

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**THIAMETOXAM EM CANA-DE-AÇÚCAR MANEJADA COM  
MATURADORES**

**DEISE PAULA DA SILVA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU – SP  
(Outubro 2012)

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**THIAMETOXAM EM CANA-DE-AÇÚCAR MANEJADA COM  
MATURADORES**

**DEISE PAULA DA SILVA**

**Engenheira Agrônoma**

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol

Co-Orientador: Dr. Rogério Peres Soratto

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,  
para a obtenção do título de Mestre em Agronomia  
(Agricultura).

BOTUCATU – SP

Outubro 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S586t Silva, Deise Paula da, 1981-  
Thiametoxam em cana-de-açúcar manejada com maturadores / Deise Paula da Silva.- Botucatu :[s.n.], 2012  
vi, 53 f. : il., color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2012  
Orientador: Carlos Alexandre Costa Crusciol  
Co-Orientador: Rogério Peres Soratto  
Inclui bibliografia

1. Cana-de-açúcar - Maturação. 2. Produtividade agrícola. 3. Reguladores de crescimento. I. Crusciol, Carlos Alexandre Costa. II. Soratto, Rogério Peres. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

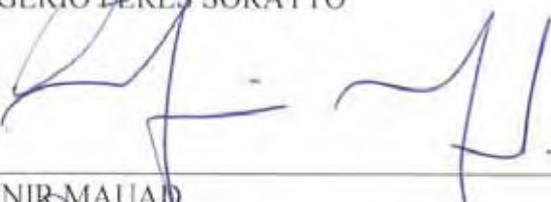
TÍTULO: THIAMETOXAM EM CANA-DE-AÇÚCAR MANEJADA COM  
MATURADORES

ALUNA: DEISE PAULA DA SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL  
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. ROGÉRIO PERES SORATTO

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. ROGÉRIO PERES SORATTO

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. MUNIR MAUID

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. GUSTAVO PAVAN MATEUS

Data da Realização: 08 de outubro de 2012.

A Deus.

À minha mãe Maria Inês Soares da Silva ao meu pai Aparecido da Silva, que sempre me ensinaram que vale a pena lutar pelos sonhos.

Aos meus irmãos Aparecido Luiz da Silva Junior, Antônio Geraldo da Silva Neto, Maria Gabriela da Silva, Ana Graziela da Silva, Pedro Gabriel da Silva, Maria Luiza da Silva do Nascimento e Daniel Gentil, por todo amor dedicado a mim. Aos meus sobrinhos e sobrinhas Raiane do Nascimento, Raissa Natalia do Nascimento, Luiz Felipe, Paulo Gentil, Anna Julia da Silva e a Marcos Gabriel da Silva Bandeira. Aos meus cunhados e cunhadas Mariana Sabino da Silva, Alan Bandeira e a Daniela Martins.

Ao meu avô Antônio Geraldo da Silva (in memória) por ser a inspiração da minha vida.

A Maria Santíssima por sempre interceder por mim, nos momentos que não tinha mais esperança!

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por todas as vitórias concedidas

Ao Prof. Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol por nunca desistir de mim, por todo incentivo e por todo apoio necessário para findar essa etapa, meu eterno obrigado.

Ao Professor Rogerio Peres Soratto, por ter aceitado ser meu co-orientador e ter ajudado a concluir a dissertação. Muito Obrigada!

A CAPES pelo apoio financeiro na concessão da bolsa de estudos.

Ao Pesquisador Jair Rosas Silva, que me fez dar o ponta pé inicial para o Mestrado. A minha amiga e irmã Gabriela Siqueira Ferraz que não mediu esforços para me ajudar durante todo o mestrado e mesmo longe nunca me abandonou. A meu amigo Rodrigo Foltran por todo esforço, os funcionários do Departamento de Produção Vegetal (Agricultura), em especial à Ilanir Rosane R. Bocetto e Vera Lúcia Rossi, pelo auxílio e amizade.

Ao Grupo COSAN – Unidade Barra, ao Tecnólogo Sebastião Santos Ribeiro (coordenador de desenvolvimento técnico), Adauto Aparecido Biega (encarregado de desenvolvimento técnico), Fernando Zola (analista de controles operacionais), aos auxiliares de desenvolvimento técnico de campo, Dirceu Olímpio, Cleber Zola, Vacari, Wardo, Rodrigo Bixiguiha, Tonho e outros, pela cessão das áreas agrícolas, apoio e contribuição para o desenvolvimento deste estudo. Ao pesquisador Jair Rosas da Silva por toda ajuda para entrar no mestrado.

