais senis.

O ferro (Fe) é absorvido pelas raízes, principalmente por difusão e em menor escala por fluxo de massa e interceptação radicular (PRADO et al., 2008). Na planta a maior parte do ferro está nos cloroplastos, com influência na fotossíntese e tem importante papel como componente de enzimas envolvidas na transferência de elétrons, como citocromos (TAIZ & ZEIGER, 2009). Este micronutriente é importante na biossíntese de clorofila (anel de porfirina) e de proteínas e atua como ativador de enzimas como heme-peroxidase, catalase, oxidase de sulfito e atua na fotossíntese, respiração, fixação biológica de nitrogênio e assimilação de nitrogênio e enxofre (MALAVOLTA et al., 1989).

Segundo ORLANDO FILHO (1992), as deficiências de ferro estão associadas com solos de pH elevado, sistema radicular mal desenvolvido, causado por solo mal drenado ou solo sódico, também pode causar deficiência de ferro.

O manganês (Mn) é absorvido por difusão nas raízes. Os íons  $Mn^{2+}$  ativam várias enzimas nas células vegetais, entre elas, as descarboxilases e desidrogenases envolvidas no ciclo de Krebs (ciclo dos ácidos tricarboxílicos). A função principal é a da reação fotossintética pela qual o oxigênio é produzido a partir da água (TAIZ & ZEIGER, 2009). O manganês também ativa a redutase de nitrito o que viabiliza a incorporação do nitrogênio em esqueletos de carbono (PRADO et al., 2008). Para ORLANDO FILHO (1992) altos valores de pH do solo limitam a disponibilidade de manganês para a planta. A deficiência também está associada com altos teores de magnésio, cálcio e nitrogênio no solo.

O zinco (Zn) é absorvido de forma ativa pelas raízes por difusão ou quelato, ambos na solução do solo. Uma vez absorvido, o zinco tende-se a acumular nas folhas mais senis, uma vez que o mesmo apresenta menor mobilidade dentro da planta. O fornecimento de zinco também pode ser realizado via foliar, com excelente absorção (PRADO et al., 2008). Apresenta diversas funções na planta entre elas, participa na síntese do triptofano, aminoácido que irá formar o ácido indol-3-acético (AIA), hormônio indispensável ao crescimento das plantas, ativa diversas enzimas que participam das reações metabólicas e toma parte em reações de oxidação, redução de nitrato e de formação do RNA (TAIZ & ZEIGER, 2009).

A quantidade de zinco total na camada arável do solo pode atingir elevados valores, porém apenas 0,01% deste total estarão prontamente disponíveis às plantas. A cana-de-açúcar absorve e remove relativamente pequenas quantidades de zinco por 100 toneladas de canas, sendo nos colmos de 440 a 298 g e nas folhas de 382 a 163 g de zinco (PRADO et al., 2008). A deficiência de zinco reduz o desenvolvimento da planta, com encurtamento dos internódios (formação de “carretéis”), devido a redução da síntese de ácido indol-3-acético. Os colmos ficam mais finos e podem perder a turgidez. Pode surgir coloração amarelo-bronzeado nas pontas das folhas, com inserção mais ereta das mesmas nos colmos. O pH do solo é praticamente o fator mais limitante na disponibilidade do zinco, sendo que sua absorção diminui com a elevação do pH. Calagens pesadas, principalmente em solos deficientes em zinco, deverão limitar a produtividade, devido a falta de micronutriente. O excesso de adubação fosfatada, também poderá diminuir a disponibilidade do zinco no solo (PRADO et al., 2008).

#### **2.4. Qualidade da matéria-prima**

Cana é o termo genericamente aceito para designar os colmos industrializáveis da cana-de-açúcar, os quais são cortados na base, rente ao solo, despontados no último entrenó maduro, ou ponto de quebra natural, e livre de impurezas, folhas e

bainhas de acordo com FERNANDES (2006). A cana é composta por fibra e caldo. As fibras são consideradas os sólidos insolúveis e o caldo é composto por água e por sólidos solúveis, que são os açúcares e não-açúcares. Atualmente deve-se considerar a fibra da cana-de-açúcar para a cogeração de energia, suficiente para suprir a demanda da unidade industrial, bem como ser vendida para as companhias energéticas quando em excedente (LAVANHOLI, 2008).

A matéria-prima utilizada na indústria sucroalcooleira corresponde a todo material vegetal e impurezas agregadas em sua colheita. A qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima pode ser definida como uma série de características intrínsecas da própria planta, alterada pelo manejo agrícola e industrial, as quais definem seu potencial para produção de açúcar e etanol (FERNANDES, 2006). A qualidade representa o conjunto de características que atendem as exigências da indústria por ocasião do processamento (MUTTON, 2008).

Vários são os fatores que afetam a qualidade da matéria-prima e os rendimentos de processo, tais como teores de açúcar, porcentagem de fibra na cana, quantidade de impurezas, umidade dos colmos e cultivar de cana, fatores de estresse como ataque de doenças e pragas, **e.g.** cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*), seca, danos físicos nos colmos, e deterioração por microrganismos, devido ao atraso entre colheita e processamento na unidade industrial (MUTTON & MUTTON, 1992; RAVANELI et al., 2006). O manejo incorreto de áreas tratadas com maturadores também pode provocar inversão da sacarose e diminuir a qualidade da cana, e depende da dose utilizada, dos genótipos estudados e das condições climáticas observadas após a aplicação (LAVANHOLI, 2008).

A ocorrência de fatores limitantes para o desenvolvimento da cana-de-açúcar pode resultar em prejuízos para a qualidade, com reflexos diretos e indiretos sobre o processamento industrial dos colmos (MUTTON, 2008). A matéria-prima de baixa qualidade reduz a velocidade do processamento na indústria, e com isso reduz também a qualidade e a quantidade dos produtos finais (CLARKE & LEGENDRE, 1999).

### III. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Cana-de-açúcar cv. SP83-2847

A cultivar utilizada no presente trabalho foi a SP83-2847, plantada no dia 12 de julho de 2007. Este genótipo foi desenvolvido em 26 de agosto de 1999 pela Cooperativa de Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (COPERSUCAR), tem como genitores HJ5741 X SP70-1143 e é bastante utilizado em áreas de solos de baixa fertilidade, características da região de Araraquara, São Paulo. Este genótipo ocupa área de cultivo de 181.073,00 hectares, o que representa a sexta posição no ranking varietal da região Centro-Sul do Brasil, de acordo com o Censo Varietal da Ridesa realizado em 2007 (PEDRO, 2008).

Apresenta como principais características agronômicas a rusticidade, alta tolerância a solos fracos (ambientes D e E), boa soqueira, longevidade e estabilidade na soca, rápido crescimento inicial e adequado fechamento das entrelinhas, maturação médio-tardio, alto teor de fibras, possibilidade de florescimento e crescimento de brotações laterais, conhecidos por brotos chupões. Quanto ao porte, apresenta facilidade de tombamento, o que dificulta a mecanização.

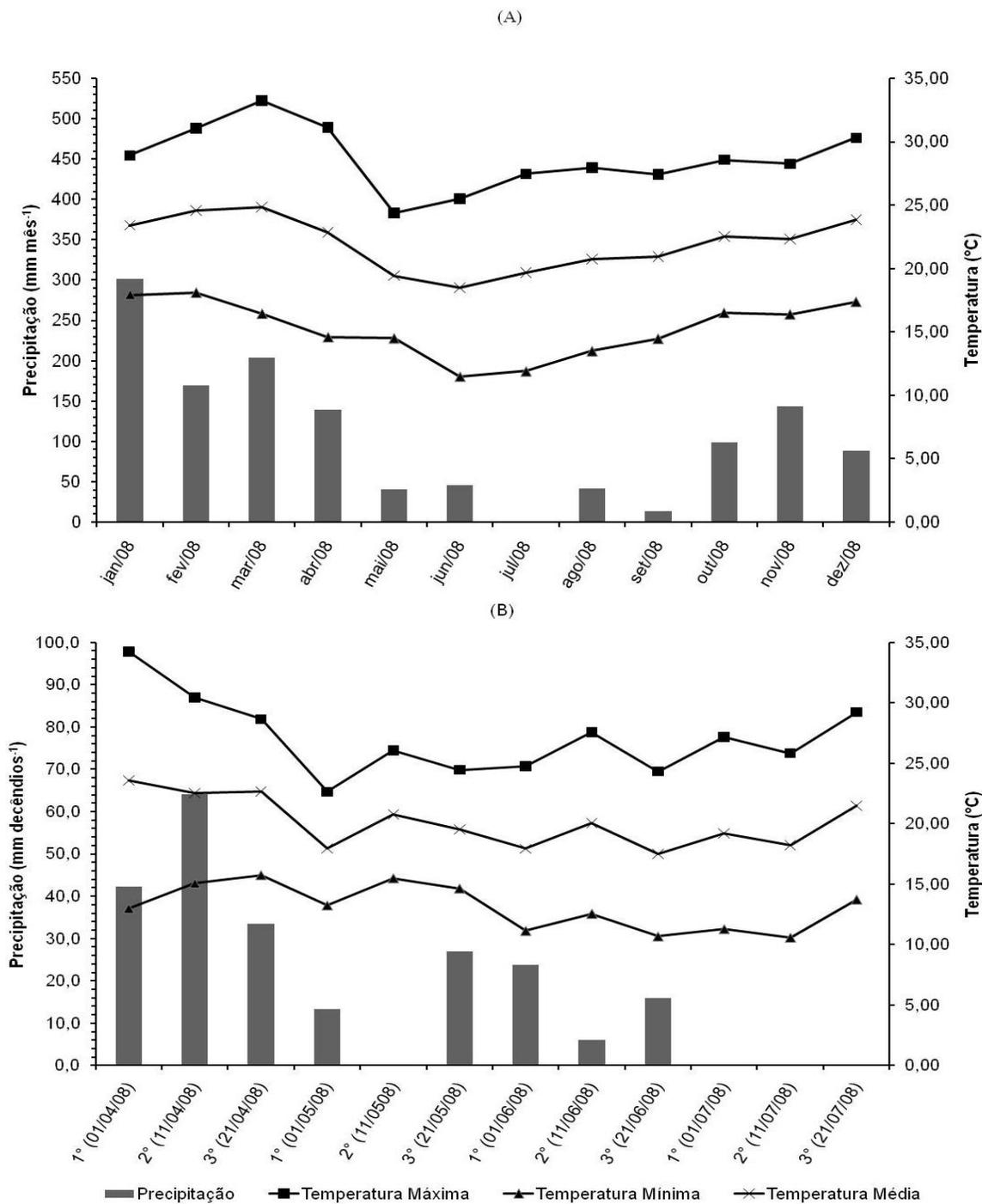
Quanto aos aspectos fitossanitários, esta cultivar é tolerante a nematóide e suscetível ao ataque das cigarrinhas-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*) e ao carvão (*Ustilago scitaminea*).

### 3.2. Instalações e condução experimental

O experimento foi conduzido em cana-planta de maio a julho de 2008 na Fazenda Itaquerê, pertencente à Usina Santa Fé no município de Nova Europa, São Paulo, situada na latitude de 21°50'12,58"S, longitude de 48°36'09,56"W e altitude de 464 metros, em condições de clima mesotérmico de inverno seco, Cwa, na escala climática de Köppen. Os dados climáticos do ano de 2008 e decendiais do período de execução do experimento foram coletados na Estação Meteorológica da Fazenda Mirante da Usina Santa Fé (Figura 1).