A todos os amigos que de hoje e de sempre: Maria Julia Carreiro Ferreira, Luiz Vitor, Marcelo Giroto, Augusto Gabriel (meus verdadeiros irmãos) Carla Deisiane, Angélica Cristina, Franciana, Liana Tavares, Élide e todos que me mostram a importância de ter um amigo, muito obrigada. Ao pessoal da biblioteca da FCA – Botucatu em especial a funcionaria Denise por sempre estar disposta a ajudar. Aos amigos da FAEF de Garça.

## SUMÁRIO

	Páginas
1. RESUMO .....	1
2. SUMMARY .....	3
3. INTRODUÇÃO.....	4
4. REVISÃO DE LITERATURA .....	8
4.1 Importância econômica da cana-de-açúcar.....	8
4.2 Maturadores químicos .....	9
4.3 O uso de tiametaxam na agricultura .....	13
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
5.1 Característica e localização da área experimental .....	17
5.2 Delineamento experimental e tratamentos .....	21
5.3 Caracterização das variedades .....	22
5.4 Instalação e condução dos experimentos.....	22
5.5 Avaliações .....	23
5.5.1 Variáveis tecnológicas .....	23
5.5.1.1 Pol cana .....	24
5.5.1.2 Fibra.....	24
5.5.1.3 Pureza do caldo.....	24
5.5.1.4 Açúcares redutores cana .....	25
5.5.2 Variáveis biométricas .....	25
5.5.2.1 Número de colmos.....	25
5.5.2.2 Altura de plantas .....	25
5.5.3 Produtividade de colmos (TCH).....	26
5.5.4 Produtividade de açúcar (TAH).....	26
5.6 Análise Estatística .....	26
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
6.1. Thiametoxam em cana-de-açúcar manejada com Glifosato como maturador .....	27
6.2. Thiametoxam em cana-de-açúcar manejada com Trinexapaque-etílico como maturador .....	34
6.3 Thiametoxam em cana-de-açúcar manejada com Sulfometuron-methyl como maturador .....	40
7. CONCLUSÃO.....	46
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47

## LISTA DE TABELAS

### Páginas

Tabela 1. Pol cana, fibra, pureza e açúcares redutores em cana-de-açúcar que recebeu a aplicação de glifosato como maturador antes e após a aplicação de thiametoxam aos sessenta dias após o início da rebrota da soqueira. ....	27
Tabela 2. Número de colmos, altura de colmo, produtividades de colmos e de açúcar em cana-de-açúcar que recebeu a aplicação de glifosato como maturador antes e após a aplicação de thiametoxam.....	30
Tabela 3. Pol cana, fibra, pureza e açúcares redutores em cana-de-açúcar que recebeu a aplicação de trinexapaque-etílico como maturador antes e após a aplicação de thiametoxam aos secenta dias após o início da rebrota da soqueira.....	35
Tabela 4. Número de colmos, altura de colmo, produtividades de colmos e de açúcar em cana-de-açúcar que recebeu a aplicação de trinexapaque-etílico como maturador antes e após a aplicação de thiametoxam aos secenta dias após o início da rebrota da soqueira.....	37
Tabela 5. Pol cana, fibra, pureza e açúcares redutores em cana-de-açúcar que recebeu a aplicação de sulfometuron-methyl como maturador antes e após a aplicação de thiametoxam aos 60 dias após o início da rebrota da soqueira.....	39
Tabela 6. Número de colmos, altura de colmo, produtividades de colmos e de açúcar em cana-de-açúcar que recebeu a aplicação de sulfometuron-methyl como maturador antes e após a aplicação de thiametoxam aos sessenta dias após o início da rebrota da soqueira.....	4

## 1. RESUMO

O trabalho de pesquisa teve por objetivo avaliar a eficácia da aplicação de thiametoxam na soqueira da cana-de-açúcar, em áreas tratadas com os maturadores glifosato, trinexapaque-etílico e sulfometuron-methyl, sobre a qualidade da matéria prima e o desenvolvimento e a produtividade de colmos. Foram realizados dezoito experimentos, sendo 12 em início de safra e 6 em final de safra, iniciados e realizados durante os anos de 2008, 2009, 2010 e 2011. Esses experimentos foram instalados e conduzidos no município de Olímpia (SP), no município Igarapu do Tietê (SP) e no município de Macatuba (SP). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco repetições. Os experimentos foram constituídos dos seguintes tratamentos: controle (sem aplicação de maturador ou thiametoxam), thiametoxam, glifosato e glifosato + thiametoxam. Com trinexapaque-etílico, os tratamentos foram os seguintes: controle, thiametoxam, trinexapaque-etílico e trinexapaque-etílico + thiametoxam. Com sulfometuron-methyl, os tratamentos foram: controle, thiametoxam, sulfometuron-methyl e sulfometuron-methyl + thiametoxam. As doses empregadas foram respectivamente: thiametoxam 100 g i.a. ha<sup>-1</sup> (0,4 kg p.c. ha<sup>-1</sup>), glifosato 192 g i.a. ha<sup>-1</sup> (0,4 L p.c. ha<sup>-1</sup>), trinexapaque-etílico 200 g i.a. ha<sup>-1</sup> (0,8 L p.c. ha<sup>-1</sup>) e sulfometuron-methyl 15 g i.a. ha<sup>-1</sup> (20 g p.c. ha<sup>-1</sup>), doses dos ingredientes ativos (comercial). Para os experimentos de início de safra

foi utilizada a variedade de cana-de-açúcar RB855453 (maturação precoce); para os experimentos de final de safra foi utilizada a variedade SP 80-3280, caracterizada por ter maturação tardia; para a aplicação dos produtos, utilizou-se equipamento costal pressurizado (CO<sub>2</sub>) e para a aplicação de thiametoxam houve a aplicação por jato dirigido na linha da soqueira. O bioativador (thiametoxam foi aplicado aproximadamente dois meses após a colheita da cana-de-açúcar em todos os experimentos. A aplicação de glifosato, trinexapaque-etílico e sulfometuron-methyl como maturadores melhora a qualidade industrial da cana-de-açúcar tanto em início quanto em final de safra. A utilização glifosato como maturador em safras sucessivas pode reduzir o número de colmos e, conseqüentemente, a produtividade de colmos, apesar de proporcionar, na maioria das vezes, maior produtividade de açúcar. O uso de trinexapaque-etílico como maturador em safras sucessivas pode aumentar o número de colmos, porém sem reflexo na produtividade de colmos. O emprego de sulfometuron-methyl como maturador em safras sucessivas não interfere no número e na produtividade de colmos. A aplicação de trinexapaque-etílico ou sulfometuron-methyl aumenta a produtividade de açúcar. O uso de thiametoxan não altera a qualidade industrial da cana-de-açúcar, porém pode aumentar o número e a altura de colmos bem como a produtividade de colmos e de açúcar. Em lavouras de cana-de-açúcar que recebem aplicação de maturadores em safras sucessivas, o uso de thiametoxam pode atenuar o efeito residual depressivo do glifosato e proporcionar produtividades maiores que o tratamento controle, tanto de colmos quanto de açúcar lavouras manejadas com trinexapaque-etílico ou sulfometuron-methyl.

**Palavras chave:** rebrota, estimulador de rebrota, bioativadores.

THIAMETOXAM IN FIELDS WITH RIPENERS IN SUGARCANE. Botucatu, 2012. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

**Author:** DEISE PAULA DA SILVA

**Adviser:** Prof. Dr. CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL

**Co-adviser:** Prof. Dr. ROGÉRIO PERES SORATTO

## 2. SUMMARY

This Project had, as its aim, evaluate the effectiveness of the application of thiametoxam in the sugarcane ratoon over the quality of the raw material and the development and productivity of thatches in fields treated with the ripeners glyphosate, ethyl-trinexapac and the sulfometuron-methyl. Eighteen experiments were carried out, started and conducted in 2008, 2009, 2010 e 2011, twelve in the beginning of crops and six in the end of crops. These experiments were set up and carried out in the city of Olímpia, (SP), in a field that belongs to TEREOS GROUP (Guarani Plant – Cruz Alta Unit), in the city of Igarapu do Tietê (SP) and in the city of Macatuba (SP), in fields that belong to the RAÍZEN GROUP (BarraP lant). The experimental delineation was done in blocks casualized with five repetitions. The experiments with glyphosate were constituted of the following treatments: thiametoxam control, glyphosate and glyphosate + thiametoxam. With trinexapaque-etílico, the treatments were: control, thiametoxam, trinexapaque-etílico e trinexapaque-etílico + thiametoxam. With sulfometuron-methyl, the treatments were: control, thiametoxam, sulfometuron-methyl and sulfometuron-methyl + thiametoxam. The used doses were, respectively: thiametoxam 100 g i.a. ha<sup>-1</sup> (0,4 kg p.c. ha<sup>-1</sup>), glyphosate 192 g i.a. ha<sup>-1</sup> (0,4 L p.c. ha<sup>-1</sup>), trinexapaque-etílico 200 g i.a. ha<sup>-1</sup> (0,8 L p.c. ha<sup>-1</sup>) and sulfometuron-methyl 15 g i.a. ha<sup>-1</sup> (20 g p.c. ha<sup>-1</sup>), active ingredients doses (comercial). For the experiments carried out in the beginnig of crops we used the sugarcane variety RB855453 (early ripeness); for the experiments carried out in the end of crops we used the variety SP 80-3280, which is characterized for having late ripeness; for the products application, we used the pressurized coastal equipment (CO<sub>2</sub>) and for the application of thiametoxam there was an application through directed jet on the line of ratoon. The ripeners in the city of Olímpia were applied on