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo para realização da análise química e encaminhadas para o laboratório do Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental da Universidade Federal de São Carlos (Tabela 1). O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico Eutrófico de textura arenosa por estar localizado próximo aos afluentes do rio Tietê (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999).

No preparo do solo, foram utilizadas 1,90 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, 27,0 t ha<sup>-1</sup> de torta de filtro, 330 Kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamônico granulado (MAP), 660 Kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 4-12-20 e 0,39 Kg ha<sup>-1</sup> de Regent 800 WG no sulco de plantio. Para o controle de plantas daninhas foram aplicados os herbicidas Roundup e Plateau 70-DG nas dosagens de 0,2 L ha<sup>-1</sup> e 0,02 g ha<sup>-1</sup> respectivamente, com o intuito de manter a cultura no limpo, evitando a matocompetição. Na área não há histórico de pragas do solo, infestação de cigarrinha (*M. fimbriolata*), de broca (*D. saccharalis*) e de carvão (*U. scitaminea*). Como a cultivar utilizada é suscetível a broca, foram liberadas na área, quatro copos por hectare contendo vespas parasitóides de *Cotesia flavipes*, para o controle biológico de *D. saccharalis*.



**Figura 1.** Dados climáticos mensais (A) e decendiais do período de condução experimental (B), da Estação Meteorológica da Fazenda Mirante. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

**Tabela 1.** Análise química de um Neossolo Quartzarênico Eutrófico. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

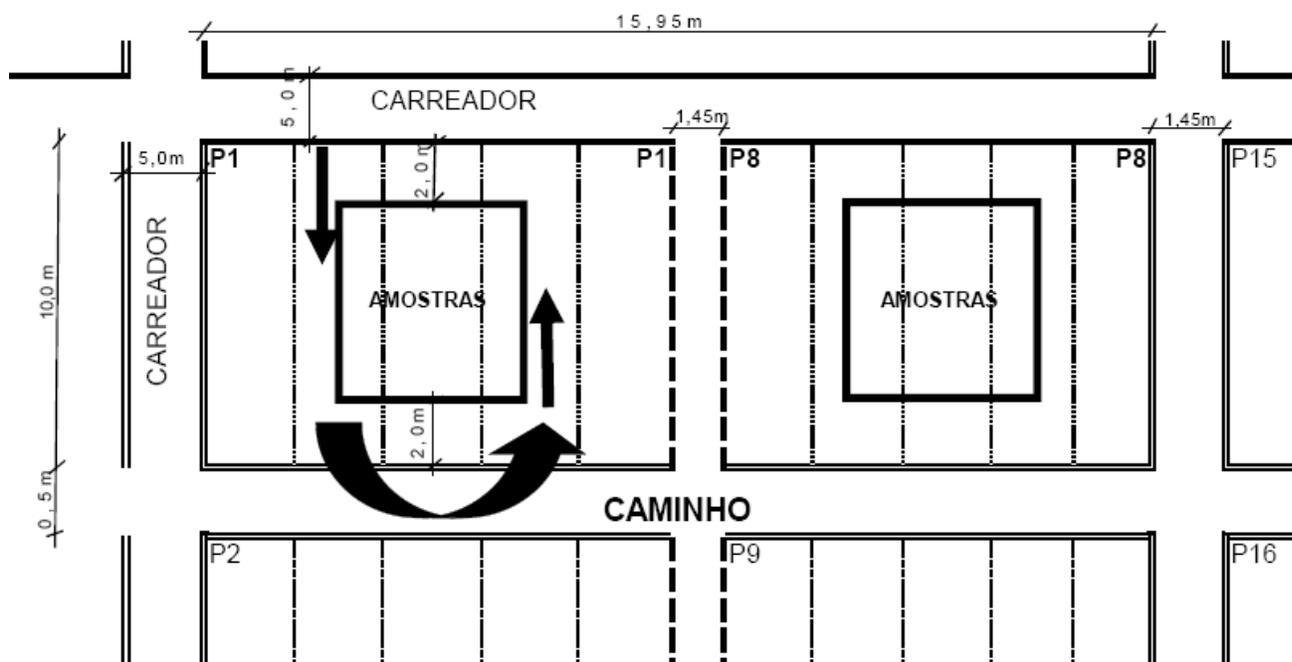
Análise Química de Solo													
Amostras (cm)	pH	M.O.	P resina	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%		
0-25	5,5	22	38	11	4,8	37	8	0,8	20	49,8	69,8	71	1,6
25-50	5,4	16	8	16	3,2	29	8	1,2	21	40,2	61,2	66	2,9

M.O.: Matéria Orgânica; SB: Soma de Bases; CTC: Capacidade de Troca de Cátions; V: Saturação por Bases; m: Saturação de Alumínio.

### 3.3. Delineamento experimental e tratamentos utilizados

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas (*split plot*) e quatro repetições. As parcelas experimentais apresentaram seis linhas de cana com 10,0 m de comprimento espaçadas de 1,45 m entre si. Devido o porte do canal, considerou-se como área útil as quatro linhas centrais para a aplicação dos tratamentos e, para as épocas de amostragem, as duas linhas centrais, desprezando-se dois metros de cada extremidade com o intuito de garantir melhor aplicação dos produtos químicos e evitar sobreposição dos mesmos (Figura 2).

A aplicação dos tratamentos principais foi realizada em 21 de maio de 2008 na parte da manhã, por meio de equipamento costal pressurizado (CO<sub>2</sub>) com barra em forma de “T”, contendo quatro bicos de pulverização TK 0,5, regulados para vazão de 50,0 L ha<sup>-1</sup> (Figura 3). A concentração da calda foi calculada de acordo com a vazão com o intuito de obter a dose praticada no trabalho. A condição climática no momento da aplicação era de umidade relativa média do ar de 88%, temperatura máxima de 25,8°C, temperatura mínima de 16,8°, velocidade do vento de 1,0 ms<sup>-1</sup> e nebulosidade zero. Não ocorreram chuvas, em nenhuma das aplicações, antes e depois de decorridas seis horas de aplicação.



**Figura 2.** Croqui da área experimental. P1: parcelas; .....: linhas de cana. Fazenda Itaquerê. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.



**Figura 3.** Aplicação dos tratamentos principais por meio de equipamento costal pressurizado ( $\text{CO}_2$ ) com barra em forma de "T". Fazenda Itaquerê. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

A barra de aplicação foi mantida a 0,50 metros acima do dossel para garantir eficiência na aplicação e melhor molhamento das folhas de cana-de-açúcar com os produtos listados a seguir:

1. Tratamento 1: Testemunha;
2. Tratamento 2: Glifosato 480 Agripec (sal de isopropilamina de N-fosfometil glicine, 480 g i.a. L<sup>-1</sup>) na dosagem de 0,4 L ha<sup>-1</sup> de p.c.;
3. Tratamento 3: Moddus (etil-trinexapac, 250 g i.a. L<sup>-1</sup>) na dosagem de 0,8 L ha<sup>-1</sup> de p.c.;
4. Tratamento 4: Curavial (sulfometuron-methyl, 750 g i.a. kg<sup>-1</sup>) na dosagem de 22 g ha<sup>-1</sup> de p.c.;
5. Tratamento 5: mistura de Glifosato 480 Agripec na dosagem de 0,2 L ha<sup>-1</sup> com Moddus na dosagem de 0,4 L ha<sup>-1</sup> de p.c.;
6. Tratamento 6: mistura de Glifosato 480 Agripec na dosagem de 0,2 L ha<sup>-1</sup> com Curavial na dosagem de 11 g ha<sup>-1</sup> de p.c.;
7. Tratamento 7: Fosfito de Potássio na dosagem de 2,0 L ha<sup>-1</sup> de p.c.;
8. Tratamento 8: Fosfito de Potássio na dosagem de 2,5 L ha<sup>-1</sup> de p.c.;
9. Tratamento 9: Sugar Plus na dosagem de 2,0 L ha<sup>-1</sup> de p.c.;
10. Tratamento 10: Sugar Plus na dosagem de 2,5 L ha<sup>-1</sup> de p.c.;
11. Tratamento 11: mistura de Glifosato 480 Agripec na dosagem de 0,2 L ha<sup>-1</sup> com Fosfito de Potássio na dosagem de 1,0 L ha<sup>-1</sup> de p.c.;
12. Tratamento 12: mistura de Glifosato 480 Agripec na dosagem de 0,2 L ha<sup>-1</sup> com Sugar Plus na dosagem de 1,0 L ha<sup>-1</sup> de p.c.;
13. Tratamento 13: Sugar Super Plus na dosagem de 2,0 L ha<sup>-1</sup> de p.c.;
14. Tratamento 14: Sugar Super Plus na dosagem de 2,5 L ha<sup>-1</sup> de p.c.;

As subparcelas constituíram-se em seis épocas de amostragem -1 (20/05/08); 14 (05/06/08), 28 (18/06/08), 42 (03/07/08), 56 (16/07/08) e 70 (30/07/08) dias após a aplicação – d.a.a.. Anterior a aplicação dos produtos químicos (época -1 d.a.a.) foram coletadas apenas 20 amostras representando o todo da área experimental, sendo estes dados excluídos da análise estatística. Para as demais épocas foram coletados 10

colmos industrializáveis seguidos por parcela, os quais foram encaminhados ao laboratório de Sistema de Pagamento Pelo Teor de Sacarose (SPCTS) da Usina Santa Fé para análises de Brix, Pol, AR, além da fibra % cana. A partir destas informações procedeu-se aos cálculos de Pol, AR e ART % cana, ATR ( $\text{Kg t}^{-1}$ ) e pureza (CONSECANA, 2006). Vale ressaltar que para todas as épocas analisadas não se coletaram os brotões, ou perfilhos novos para composição da amostra.

### **3.4. Determinações de macro e micronutrientes nas lâminas foliares**

Nas amostragens de 28 e 56 d.a.a. coletou-se a folha +1 (DILLEWIJN, 1952) de cada colmo (10 folhas +1 por parcela). Em laboratório após a lavagem das folhas coletadas, retirou-se a nervura principal e a porção mediana das lâminas foliares foram armazenadas em saco de papel e levadas para estufa a  $70,0^{\circ}\text{C}$  até atingir massa da matéria seca constante e posteriormente, as lâminas foliares foram moídas em moinho tipo Willey. Os 56 feixes de cana obtidos em cada amostragem tiveram o caldo extraído (80 mL) e congelado a  $-20,0^{\circ}\text{C}$  em potes coletores estéreis para análises clínicas com capacidade para 100 mL, para posterior digestão sulfúrica e nítrico-perclórica para determinar macro e micronutrientes, segundo metodologia descrita por MALAVOLTA et al. (1997).

Para a determinação de nitrogênio total da folha utilizou-se do método de Kjeldahl-Rittenberg que converte o N combinado da amostra à amônia, por meio de digestão sulfúrica, que posteriormente foi destilada e recebida em solução ácida. Para tanto, utilizou-se de 0,1 g de massa da matéria seca moída por amostra. A digestão da amostra inclui a conversão do N-combinado ou orgânico à N-amoniaco com ácido sulfúrico concentrado e a quente. Concluída a digestão ácida da amostra, o  $\text{NH}_4^+$  resultante deve ser separado dos reagentes usados para a sua conversão, e também dos outros constituintes do extrato. A amostra a ser destilada é baseificada com solução concentrada de NaOH (18 M). A amônia é destilada por arraste de vapor, sendo recebida em solução de ácido bórico contendo indicador e titulada diretamente com

ácido sulfúrico padronizado. Nesse ponto, determina-se a concentração de N-total da amostra (TRIVELIN et al., 1973).

Os demais nutrientes foram determinados por digestão nítrico-perclórica. Após a digestão, com o extrato obtido, realizou-se a determinação de fósforo total por colorimetria do metavanadato que se baseia na formação de um composto amarelo formado no sistema vanadomolibdofosfórico em acidez de 0,2 a 1,6 N. O enxofre por turbidimetria do sulfato de bário que se baseia na turbidez formada pela precipitação do enxofre pelo cloreto de bário, na forma de sulfato de bário medida por espectrofotômetro na forma de absorbância a 420 nm. Potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês, cobre e zinco por espectrometria de absorção atômica (MALAVOLTA et al., 1997).

### **3.5. Determinações de macro e micronutrientes no caldo**

Para as determinações de macro e micronutrientes no caldo houve adaptações da metodologia proposta por MALAVOLTA et al. (1997).

A determinação de nitrogênio total do caldo de cada amostra utilizou-se do método de Kjeldahl-Rittenberg pela digestão sulfúrica. Após descongelar o caldo uma alíquota de 2,0 mL foi adicionada ao tubo de digestão juntamente com 7,0 mL da mistura digestora. Estes tubos foram tampados com plástico filme e deixados por uma semana para a digestão a frio. Em seguida adicionou 3,0 mL da mistura digestora e as amostras foram levadas para o bloco digestor e submetidas à temperatura de 350°C, partindo-se da temperatura ambiente e aumentando-se 40°C a cada duas horas até completado a digestão. A metodologia proposta por MALAVOLTA et al. (1997), recomenda utilizar apenas 7,0 mL de mistura digestora por amostra e ao levar no bloco digestor, aumentar 40°C a cada 30 minutos. Tais modificações na digestão sulfúrica a quente ocorreram devido à reação ser altamente energética (exotérmica) da combinação sacarose contida na amostra com o ácido sulfúrico contido na mistura digestora, que expulsava a amostra do tubo digestor. Completada a digestão,

determinaram-se a concentração de N-total da amostra por destilação e titulação com ácido sulfúrico padronizado (TRIVELIN et al., 1973).

Os demais nutrientes do caldo foram determinados por digestão nítrico-perclórica com modificações da metodologia proposta por MALAVOLTA et al. (1997). Após descongelar o caldo uma alíquota de 2,0 mL foi adicionada ao tubo de digestão juntamente com 8,0 mL do ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). Os tubos de digestão foram levados para o bloco digestor a temperatura ambiente e aumentando-se  $30^\circ\text{C}$  a cada hora até atingir  $110^\circ\text{C}$ . As amostras foram deixadas nesta temperatura final até o volume ter reduzido a um terço do volume inicial (10 mL). Após esfriar os tubos digestores, foram adicionados 2,0 mL de ácido perclórico e as amostras foram agitadas. Em seguida, as amostras foram para o bloco digestor a temperatura de  $100^\circ\text{C}$  e aumentada gradativamente até atingir  $160^\circ\text{C}$  e deixado nesta temperatura até o volume reduzir pela metade. Observado esta redução de volume, a temperatura foi aumentada para  $210^\circ\text{C}$  e as amostras deixadas nesta temperatura até obterem fumos brancos de  $\text{HClO}_4$  e o extrato apresentar-se incolor, cerca de 20 minutos. Depois de esfriado, o extrato foi transferido para balão volumétrico de 25 mL com porções de água deionizada para determinação de fósforo total por colorimetria do metavanadato e de enxofre por turbidimetria do sulfato de bário. Potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês, cobre e zinco por espectrometria de absorção atômica (MALAVOLTA et al., 1997).

A metodologia proposta por MALAVOLTA et al. (1997), recomenda utilizar apenas 6,0 mL da mistura de  $\text{HNO}_3$  e  $\text{HClO}_4$  na proporção de 2:1 (v/v). Tais modificações na digestão nítrico-perclórica ocorreram devido a reação ser altamente energética (exotérmica) da combinação de potássio contido no caldo com o ácido perclórico da mistura, causando explosões do tubo digestor. Deste modo, primeiramente foi realizado digestão nítrico e posteriormente, digestão perclórica. Também a diluição do extrato obtido é em balão volumétrico de 50 mL com porções de água deionizada, salienta-se que devido a baixas concentrações obtidas previamente, tornaram-se impossível determinação dos teores de macro e micronutrientes.

### 3.6. Tratamento estatístico

Para a análise dos resultados obtidos foi empregado o tratamento estatístico das características individuais. A análise de variância foi realizada pelo teste F utilizando-se do teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação entre médias (BANZATTO & KRONKA, 2006).

Os dados nutricionais de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, cobre, manganês e zinco do caldo foram transformados em  $\text{Log}(x + 5)$  para satisfazer as hipóteses estatísticas de homocedasticidade das variâncias (teste de Levene:  $p > 0,05$ ) e normalidade dos resíduos (teste de Shapiro-Wilk:  $p > 0,05$ ).

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Qualidade tecnológica

No presente trabalho não foi observado interação entre os produtos químicos e épocas de amostragem para Brix e pureza do caldo, fibra, Pol, AR, ART da cana e ATR, indicando que o comportamento foi similar entre estes produtos aplicados com o período de amostragem (Tabelas 2 a 8, respectivamente). Os tratamentos químicos não diferiram entre si e da testemunha para pureza do caldo, fibra e AR Cana (Tabelas 3, 4 e 6, respectivamente), para os demais parâmetros tecnológicos houve efeito significativo a 1% de probabilidade. O maturador glifosato foi o tratamento que apresentou maior média, promovendo maiores influências sobre o Brix (Tabela 2) e a Pol da cana (Tabela 5), resultados semelhantes ao encontrado por SANT`ANNA (1991).

Para pureza do caldo houve respostas significativas ao longo dos dias após a aplicação, indicando maturação da cana-de-açúcar a partir dos 28 d.a.a., média de 81,64%**B** e aos 70 d.a.a, média de 83,65%**A** (Tabela 3). Observações semelhantes foram constatadas quanto à pureza do caldo por CAPUTO (2006) e CAPUTO et al., (2008). De acordo com FERNANDES (1985) cana madura apresenta valores de pureza do caldo de 80% a 85% para o início e decorrer da safra, respectivamente. A pureza aparente ou simplesmente pureza é definida como a percentagem de Pol no brix, que é o indicador da quantidade de açúcares em relação aos sólidos solúveis do caldo. Em período de crescimento a pureza é baixa, devido particularmente à formação e consumo de açúcares para o crescimento. Em período de maturação, o acúmulo de sacarose vai elevando a pureza devido ao aumento dos açúcares em relação aos sólidos solúveis (STUPIELLO, 2000). O processamento de canas com baixa pureza prejudica a recuperação de sacarose no processo de cristalização (STUPIELLO, 2001).

Para a fibra da cana houve respostas significativas ao longo das amostragens, mostrando aumento de 42 a 70 dias após a aplicação (média de 10,92%**B** e 11,67%**A**, respectivamente) conforme pode ser visto na Tabela 4. Este aumento da porcentagem

de fibra pode ser devido à escassez hídrica ocorrida durante os 56 a 70 dias após a aplicação (Figura 1). A fibra tecnologicamente definida como sendo toda matéria seca insolúvel em água, representa valor importantíssimo na composição da cana, principalmente do ponto de vista industrial, pois colmos que apresentam baixos teores de fibra, não oferecem combustível suficiente à indústria quanto à cogeração energética, porém quando apresentam valores elevados, dificultam a extração e recuperação da sacarose (SOUZA et al., 2005). Cultivares com baixos teores de fibra em sua constituição podem ocasionar fácil quebra dos colmos durante a colheita, principalmente a mecanizada, aumentando a porcentagem de perdas de matéria-prima. Já cultivares com altos teores de fibra promove aumento de gastos das facas do corte de base e conjunto de facas síncromo das colhedoras ocasionando corte irregular e perdas invisíveis de caldo.

Os valores de fibra oscilam muito de acordo com a cultivar (DELGADO & CÉSAR, 1977). Nas cultivares com menor potencial de acúmulo de sacarose, o teor de fibra está entre 7 e 8% e, nas com maior potencial, entre 16 e 17% sendo que 12,5% de fibra é considerado valor médio. Em relação aos resultados obtidos, observa-se que a SP83-2847 caracteriza-se por teor de fibra intermediário, pois apresentou valores entre 10,73**B** a 11,67**A** entre os d.a.a. e, média geral de 11,12 (Tabela 4). Resultados semelhantes foram encontrados por SOUZA et al. (2005) e TASSO JÚNIOR (2007).

Para a Pol da cana que é calculada com base na Pol do caldo e fibra da cana houve respostas significativas de melhorias tecnológicas com o uso do glifosato e pouca melhoria com o uso de fosfito de potássio na dose de 2,0 L ha<sup>-1</sup>, (média de 13,54%**a** e 11,63%**c**, respectivamente). Para os demais maturadores químicos houve respostas semelhantes pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), conforme pode ser visualizado na Tabela 5. Resultados estes discordantes foram encontrados por FOLTRAN (2009) que verificou efeito não significativo entre os maturadores químicos utilizados, mas sim maturação natural da cultivar RB855453 relacionado com a condição de restrição hídrica que ocorreu em maio de 2008. A mesma observação pode ser notada para o ART Cana, destacando o uso do glifosato como maturador em melhorias tecnológicas e

pouca melhoria para o fosfito de potássio (15,45%**a** e 13,53%**e**, respectivamente, Tabela 7).

Os valores de ATR tiveram incrementos significativos para os tratamentos que receberam Curavial, glifosato e suas misturas em relação à testemunha, o mesmo não pode ser notado para o fosfito de potássio e sugar super plus na dosagem de 2,0 L ha<sup>-1</sup> e 2,5 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 8). Estes resultados provavelmente são devido à maior influência que a sacarose apresenta sobre os açúcares totais, já que o ATR é calculado por meio dos valores de Pol e AR da cana, sendo esta última variável calculada através da fibra e pureza da cana-de-açúcar. Deste modo, existe relação proporcional entre ATR, Pol e AR cana. Para a indústria sucroalcooleira, é importante estimar a quantidade de sacarose na matéria-prima, que é passível de ser recuperada na forma de açúcar cristal. O ATR representa todos os açúcares na forma de açúcares invertidos. O teor de ATR pode ser obtido por análise após inversão ácida de sacarose, calculada pela soma dos açúcares (FERNANDES, 2006). Tais resultados foram obtidos por MESCHÉDE (2009), onde o uso do glifosato e do sulfometuron-methyl induziu aumento de sacarose nos colmos de cana-de-açúcar.

De acordo com CASAGRANDE (1991), o mecanismo de acúmulo de sacarose não varia entre tecidos imaturos e em adultos, ocorrendo inicialmente à hidrólise da sacarose, a formação e interconversão de hexosesfosfatos, formação de moléculas análogas à sacarose e, finalmente, o acúmulo de parte da sacarose no vacúolo. Todavia, este acúmulo entre esses tecidos podem ocorrer com algumas diferenças como a presença de reguladores vegetais e a ação das invertases.

Em virtude de apresentar ciclo semiperene, a cana-de-açúcar é influenciada por variações climáticas durante o ano, o que pode interferir na produção e maturação da cultura. Para obter índices de produção satisfatórios, a cultura necessita de um período quente e úmido, com intensa radiação solar durante o estágio vegetativo, seguido de um período seco na fase de maturação e colheita (ALFONSI et al., 1987). A qualidade e a intensidade luminosa exercem influência no crescimento vegetativo e na maturação, pois estabelece correlação direta com a síntese, translocação e acúmulo de carboidratos das folhas para o colmo (MARQUES et al., 2001).

**Tabela 2.** Valores médios de Brix do caldo (em porcentagem), análises de variância e teste de Tukey de acordo com os tratamentos realizados, em função da época de amostragem. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

MATURADORES QUÍMICOS	DIAS APÓS A APLICAÇÃO <sup>1</sup>					MÉDIA <sup>2</sup>
	14 d.a.a.	28 d.a.a.	42 d.a.a.	56 d.a.a.	70 d.a.a.	
Testemunha	16,03	17,13	18,73	19,03	20,68	18,32 <b>abcd</b>
Glifosato 0,4 L ha <sup>-1</sup>	16,10	17,83	19,20	20,28	21,70	19,02 <b>a</b>
Moddus 0,8 L ha <sup>-1</sup>	14,75	16,58	18,03	19,15	20,25	17,75 <b>abcd</b>
Curavial 22 g ha <sup>-1</sup>	16,25	16,75	18,68	19,63	20,85	18,43 <b>abc</b>
Glifosato 0,2 + Moddus 0,4	15,13	17,93	19,23	20,03	20,73	18,61 <b>ab</b>
Glifosato 0,2 + Curavial 11	15,10	16,73	17,65	19,55	20,35	17,88 <b>abcd</b>
Fosfito K 2,0 L ha <sup>-1</sup>	14,73	16,10	17,83	18,35	18,28	17,05 <b>cd</b>
Fosfito K 2,5 L ha <sup>-1</sup>	14,90	16,05	17,38	18,50	18,55	17,08 <b>cd</b>
Sugar Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	16,25	17,10	17,68	19,45	20,30	18,16 <b>abcd</b>
Sugar Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	14,35	16,48	16,35	17,88	19,85	16,98 <b>d</b>
Fosfito K 1,0 + Glifosato 0,2	15,15	17,40	18,78	19,50	21,08	18,38 <b>abcd</b>
Sugar Plus 1,0+Glifosato 0,2	15,20	16,88	18,05	19,73	21,10	18,19 <b>abcd</b>
Sugar Super Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	14,75	16,58	17,40	18,53	20,05	17,46 <b>bcd</b>
Sugar Super Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	15,73	16,45	17,18	18,18	19,93	17,49 <b>bcd</b>
MÉDIA <sup>2</sup>	15,31 <b>E</b>	16,85 <b>D</b>	18,01 <b>C</b>	19,13 <b>B</b>	20,26 <b>A</b>	
Teste F Tratamentos <sup>3</sup>	5,17 <b>**</b>					
Teste F Épocas <sup>3</sup>	296,64 <b>**</b>					
Teste F Trat. x Épocas <sup>3</sup>	1,18 <sup>ns</sup>					
C.V. (%) Tratamentos	6,95					
C.V. (%) Épocas	4,68					
DMS (Tukey 5%) Trat.	1,04					
DMS (Tukey 5%) Épocas	0,44					
Época -1 d.a.a. (20/05/2008)	Média	Variância	Desvio	C.V.		
	14,25	0,56	0,75	5,27		

<sup>1</sup>: Dias Após a Aplicação (d.a.a.); <sup>2</sup>: Médias seguidas de letras minúsculas distintas na vertical (maturadores químicos) e maiúsculas na horizontal (d.a.a.) diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); <sup>3</sup>: ns: não significativo ( $p > 0,05$ ); **\*\***: significativo ( $p < 0,01$ ).

**Tabela 3.** Valores médios de pureza do caldo (em porcentagem), análises de variância e teste de Tukey de acordo com os tratamentos realizados, em função da época de amostragem. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

MATURADORES QUÍMICOS	DIAS APÓS A APLICAÇÃO <sup>1</sup>					MÉDIA <sup>2</sup>
	14 d.a.a.	28 d.a.a.	42 d.a.a.	56 d.a.a.	70 d.a.a.	
Testemunha	76,48	81,41	83,77	84,67	80,43	81,35a
Glifosato 0,4 L ha <sup>-1</sup>	78,48	82,69	82,28	85,22	84,96	82,73a
Moddus 0,8 L ha <sup>-1</sup>	74,47	80,78	83,04	85,13	83,82	81,45a
Curavial 22 g ha <sup>-1</sup>	78,72	80,75	83,98	84,17	84,84	82,49a
Glifosato 0,2 + Moddus 0,4	75,46	83,84	84,59	83,00	84,87	82,35a
Glifosato 0,2 + Curavial 11	78,85	81,73	80,70	84,13	86,29	82,34a
Fosfito K 2,0 L ha <sup>-1</sup>	73,28	80,84	80,86	81,31	79,93	79,24a
Fosfito K 2,5 L ha <sup>-1</sup>	75,91	80,30	83,03	85,07	82,36	81,33a
Sugar Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	79,15	82,63	82,59	82,24	86,48	82,62a
Sugar Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	75,39	81,02	80,09	80,78	81,78	79,96a
Fosfito K 1,0 + Glifosato 0,2	76,41	81,69	82,62	83,53	83,64	81,58a
Sugar Plus 1,0+Glifosato 0,2	76,00	80,42	82,37	82,92	82,80	81,05a
Sugar Super Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	74,85	81,78	83,73	83,92	84,43	81,74a
Sugar Super Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	78,11	81,66	82,43	82,92	83,74	81,77a
<b>MÉDIA<sup>2</sup></b>	<b>76,54C</b>	<b>81,64B</b>	<b>82,63AB</b>	<b>83,50A</b>	<b>83,65A</b>	
Teste F Tratamentos <sup>3</sup>	1,04 <sup>ns</sup>					
Teste F Épocas <sup>3</sup>	39,40 <sup>**</sup>					
Teste F Trat. x Épocas <sup>3</sup>	0,54 <sup>ns</sup>					
C.V. (%) Tratamentos	5,35					
C.V. (%) Épocas	4,29					
DMS (Tukey 5%) Trat.	4,93					
DMS (Tukey 5%) Épocas	1,83					
Época -1 d.a.a. (20/05/2008)	Média	Variância	Desvio	C.V.		
	73,98	10,11	3,18	4,30		

<sup>1</sup>: Dias Após a Aplicação (d.a.a.); <sup>2</sup>: Médias seguidas de letras minúsculas distintas na vertical (maturadores químicos) e maiúsculas na horizontal (d.a.a.) diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05); <sup>3</sup>: ns: não significativo (p > 0,05); \*\*: significativo (p < 0,01).

**Tabela 4.** Valores médios de fibra (em porcentagem), análises de variância e teste de Tukey de acordo com os tratamentos realizados, em função da época de amostragem. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

MATURADORES QUÍMICOS	DIAS APÓS A APLICAÇÃO <sup>1</sup>					MÉDIA <sup>2</sup>
	14 d.a.a.	28 d.a.a.	42 d.a.a.	56 d.a.a.	70 d.a.a.	
Testemunha	11,16	10,97	11,50	11,85	11,87	11,47a
Glifosato 0,4 L ha <sup>-1</sup>	10,89	10,80	11,15	11,52	11,59	11,19a
Moddus 0,8 L ha <sup>-1</sup>	10,58	10,65	10,47	11,66	11,71	11,01a
Curavial 22 g ha <sup>-1</sup>	10,93	10,70	11,39	12,07	11,76	11,37a
Glifosato 0,2 + Moddus 0,4	11,03	10,95	11,13	12,19	11,85	11,43a
Glifosato 0,2 + Curavial 11	11,09	10,98	10,91	11,99	11,71	11,34a
Fosfito K 2,0 L ha <sup>-1</sup>	10,25	10,57	10,83	10,82	11,27	10,75a
Fosfito K 2,5 L ha <sup>-1</sup>	10,50	10,39	10,80	11,55	11,43	10,93a
Sugar Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	10,91	11,30	11,14	11,29	11,91	11,31a
Sugar Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	10,45	10,43	10,30	10,90	11,47	10,71a
Fosfito K 1,0 + Glifosato 0,2	10,89	10,90	11,45	11,45	11,90	11,32a
Sugar Plus 1,0+Glifosato 0,2	10,78	10,84	10,84	11,39	12,13	11,20a
Sugar Super Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	10,46	10,87	10,63	11,35	11,47	10,96a
Sugar Super Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	10,34	10,53	10,37	11,24	11,37	10,77a
MÉDIA <sup>2</sup>	10,73B	10,78B	10,92B	11,52A	11,67A	
Teste F Tratamentos <sup>3</sup>	1,63 <sup>ns</sup>					
Teste F Épocas <sup>3</sup>	55,05 <sup>**</sup>					
Teste F Trat. x Épocas <sup>3</sup>	0,91 <sup>ns</sup>					
C.V. (%) Tratamentos	8,36					
C.V. (%) Épocas	3,98					
DMS (Tukey 5%) Trat.	1,05					
DMS (Tukey 5%) Épocas	0,23					
Época -1 d.a.a. (20/05/2008)	Média	Variância	Desvio	C.V.		
	10,66	0,26	0,51	4,75		

<sup>1</sup>: Dias Após a Aplicação (d.a.a.); <sup>2</sup>: Médias seguidas de letras minúsculas distintas na vertical (maturadores químicos) e maiúsculas na horizontal (d.a.a.) diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05); <sup>3</sup>: ns: não significativo (p > 0,05); \*\*: significativo (p < 0,01).

**Tabela 5.** Valores médios de Pol da cana (PC, em porcentagem), análises de variância e teste de Tukey de acordo com os tratamentos realizados, em função da época de amostragem. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

MATURADORES QUÍMICOS	DIAS APÓS A APLICAÇÃO <sup>1</sup>					MÉDIA <sup>2</sup>
	14 d.a.a.	28 d.a.a.	42 d.a.a.	56 d.a.a.	70 d.a.a.	
Testemunha	10,56	12,03	13,40	13,67	14,07	12,74 <b>abc</b>
Glifosato 0,4 L ha <sup>-1</sup>	10,93	12,74	13,59	14,76	15,70	13,54 <b>a</b>
Moddus 0,8 L ha <sup>-1</sup>	9,56	11,62	13,03	13,89	14,45	12,51 <b>abc</b>
Curavial 22 g ha <sup>-1</sup>	11,04	11,72	13,45	13,98	15,03	13,04 <b>abc</b>
Glifosato 0,2 + Moddus 0,4	9,85	12,96	13,98	14,15	14,94	13,18 <b>ab</b>
Glifosato 0,2 + Curavial 11	10,16	11,80	12,30	13,94	14,94	12,63 <b>abc</b>
Fosfito K 2,0 L ha <sup>-1</sup>	9,48	11,31	11,96	12,89	12,52	11,63 <b>c</b>
Fosfito K 2,5 L ha <sup>-1</sup>	9,87	11,29	12,72	13,43	13,06	12,07 <b>bc</b>
Sugar Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	11,13	12,11	12,60	13,72	14,86	12,88 <b>abc</b>
Sugar Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	9,43	11,64	11,47	12,47	13,90	11,78 <b>bc</b>
Fosfito K 1,0 + Glifosato 0,2	10,04	12,27	13,27	13,92	14,94	12,89 <b>abc</b>
Sugar Plus 1,0+Glifosato 0,2	10,07	11,72	12,86	14,00	14,74	12,68 <b>abc</b>
Sugar Super Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	9,73	11,70	12,65	13,31	14,45	12,37 <b>abc</b>
Sugar Super Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	10,73	11,68	12,34	12,93	14,24	12,38 <b>abc</b>
MÉDIA <sup>2</sup>	10,18 <b>E</b>	11,90 <b>D</b>	12,83 <b>C</b>	13,65 <b>B</b>	14,42 <b>A</b>	
Teste F Tratamentos <sup>3</sup>	3,28 <b>**</b>					
Teste F Épocas <sup>3</sup>	186,36 <b>**</b>					
Teste F Trat. x Épocas <sup>3</sup>	0,87 <sup>ns</sup>					
C.V. (%) Tratamentos	10,32					
C.V. (%) Épocas	7,14					
DMS (Tukey 5%) Trat.	1,47					
DMS (Tukey 5%) Épocas	0,47					
Época -1 d.a.a. (20/05/2008)	Média	Variância	Desvio	C.V.		
	9,14	0,67	0,82	8,98		

<sup>1</sup>: Dias Após a Aplicação (d.a.a.); <sup>2</sup>: Médias seguidas de letras minúsculas distintas na vertical (maturadores químicos) e maiúsculas na horizontal (d.a.a.) diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05); <sup>3</sup>: ns: não significativo (p > 0,05); \*\*; significativo (p < 0,01).

**Tabela 6.** Valores médios de açúcares redutores da cana (AR% Cana), análises de variância e teste de Tukey de acordo com os tratamentos realizados, em função da época de amostragem. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

MATURADORES QUÍMICOS	DIAS APÓS A APLICAÇÃO <sup>1</sup>					MÉDIA <sup>2</sup>
	14 d.a.a.	28 d.a.a.	42 d.a.a.	56 d.a.a.	70 d.a.a.	
Testemunha	1,60	1,40	1,06	1,12	1,15	1,26a
Glifosato 0,4 L ha <sup>-1</sup>	1,59	1,37	1,08	0,98	0,95	1,19a
Moddus 0,8 L ha <sup>-1</sup>	1,89	1,56	1,13	1,12	1,10	1,36a
Curavial 22 g ha <sup>-1</sup>	1,55	1,48	1,02	1,04	0,93	1,20a
Glifosato 0,2 + Moddus 0,4	1,53	1,24	1,08	1,22	1,21	1,26a
Glifosato 0,2 + Curavial 11	1,52	1,22	1,20	1,06	0,98	1,20a
Fosfito K 2,0 L ha <sup>-1</sup>	1,80	1,34	1,15	1,02	1,14	1,29a
Fosfito K 2,5 L ha <sup>-1</sup>	1,66	1,50	1,07	1,13	1,38	1,35a
Sugar Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	1,54	1,24	1,15	1,25	1,03	1,24a
Sugar Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	1,84	1,44	1,56	1,33	1,16	1,47a
Fosfito K 1,0 + Glifosato 0,2	1,54	1,39	1,25	1,17	0,99	1,27a
Sugar Plus 1,0+Glifosato 0,2	1,65	1,48	1,22	1,24	1,13	1,34a
Sugar Super Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	1,64	1,34	1,14	1,06	1,07	1,25a
Sugar Super Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	1,54	1,38	1,13	1,33	1,20	1,32a
<b>MÉDIA<sup>2</sup></b>	<b>1,64A</b>	<b>1,39B</b>	<b>1,16C</b>	<b>1,14C</b>	<b>1,10C</b>	
Teste F Tratamentos <sup>3</sup>	1,00 <sup>ns</sup>					
Teste F Épocas <sup>3</sup>	46,47 <sup>**</sup>					
Teste F Trat. x Épocas <sup>3</sup>	0,70 <sup>ns</sup>					
C.V. (%) Tratamentos	26,37					
C.V. (%) Épocas	19,22					
DMS (Tukey 5%) Trat.	0,38					
DMS (Tukey 5%) Épocas	0,13					
Época -1 d.a.a. (20/05/2008)	Média	Variância	Desvio	C.V.		
	1,77	0,09	0,30	17,00		

<sup>1</sup>: Dias Após a Aplicação (d.a.a.); <sup>2</sup>: Médias seguidas de letras minúsculas distintas na vertical (maturadores químicos) e maiúsculas na horizontal (d.a.a.) diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05); <sup>3</sup>: ns: não significativo (p > 0,05); \*\*: significativo (p < 0,01).

**Tabela 7.** Valores médios de açúcares redutores totais na cana (ART% Cana), análises de variância e teste de Tukey de acordo com os tratamentos realizados, em função da época de amostragem. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

MATURADORES QUÍMICOS	DIAS APÓS A APLICAÇÃO <sup>1</sup>					MÉDIA <sup>2</sup>
	14 d.a.a.	28 d.a.a.	42 d.a.a.	56 d.a.a.	70 d.a.a.	
Testemunha	12,72	14,06	15,16	15,51	15,96	14,68 <b>abc</b>
Glifosato 0,4 L ha <sup>-1</sup>	13,09	14,78	15,38	16,52	17,47	15,45 <b>a</b>
Moddus 0,8 L ha <sup>-1</sup>	11,96	13,79	14,84	15,73	16,31	14,53 <b>abc</b>
Curavial 22 g ha <sup>-1</sup>	13,17	13,82	15,17	15,76	16,75	14,93 <b>ab</b>
Glifosato 0,2 + Moddus 0,4	11,90	14,88	15,80	16,12	16,94	15,13 <b>ab</b>
Glifosato 0,2 + Curavial 11	12,22	13,64	14,15	15,73	16,70	14,49 <b>abc</b>
Fosfito K 2,0 L ha <sup>-1</sup>	11,78	13,24	13,74	14,59	14,32	13,53 <b>c</b>
Fosfito K 2,5 L ha <sup>-1</sup>	12,05	13,39	14,46	15,27	15,12	14,06 <b>abc</b>
Sugar Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	13,25	13,99	14,42	15,69	16,68	14,81 <b>abc</b>
Sugar Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	11,77	13,70	13,64	14,46	15,79	13,87 <b>bc</b>
Fosfito K 1,0 + Glifosato 0,2	12,11	14,30	15,22	15,83	16,72	14,84 <b>abc</b>
Sugar Plus 1,0+Glifosato 0,2	12,25	13,82	14,76	15,97	16,64	14,69 <b>abc</b>
Sugar Super Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	11,87	13,66	14,45	15,08	16,28	14,27 <b>abc</b>
Sugar Super Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	12,83	13,67	14,12	14,94	16,20	14,35 <b>abc</b>
MÉDIA <sup>2</sup>	12,36 <b>E</b>	13,81 <b>D</b>	14,66 <b>C</b>	15,51 <b>B</b>	16,28 <b>A</b>	
Teste F Tratamentos <sup>3</sup>	3,38**					
Teste F Épocas <sup>3</sup>	181,65**					
Teste F Trat. x Épocas <sup>3</sup>	0,87 <sup>ns</sup>					
C.V. (%) Tratamentos	8,48					
C.V. (%) Épocas	5,77					
DMS (Tukey 5%) Trat.	1,39					
DMS (Tukey 5%) Épocas	0,44					
Época -1 d.a.a. (20/05/2008)	Média	Variância	Desvio	C.V.		
	11,36	0,64	0,80	7,04		

<sup>1</sup>: Dias Após a Aplicação (d.a.a.); <sup>2</sup>: Médias seguidas de letras minúsculas distintas na vertical (maturadores químicos) e maiúsculas na horizontal (d.a.a.) diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); <sup>3</sup>: ns: não significativo ( $p > 0,05$ ); \*\*: significativo ( $p < 0,01$ ).

**Tabela 8.** Valores médios de açúcar teórico recuperável (ATR em Kg de açúcar ton<sup>-1</sup> de cana), análises de variância e teste de Tukey de acordo com os tratamentos realizados, em função da época de amostragem. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

MATURADORES QUÍMICOS	DIAS APÓS A APLICAÇÃO <sup>1</sup>					MÉDIA <sup>2</sup>
	14 d.a.a.	28 d.a.a.	42 d.a.a.	56 d.a.a.	70 d.a.a.	
Testemunha	115,07	127,28	130,92	140,36	144,43	131,61 <b>ab</b>
Glifosato 0,4 L ha <sup>-1</sup>	118,51	133,79	139,15	149,50	158,10	139,81 <b>a</b>
Moddus 0,8 L ha <sup>-1</sup>	107,97	124,77	134,33	142,39	147,59	131,41 <b>ab</b>
Curavial 22 g ha <sup>-1</sup>	119,22	125,03	137,31	142,62	151,55	135,15 <b>ab</b>
Glifosato 0,2 + Moddus 0,4	107,07	134,65	142,97	145,90	153,34	136,78 <b>ab</b>
Glifosato 0,2 + Curavial 11	111,31	123,47	128,09	142,36	151,18	131,28 <b>ab</b>
Fosfito K 2,0 L ha <sup>-1</sup>	106,62	119,85	124,31	132,00	129,59	122,47 <b>b</b>
Fosfito K 2,5 L ha <sup>-1</sup>	109,06	121,15	128,56	138,18	136,88	126,76 <b>ab</b>
Sugar Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	119,93	126,65	130,46	142,03	150,92	134,00 <b>ab</b>
Sugar Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	106,49	123,96	123,41	130,88	142,89	125,52 <b>ab</b>
Fosfito K 1,0 + Glifosato 0,2	109,81	129,45	136,90	143,22	151,29	134,13 <b>ab</b>
Sugar Plus 1,0+Glifosato 0,2	110,88	125,07	133,55	144,56	150,56	132,92 <b>ab</b>
Sugar Super Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	107,46	123,64	130,81	136,45	147,32	129,13 <b>ab</b>
Sugar Super Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	116,12	123,71	127,74	135,24	148,07	123,88 <b>b</b>
<b>MÉDIA<sup>2</sup></b>	<b>111,82D</b>	<b>125,89C</b>	<b>129,79C</b>	<b>140,41B</b>	<b>147,41A</b>	
Teste F Tratamentos <sup>3</sup>	3,12**					
Teste F Épocas <sup>3</sup>	95,23**					
Teste F Trat. x Épocas <sup>3</sup>	1,09 <sup>ns</sup>					
C.V. (%) Tratamentos	9,68					
C.V. (%) Épocas	8,03					
DMS (Tukey 5%) Trat.	14,32					
DMS (Tukey 5%) Épocas	5,49					
Época -1 d.a.a. (20/05/2008)	Média	Variância	Desvio	C.V.		
	102,84	52,37	7,24	7,04		

<sup>1</sup>: Dias Após a Aplicação (d.a.a.); <sup>2</sup>: Médias seguidas de letras minúsculas distintas na vertical (maturadores químicos) e maiúsculas na horizontal (d.a.a.) diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05); <sup>3</sup>: ns: não significativo (p > 0,05); \*\*: significativo (p < 0,01).

## 4.2. Composição mineral

Os resultados da composição mineral da massa da matéria seca das lâminas foliares da cv. SP83-2847 estão dispostos na Tabela 9. A análise de variância mostra que para os tratamentos estudados, o teste foi significativo ( $p < 0,05$ ) para nitrogênio, fósforo e ferro, significativo ( $p < 0,01$ ) para cálcio, magnésio, manganês e zinco, e não significativo ( $p > 0,05$ ) para potássio, enxofre e cobre. O desdobramento em Tukey ( $p < 0,05$ ) revelou que os produtos químicos utilizados não diferem em relação à testemunha para os nutrientes analisados, exceto para o teor de manganês ao se utilizar o Moddus. O produto químico Moddus em relação à testemunha proporcionou aumento de 88% no teor de manganês nas lâminas foliares (54,84**a** e 29,19**bcd**, respectivamente). Ao comparar a mistura glifosato + Moddus com o fosfito de potássio 2,5 L ha<sup>-1</sup>, a mistura de produtos químicos proporcionou maior acúmulo de ferro nas lâminas foliares (129,44**a** e 89,81**b**, respectivamente). O Moddus não interfere no processo fotossintético e na integridade da gema apical da cana, o que mantém a qualidade da matéria-prima a ser processada. A morte da gema apical induz a reprodução microbiana e a formação de compostos fenólicos (LAVANHOLI, 2008).

Em relação às épocas de amostragem o teste F não foi significativo ( $p > 0,05$ ) para nitrogênio e zinco, para os demais nutrientes analisados foram significativos ( $p < 0,01$ ), conforme pode ser visualizado na parte inferior da Tabela 9. Também, para o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), houve redução de teores de nutrientes para fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, cobre e manganês. Destaca-se o teor de ferro que houve aumento significativo 17% entre 28 a 56 d.a.a. (97,89**B** e 114,65**A**, respectivamente). De acordo com TASSO JÚNIOR (2007) ao estudar a qualidade agrotecnológica de 20 cultivares de cana-de-açúcar, inclusive a SP83-2847, destacou esta cultivar como extratora de ferro na massa da matéria seca.

Quanto à interação entre tratamentos e épocas na massa da matéria seca de lâminas foliares, houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) para ferro e manganês (Tabela 10). Para o teor de ferro entre os tratamentos estudados não houve efeito significativo pelo

Tukey aos 28 d.a.a. e aos 56 d.a.a. os produtos químicos, fosfito de potássio 2,5 L ha<sup>-1</sup> (84,88**c**), sugar plus (94,25**bc**) e sugar super plus (89,18**c**) ambos a 2,0 L ha<sup>-1</sup> acumularam menos ferro nas lâminas foliares que o glifosato (141,75**a**). Comparando as duas épocas de avaliação, respostas significativas no acúmulo deste micronutriente para glifosato, Curavial, glifosato + Moddus, glifosato + Curavial, sugar plus 2,5 L ha<sup>-1</sup> e sugar plus + glifosato (Tabela 10). Quantidades ótimas de ferro nas folhas propiciam melhor biossíntese de clorofila (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Para o manganês, aos 28 d.a.a. o Moddus (51,00**ab**) se destacou para o acúmulo deste micronutriente em relação ao Curavial (28,75**c**), glifosato + Curavial (29,38**c**), fosfito de potássio 2,5 L ha<sup>-1</sup> (25,63**c**), sugar plus 2,0 L ha<sup>-1</sup> e sugar super plus em ambas as doses (22,75**c** e 22,50**c**). Aos 56 d.a.a. o Moddus (58,68**a**) teve destaque no acúmulo de manganês entre todos os tratamentos utilizados. Na fotossíntese, o manganês é responsável pela produção de oxigênio a partir da água na fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2009). TASSO JÚNIOR (2007) também destaca esta cultivar como extratora de manganês.

Os resultados da composição mineral do caldo da cv. SP83-2847 estão dispostos na Tabela 11. A análise de variância mostra que para os tratamentos estudados, o teste foi significativo ( $p < 0,05$ ) para o ferro e significativo ( $p < 0,01$ ) para o cobre apenas. O desdobramento em Tukey ( $p < 0,05$ ) revelou que os produtos químicos utilizados não diferem em relação à testemunha para os nutrientes analisados. Os produtos químicos Moddus, Curavial e sugar super plus 2,0 L ha<sup>-1</sup> em relação à testemunha proporcionaram redução no teor de ferro no caldo.

Em relação às duas épocas de amostragem o teste F não foi significativo ( $p > 0,05$ ) apenas para o nitrogênio, conforme pode ser visualizado na parte inferior da Tabela 11. Para os demais nutrientes, seus teores reduziram no caldo de 28 a 56 d.a.a.. Resultados semelhantes indicam que esta cultivar não se destaca em relação ao acúmulo de macronutrientes (TASSO JÚNIOR, 2007).

Quanto à interação entre tratamentos e épocas houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para ferro e ( $p < 0,01$ ) para cobre no caldo (Tabela 12). Entre os produtos químicos utilizados, aos 28 d.a.a., não foram significativo pelo teste de Tukey, porém

significativo em relação à testemunha quanto ao teor de ferro no caldo. Estes produtos químicos reduziram o teor de ferro no caldo. Aos 56 d.a.a. todos os tratamentos, incluindo a testemunha, não foram significativos entre si. Todavia, ao se comparar as duas épocas, glifosato, sugar plus 2,0 L ha<sup>-1</sup> e a mistura sugar plus + glifosato não reduziram significativamente o teor de ferro no caldo. A redução da testemunha foi superior a 30% (46,50A e 16,17B).

Para o teor de cobre no caldo, aos 28 d.a.a. o Curavial diferiu significativamente pelo teste de Tukey a testemunha e ao sugar plus 2,0 L ha<sup>-1</sup>, indicando menor teor (Tabela 12). Aos 56 d.a.a., a testemunha e os produtos químicos Moddus, as misturas de glifosato + Moddus e glifosato + Curavial, e sugar plus 2,0 L ha<sup>-1</sup> diferiram quanto ao acúmulo de cobre no caldo em relação aos demais tratamentos. Ao comparar as duas épocas de amostragem, a testemunha, o Moddus, as misturas de glifosato + Moddus e glifosato + Curavial e sugar plus 2,0 L ha<sup>-1</sup> tiveram redução significativa de cobre no caldo em relação aos demais tratamentos. Destaca-se o fosfito de potássio 2,5 L ha<sup>-1</sup> que acumulou cobre no caldo aos 56 d.a.a.

No geral pode-se observar que em função da maturação a quantidade de nutrientes na segunda época de avaliação foi significativamente menor principalmente no caldo, semelhante ao ocorrido no trabalho de GARCIA (2009). A planta na primeira época estava em fase de crescimento e desenvolvimento absorvendo grandes quantidades de água e nutrientes. Na segunda época, 56 d.a.a., a cultivar estudada apresentava-se no pico da maturação, após período de estresse hídrico, a qual a quantidade de água no solo foi reduzida e, conseqüentemente, diminuiu a taxa de absorção de água e nutrientes. Os elementos minerais estão relacionados ao desenvolvimento vegetativo e florescimento da planta (CASAGRANDE, 1991), e neste caso, não houve influências quanto aos produtos aplicados.

O acúmulo de macro e micronutrientes nas folhas e no colmo é influenciado pelas diferentes cultivares e por condições edafoclimáticas (TASSO JÚNIOR, 2007). Época de aplicação dos maturadores químicos, condições edafoclimáticas e características intrínsecas as cultivares influenciam a eficiência agrônômica destes produtos como maturadores químicos (LEITE et al., 2009).

**Tabela 9.** Valores médios dos nutrientes da massa da matéria seca das lâminas foliares de cana-de-açúcar de acordo com os tratamentos realizados, em função da época de amostragem. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

MATURADORES QUÍMICOS <sup>1</sup>	g Kg <sup>-1</sup>					mg Kg <sup>-1</sup>				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn
Testemunha	18,09a	0,52ab	2,49a	3,43abc	0,94abc	0,35a	97,94ab	3,88a	29,19bcd	14,88ab
Glifosato 0,4 L ha <sup>-1</sup>	15,46a	0,48ab	2,57a	3,92ab	0,97ab	0,35a	119,94ab	3,38a	35,04bcd	14,06ab
Moddus 0,8 L ha <sup>-1</sup>	17,13a	0,45ab	2,52a	3,94ab	0,94abcd	0,36a	109,63ab	3,75a	54,84a	13,38ab
Curavial 22 g ha <sup>-1</sup>	17,22a	0,55a	2,53a	4,01ab	0,94abc	0,33a	114,13ab	3,88a	27,13bcd	11,94b
Glifosato 0,2 + Moddus 0,4	17,66a	0,47ab	2,48a	4,58a	1,09a	0,38a	129,44a	4,13a	44,06ab	17,19a
Glifosato 0,2 + Curavial 11	19,15a	0,57a	2,50a	3,90ab	0,98ab	0,36a	111,38ab	3,56a	34,75bcd	14,40ab
Fosfito K 2,0 L ha <sup>-1</sup>	16,87a	0,52ab	2,54a	3,18bc	0,87abcd	0,32a	99,56ab	3,88a	38,63abc	13,63ab
Fosfito K 2,5 L ha <sup>-1</sup>	16,95a	0,54ab	2,55a	3,09bc	0,83bcd	0,36a	89,81b	3,31a	25,44bcd	13,63ab
Sugar Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	16,25a	0,48ab	2,54a	3,46abc	0,69cd	0,29a	99,13ab	3,50a	23,75cd	13,38ab
Sugar Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	19,15a	0,50ab	2,57a	3,66abc	0,87abcd	0,38a	114,25ab	3,50a	35,45abcd	15,19ab
Fosfito K 1,0 + Glifosato 0,2	16,43a	0,36b	2,52a	3,18abc	0,85abcd	0,31a	99,63ab	3,25a	30,56bcd	13,14ab
Sugar Plus 1,0 + Glifosato 0,2	16,60a	0,47ab	2,54a	3,82abc	0,97ab	0,38a	111,38ab	3,31a	32,29bcd	15,88ab
Sugar Super Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	16,95a	0,52ab	2,50a	2,42c	0,68d	0,33a	93,53ab	3,38a	21,61cd	13,13b
Sugar Super Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	15,64a	0,55a	2,54a	3,68abc	0,83bcd	0,35a	98,06ab	3,69a	18,91d	13,75ab
<b>Teste F Tratamentos<sup>2</sup></b>	2,26*	2,33*	0,85 <sup>ns</sup>	3,55**	4,69**	1,29 <sup>ns</sup>	2,04*	0,51 <sup>ns</sup>	5,97**	2,71**
C.V. (%) Tratamentos	12,24	20,58	3,24	21,83	16,31	19,69	20,81	29,53	33,95	16,10
DMS (Tukey 5%) Trat.	3,74	0,18	0,15	1,40	0,26	0,12	39,47	1,90	19,55	4,05
<b>ÉPOCAS<sup>1;3</sup></b>										
28 d.a.a. (18/06/2008)	16,93A	0,54A	2,82A	5,20A	1,31A	0,43A	97,89B	3,88A	34,14A	14,07A
56 d.a.a. (16/07/2008)	17,29A	0,45B	2,24A	1,98B	0,47B	0,26B	114,65A	3,31B	30,38B	14,15A
<b>Teste F Épocas<sup>2</sup></b>	0,67 <sup>ns</sup>	16,21**	896,86**	912,87**	681,17**	207,50**	34,95**	14,77**	17,76**	0,03 <sup>ns</sup>
C.V. (%) Épocas	13,77	23,94	4,03	15,67	19,09	18,51	14,11	21,87	14,66	18,80
DMS (Tukey 5%) Épocas	0,90	0,05	0,04	0,21	0,06	0,02	5,72	0,30	1,80	1,01
<b>Teste F Trat. x Épocas<sup>2</sup></b>	1,37 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	1,74 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>	2,77**	1,26 <sup>ns</sup>	5,81**	1,05 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>: Médias seguidas de letras minúsculas distintas na vertical (maturadores químicos) e maiúsculas na vertical (d.a.a.) diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05);

<sup>2</sup>: ns: não significativo (p > 0,05); \*: significativo (p < 0,05); \*\*: significativo (p < 0,01); <sup>3</sup>: Dias Após a Aplicação (d.a.a.).

**Tabela 10.** Desdobramento da interação tratamentos x épocas de amostragem para ferro e manganês. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

MATURADORES QUÍMICOS <sup>2</sup>	DIAS APÓS A APLICAÇÃO <sup>1</sup>			
	Fe		Mn	
	28 d.a.a.	56 d.a.a.	28 d.a.a.	56 d.a.a.
	----- mg Kg <sup>-1</sup> -----		----- mg Kg <sup>-1</sup> -----	
Testemunha	92,63Aa	103,25Aabc	36,38Aabc	22,00Bbcd
Glifosato 0,4 L ha <sup>-1</sup>	98,13Ba	141,75Aa	35,83Aabc	34,25Abcd
Moddus 0,8 L ha <sup>-1</sup>	103,75Aa	115,50Aabc	51,00Bab	58,68Aa
Curavial 22 g ha <sup>-1</sup>	98,63Ba	129,63Aabc	28,75Ac	25,50Abcd
Glifosato 0,2 + Moddus 0,4	114,13Ba	144,75Aa	54,00Aa	34,13Bbcd
Glifosato 0,2 + Curavial 11	100,13Ba	122,63Aabc	29,38Bc	40,13Aab
Fosfito K 2,0 L ha <sup>-1</sup>	93,00Aa	106,13Aabc	38,17Aabc	39,09Aabc
Fosfito K 2,5 L ha <sup>-1</sup>	94,75Aa	84,88Ac	25,63Ac	25,25Abcd
Sugar Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	104,00Aa	94,25Abc	28,50Ac	19,00Bcd
Sugar Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	92,88Ba	135,63Aab	38,00Aabc	32,90Abcd
Fosfito K 1,0 + Glifosato 0,2	90,63Aa	108,63Aabc	30,38Abc	30,75Abcd
Sugar Plus 1,0 + Glifosato 0,2	98,63Ba	124,13Aabc	36,75Aabc	27,83Bbcd
Sugar Super Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	97,88Aa	89,18Ac	22,75Ac	20,46Abcd
Sugar Super Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	91,38Aa	104,75Aabc	22,50Ac	15,33Bd
DMS (Tukey 5%) Trat.	46,42		20,94	
DMS (Tukey 5%) Épocas	21,41		6,75	

<sup>1</sup>: Dias Após a Aplicação (d.a.a.); <sup>2</sup>: Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na horizontal (d.a.a.) e minúsculas na vertical (maturadores químicos) diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

**Tabela 11.** Valores médios dos nutrientes do caldo extraído de cana-de-açúcar de acordo com os tratamentos realizados, em função da época de amostragem. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

MATURADORES QUÍMICOS <sup>1</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn
	g L <sup>-1</sup>						mg L <sup>-1</sup>			
Testemunha	0,82a	0,11a	4,11a	0,59a	0,39a	0,08a	31,33a	0,47ab	10,50a	3,13a
Glifosato 0,4 L ha <sup>-1</sup>	1,12a	0,06a	3,09a	0,49a	0,32a	0,08a	22,76ab	0,37ab	4,30a	2,55a
Moddus 0,8 L ha <sup>-1</sup>	0,98a	0,10a	3,47a	0,67a	0,36a	0,10a	16,90b	0,38ab	5,47a	2,86a
Curavial 22 g ha <sup>-1</sup>	1,02a	0,07a	3,12a	0,51a	0,34a	0,08a	19,31b	0,30b	3,78a	1,94a
Glifosato 0,2 + Moddus 0,4	0,92a	0,09a	3,54a	0,51a	0,34a	0,08a	21,83ab	0,47ab	6,53a	3,48a
Glifosato 0,2 + Curavial 11	1,21a	0,16a	5,52a	0,64a	0,43a	0,12a	20,48ab	0,44ab	3,05a	3,41a
Fosfito K 2,0 L ha <sup>-1</sup>	1,33a	0,09a	2,67a	0,54a	0,28a	0,09a	23,31ab	0,31b	3,52a	2,20a
Fosfito K 2,5 L ha <sup>-1</sup>	0,82a	0,10a	3,82a	0,71a	0,34a	0,12a	23,25ab	0,55a	4,73a	3,25a
Sugar Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	1,20a	0,11a	3,91a	0,63a	0,41a	0,09a	23,79ab	0,42ab	6,00a	3,28a
Sugar Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	1,17a	0,14a	3,17a	0,60a	0,35a	0,10a	23,76ab	0,30b	4,58a	2,30a
Fosfito K 1,0 + Glifosato 0,2	1,16a	0,12a	4,41a	0,57a	0,40a	0,09a	22,94ab	0,48ab	4,86a	3,19a
Sugar Plus 1,0+Glifosato 0,2	1,25a	0,12a	4,25a	0,61a	0,34a	0,09a	24,95ab	0,43ab	4,44a	2,94a
Sugar Super Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	1,27a	0,10a	3,93a	0,61a	0,34a	0,08a	19,45b	0,30b	7,88a	2,38a
Sugar Super Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	0,89a	0,13a	3,44a	0,62a	0,34a	0,10a	24,49ab	0,42ab	3,72a	2,03a
<b>Teste F Tratamentos<sup>2</sup></b>	1,86 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	2,37*	3,03**	1,47 <sup>ns</sup>	1,68 <sup>ns</sup>
C.V. (%) Tratamentos	32,89	0,77	10,16	1,84	0,90	0,53	6,52	1,42	12,39	7,20
DMS (Tukey 5%) Trat.	0,63	0,11	4,39	0,33	0,15	0,08	11,76	0,24	9,93	2,16
<b>ÉPOCAS<sup>1; 3</sup></b>										
28 d.a.a. (18/06/2008)	1,07A	0,13A	4,99A	0,73A	0,43A	0,10A	30,67A	0,45A	6,74A	3,16A
56 d.a.a. (16/07/2008)	1,10A	0,09B	2,50B	0,45B	0,29B	0,08B	14,84B	0,35B	3,74B	2,40B
<b>Teste F Épocas<sup>2</sup></b>	0,36 <sup>ns</sup>	12,58**	34,80**	62,62**	39,52**	11,57**	154,69**	23,50**	18,63**	17,88**
C.V. (%) Épocas	25,57	0,65	10,34	1,94	1,31	0,38	7,76	1,23	11,80	5,70
DMS (Tukey 5%) Épocas	0,11	0,02	0,96	0,07	0,05	0,01	2,87	0,04	2,15	0,37
<b>Teste F Trat. x Épocas<sup>2</sup></b>	1,07 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>	2,36*	3,44**	1,00 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>: Médias seguidas de letras minúsculas distintas na vertical (maturadores químicos) e maiúsculas na vertical (d.a.a.) diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05); <sup>2</sup>: ns: não significativo (p > 0,05); \*: significativo (p < 0,05); \*\*: significativo (p < 0,01); <sup>3</sup>: Dias Após a Aplicação (d.a.a.). Análise estatística realizada com dados transformados em log (x+5,00) para Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre, Ferro, Cobre, Manganês e Zinco.

**Tabela 12.** Desdobramento da interação tratamentos x épocas de amostragem para ferro e cobre. Usina Santa Fé, Nova Europa, SP. Safra 2008/09.

MATURADORES QUÍMICOS <sup>2</sup>	DIAS APÓS A APLICAÇÃO <sup>1</sup>			
	Fe		Cu	
	28 d.a.a.	56 d.a.a.	28 d.a.a.	56 d.a.a.
	----- mg L <sup>-1</sup> -----		----- mg L <sup>-1</sup> -----	
Testemunha	46,50 <b>Aa</b>	16,17 <b>Ba</b>	0,59 <b>Aa</b>	0,34 <b>Bab</b>
Glifosato 0,4 L ha <sup>-1</sup>	23,19 <b>Ab</b>	22,33 <b>Aa</b>	0,41 <b>Aabc</b>	0,33 <b>Ab</b>
Moddus 0,8 L ha <sup>-1</sup>	23,17 <b>Ab</b>	10,63 <b>Ba</b>	0,50 <b>Aabc</b>	0,25 <b>Bb</b>
Curavial 22 g ha <sup>-1</sup>	26,72 <b>Ab</b>	11,91 <b>Ba</b>	0,25 <b>Ac</b>	0,34 <b>Aab</b>
Glifosato 0,2 + Moddus 0,4	32,13 <b>Aab</b>	11,53 <b>Ba</b>	0,56 <b>Aab</b>	0,38 <b>Bab</b>
Glifosato 0,2 + Curavial 11	26,23 <b>Ab</b>	14,72 <b>Ba</b>	0,56 <b>Aab</b>	0,33 <b>Bb</b>
Fosfito K 2,0 L ha <sup>-1</sup>	30,97 <b>Aab</b>	15,66 <b>Ba</b>	0,34 <b>Aabc</b>	0,28 <b>Ab</b>
Fosfito K 2,5 L ha <sup>-1</sup>	32,56 <b>Aab</b>	13,94 <b>Ba</b>	0,47 <b>Babc</b>	0,64 <b>Aa</b>
Sugar Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	28,17 <b>Ab</b>	19,41 <b>Aa</b>	0,59 <b>Aa</b>	0,25 <b>Bb</b>
Sugar Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	34,26 <b>Aab</b>	13,25 <b>Ba</b>	0,29 <b>Abc</b>	0,31 <b>Ab</b>
Fosfito K 1,0 + Glifosato 0,2	32,75 <b>Aab</b>	13,13 <b>Ba</b>	0,54 <b>Aabc</b>	0,42 <b>Aab</b>
Sugar Plus 1,0 + Glifosato 0,2	26,69 <b>Ab</b>	23,22 <b>Aa</b>	0,41 <b>Aabc</b>	0,46 <b>Aab</b>
Sugar Super Plus 2,0 L ha <sup>-1</sup>	28,44 <b>Ab</b>	10,47 <b>Ba</b>	0,34 <b>Aabc</b>	0,25 <b>Ab</b>
Sugar Super Plus 2,5 L ha <sup>-1</sup>	37,57 <b>Aab</b>	11,41 <b>Ba</b>	0,50 <b>Aabc</b>	0,34 <b>Aab</b>
DMS (Tukey 5%) Trat.	17,30		0,30	
DMS (Tukey 5%) Épocas	10,75		0,16	

<sup>1</sup>: Dias Após a Aplicação (d.a.a.); <sup>2</sup>: Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na horizontal (d.a.a.) e minúsculas na vertical (maturadores químicos) diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

## V. CONCLUSÕES

1. O uso de glifosato como maturador e em mistura com Moddus, fosfito de potássio e sugar plus apresentaram os melhores resultados tecnológicos, o mesmo observado com o uso do Curavial;
2. Os maturadores utilizados não alteraram a composição nutricional das lâminas foliares e do caldo da cultivar SP83-2847;
3. O uso do fosfito de potássio e do sugar super plus não incrementaram a qualidade.

## VI. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2008. 502 p.

ALFONSI, R. R.; PEDRO JUNIOR, M. J.; BRUNINI, O.; BARBIERI, V. Condições climáticas para cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 42-55.

ALMEIDA, J. C. V.; LEITE, C. R. F.; SOUZA, J. R. P. de. Efeitos de maturadores nas características tecnológicas da cana-de-açúcar com e sem estresse hídrico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 4, p. 441-448, 2005.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.

CAPUTO, M. M. **Indução da maturação por produtos químicos e sua consequência na qualidade tecnológica de diferentes genótipos de cana-de-açúcar**. 2006.138 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CAPUTO, M. M.; BEAUCLAIR, E. G. F.; SILVA, M. A.; PIEDADE, S. M. S. Resposta de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 15-23, 2008.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157 p.

CASTRO, P.R.C., CÂMARA, G.M.S., CESAR, M.A.A., NOGUEIRA, M.C.S. Ação comparada de maturadores em dois cultivares de cana-de-açúcar. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, n. 73, p. 36-39, 1994.

CLARKE, M. A.; LEGENDRE, B. R. Qualidade da cana-de-açúcar: impactos no rendimento do açúcar e fatores de qualidade. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 17, n. 6, p. 36-40, 1999.

CLEMENTS, H.F. **Sugarcane nutrition and culture**. Lucknow: Indian Institute Research, 1959. 89 p.

CLEMENTS, H.F. **Sugarcane crop logging and crop control: principles and practices**. London: Pitman Publishers, 1980. 520 p.

COLE, D. J.; CASELEY, J. C.; DODGE, A. D. Influence of glyphosate on selected plant process. **Weed Research**, Oxford, v. 23, p. 173-183, 1983.

COLETI, J. T.; CASAGRANDE, J. C, STUPIELLO J. J; RIBEIRO, L. D, OLIVEIRA, G. R.; Remoção de Macronutrientes pela cana da planta e cana – soca, em argissolos, variedades RB 83.5486 e SP 81-3250. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 1., 2002, Recife. **Anais...** Piracicaba: STAB, 2002. p .316-321.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2008/2009, primeiro levantamento, abril/2008**. Brasília, 2008. 12 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/>>. Acesso em: 23 abril 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2009/2010, terceiro levantamento, dezembro/2009**. Brasília, 2009. 16 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/>>. Acesso em: 12 fev. 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2010/2011, primeiro levantamento, abril/2010**. Brasília, 2010. 12 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/>>

download/safra/1\_cana\_10.pdf/>. Acesso em: 01 jul. 2010.

CONSECANA. **Manual de instruções**. 5. ed. Piracicaba: Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo, 2006. 111 p.

DELGADO, A. A.; CÉSAR, M. A. A. **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana**. Piracicaba: Zanini, 1977. v. 1, 6 p.

DILLEWIJN, C. van. **Botany of sugarcane**. Waltham: Chronica Botanica, 1952. 371 p.

DUKE, S. O.; BAERSON, S. R.; RIMANDO, A. M. Herbicides: Glyphosate. In: PLIMMER, J. R.; GAMMON, D. W.; RASGSDALE, N. N. (Ed.). **Encyclopedia of agrochemicals**. New York: John Wiley & Sons, 2003. Disponível em: <<http://www.mrw.interscience.wiley.com/boa/artides/agr119/frame.html>>. Acesso em: 29 maio 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412 p.

FERNANDES, A. C. Autorização da colheita da cana-de-açúcar. In.: SEMANA DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA “JAIME ROCHA DE ALMEIDA”, 4., 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1985. p. 12-21.

FERNANDES, A. C.; STUPIELLO, J. P.; UCHOA, P. E. A. Utilização do Curavial para melhoria da qualidade da cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 20, n. 4, p. 43-46, 2002.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB, 2006. 193 p.

FOLTRAN, R. A. **Influência da aplicação de maturadores químicos sobre os parâmetros tecnológicos e da produtividade da cana-de-açúcar**. 2009. 49 f.

Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

GARCIA, D. B. **Danos causados por *Mahanarva fimbriolata* (STÅL, 1854) na qualidade da cana e processo fermentativo**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração em Microbiologia Agropecuária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

LAVANHOLI, M. das G.D.P.; CASAGRANDE, A.A.; OLIVEIRA, L.A.F.; ROSA, R.F. Aplicação de ethephon e imazapyr em cana-de-açúcar em diferentes épocas e sua influência no florescimento, acidez do caldo e teores de açúcares nos colmos – variedade SP70-1143. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 20, p. 42-45, 2002.

LAVANHOLI, M. das G.D.P. Qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de açúcar e álcool. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. (Org.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 697-722.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A.; VENTURINI FILHO, W. G. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores em meio de safra. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 527-534, 2009.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola-nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Ed. Ceres, 1976. 528 p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar**. São Paulo: Ultrafértil, 1982. (Boletim Técnico).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. cap. 6, p. 231-307.

MARQUES, M. O; MARQUES, T. A, TASSO JUNIOR, L. C **Tecnologia do açúcar: produção e Industrialização da cana de açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 166 p.

MARQUES, M. O.; MUTTON, M. A.; AZANIA, A. A. P. M.; TASSO JUNIOR, L. C.; NOGUEIRA, G. A.; VALE, D. W. (Ed.). **Tópicos em tecnologia sucroalcooleira**. Jaboticabal: Gráfica Multipress , 2006. p. 17-30.

MESCHEDE, D. K. **Efeito do glyphosate e sulfometuron-metil na fisiologia da cana-de-açúcar**. 2009. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

MESCHEDE, D. K.; SANOMYA, R.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D. Respostas fisiológicas da cana-de-açúcar ao uso de glyphosate como maturador. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. (Org.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 445-459.

MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 626 p.

MUTTON, M. J.R.; MUTTON, M.A. **Aguardente de cana: produção e qualidade**. FUNEP: Jaboticabal, 1992. 171 p.

MUTTON, M. A. Modo de ação do sal de isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina (glifosate) e efeito maturador na cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO ROUNDUP EFEITO MATURADOR, 1., 1993, Guarujá. **Anais...** p. 9-17.

MUTTON, M. J. R.; **Reflexos da qualidade da matéria-prima sobre a fermentação etanólica**. Workshop sobre produção de etanol: qualidade da matéria-prima. Lorena, 2008. Disponível em: < [www.apta.sp.gov.br](http://www.apta.sp.gov.br) >. Acesso em: 25 mar. 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NITROGEN THE SOIL-CROP SYSTEM (NRC). In: SOIL AND WATER QUALITY: AN AGENDA FOR AGRICULTURE. Washington: National Academic Press, 1993. p. 237-281.

NETTO, J. M. Maturadores e reguladores vegetais na cultura da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p. 307-318.

NUNES JR., D. Variedades de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p.187-259.

OLIVEIRA, D. A.; CASTRO, P. R. C. Efeito do Sulfometuron Methyl em cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum sp*), cultivada em Latossolo vermelho-escuro, como maturador vegetal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 1993. p. 218.

ORLANDO FILHO, J. Nutrição da cana-de-açúcar. In: ANDRESON, D. L.A; Bowen, J.E.. In: FLORIDA AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION JORNAL SERIES, Potafos, Piracicaba-SP, 1992. 40 p.

PEDRO, E. S. **Estratégias para a organização da pesquisa em cana-de-açúcar: uma análise de governança em sistemas de inovação**. 2008. 239 f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: Editora UNESP, 2008. 301 p.

QUEIROZ, R. J. B. **Quantificação da trealose e da prolina livre em cana-de-açúcar sob efeito da disponibilidade hídrica do solo**. 2006. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

RAVANELI, G. C.; GUIMARÃES, E. R.; VINHAS, T; DURIGAN, A. M. P. R.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R. Parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L. var SP77-5181) tratada com sulfometuron metil. **Braslian Journal of Plants Physiology**, Atibaia, v. 15, p. 347, 2003.

RAVANELI, G.C.; MADALENO, L.L.; PRESOTTI, L.E.; MUTTON, M.A.; MUTTON, M.J.R. Spittlebug infestation in sugarcane affects ethanolic fermentation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 6, p. 543-546, 2006.

RESENDE. P.A.P. **MODDUS**. São Paulo: Agro - Departamento de Marketing e Pesquisa & Desenvolvimento, São Paulo, 1995. 9 p. (Boletim Técnico CIBA).

RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Instituto de Biociências – Universidade Estadual Paulista, 1995. 99 p. Apostila.

SANT`ANNA, L. A. C. **Influência da aplicação de maturadores químicos sobre as características químico-tecnológicas da cana-de-açúcar**. 1991. 95 f. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. 415 p.

SILVA, M. A.; GACA, G. J. C.; CAPUTO, M. M.; PINCELLI, R. P.; JERÔNIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S. Uso de reguladores de crescimento como potencializadores do perfilhamento e da produtividade em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 545-552, 2007.

SIQUEIRA, G. F.; LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Desenvolvimento e produtividade de colmos de cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores em meio de safra. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP, 2007. p. 267-269. 1 CD-ROM.

SOUZA, Z. M.; PAIXÃO, A. C. S.; PRADO, R. M.; CESARIN, L. G.; SOUZA, S. R. Manejo de palha de cana colhida sem queima, produtividade do canavial e qualidade do caldo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1062-1068, 2005.

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

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

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 690 p.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

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

TRIVELIN, P.C.O.; SALATI, E.; MATSUI, E. **Preparo de amostras para análise de 15N por espectrometria de massa**. Piracicaba: CENA, 1973. 41 p. (Boletim Técnico, 2).

VELINI, E. D.; DUKE, S. O.; TRINDADE, M. L. B.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; Modo de ação do glyphosate. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. (Org.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 445-459.

VIANA, R. da S.; MUTTON, M. A.; BARBOSA, V.; DURIGAN, A. M. P. R. Maturadores químicos associados à eliminação de soqueira em área de reforma do canavial. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 26, n. 5, p. 50-56, 2008.

VITTI, G. C. **Avaliação e interpretação do enxofre do solo e da planta**. Jaboticabal, FUNEP, 1988. 37 p.

VITTI, G. C., OTTO, R. Nutrição e adubação em cana-de-açúcar. In: Curso agrícola "Uso **eficiente de fertilizantes na cana-de-açúcar**. Departamento de Solos e Nutrição de Plantas. ESALQ-USP. 28 p. Araçatuba, 2003.

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C.; OTTO, R.; QUEIROS, F. E. C.; PACKER, L. A. Utilização de fosfito em cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇUCAR, 2005. Piracicaba. **Resumos...**Campinas: Intercuf Ind. e comercio LDTA, 2005. p. 17.

WIEDENFELD, R. P. Water stress during different sugarcane growth periods on yield and response to N fertilization. **Agricultural Water Management**, St. Louis, v. 43, p. 173-182, 2000.

WILSON, L. G. Metabolism of sulfate reduction. **Annual Rev. Plant Physiol.**, v.13, p. 201-224, 1962.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)