03/05/2008 and 03/13/2009, with respective harvests on 04/14/2008 e 04/22/2009; the bio activator was applied on 06/18/2008. In the city of Igarapu do Tietê (SP), the application of ripeners were on 03/10/2008, 03/11/2009, 03/09/2010 and 03/10/2011, with respective harvests on 04/18/2008, 04/20/2009, 04/19/2010 and 04/19/2011; the bio activator was applied on 06/23/2008, 07/03/2009 e 07/01/2010. In the city of Macatuba (SP) the application of ripeners was carried out on the dates: 10/30/2008, 11/02/2009 e 10/29/2010. The harvest happened on the following dates: 12/09/2008, 12/11/2009 e 12/08/2010; the bio activator was applied on 02/17/2009 e 02/19/2010. The results were submitted to the LSD test, 5 % of probability. The application of thiametoxam in regrowths of sugarcane with the application of ripeners enabled the following conclusions: The application of glyphosate, trinexapaque-etílico and sulfometuron-methyl as ripeners improves the industrial quality of the sugarcane both in the beginning and in the end of crops. The use of Glyphosate as a ripener in successive crops can reduce the number of thatches and, consequently, the productivity of thatches, although it provides, most of the times, higher sugar productivity. The use of as a ripener in successive crops can increase the number of thatches, but with no reflexes on their productivity. The use of thiametoxan as a ripener in successive crops doesn't interfere in the number or in the productivity of thatches. The application of trinexapaque-etílico or sulfometuron-methyl increases the production of sugar. The use of thiametoxam doesn't change the industrial quality of the sugarcane, but it can increase the number and height of thatches, as well as the productivity of sugar and thatches. In sugarcane plantations that receive the application of ripeners in successive crops, the use of thiametoxam can attenuate the depressive residual effect of the glyphosate and provide higher productivities of thatches and sugar, when compared to the control treatment in plantations that are yield with trinexapaque-etílico or sulfometuron-methyl

**Keywords:** Saccharum, regrowth stimulant, bioativadores.

### 3. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar, (*Saccharum spp.*) atualmente, está em plena expansão no Brasil em decorrência do aumento da demanda de açúcar nos mercados interno e, principalmente, externo, e de etanol no mercado interno. Esse crescimento é acompanhado do crescimento de toda a cadeia de produtos de alta tecnologia disponível e serviços especializados que dão suporte ao agronegócio canavieiro.

Na safra 2011/2012 foram processados 571,47 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, o que permitiu uma produção de 39,9 milhões de toneladas de açúcar, 9 bilhões de litros de etanol anidro e 13 bilhões de litros de etanol hidratado (CONAB, 2012).

O aumento na produção da cultura e dos produtos provenientes de seu processamento é decorrente do incremento da área cultivada, da introdução de novas variedades, do manejo adequado do solo, do uso de resíduos agroindustriais, da aplicação racional de adubos e corretivos, da utilização de reguladores vegetais, permitindo antecipação positiva da safra com qualidade da matéria-prima, e da introdução constante de novas tecnologias no processo industrial, refletindo em maior eficiência (DINARDO-MIRANDA, 2008).

A cana-de-açúcar é uma planta semi-perene que apresenta quatro estádios fenológicos: a) brotação e emergência, b) perfilhamento e estabelecimento da cultura, c) período de intenso crescimento e d) maturação. Conhecer as fases de crescimento e

desenvolvimento da cultura possibilita a utilização de ferramentas para garantir o sucesso na exploração comercial, como a aplicação de maturadores químicos, que proporcionam maior flexibilidade na colheita.

Os maturadores químicos atuam alterando a atividade de enzimas (invertases) que catalisam o acúmulo de sacarose nos colmos, bem como promovem alterações morfológicas e fisiológicas na planta, retardando ou paralisando o crescimento das plantas. Isso reflete diretamente em incrementos, na manutenção, e na redução da velocidade de diminuição do teor de sacarose, dependendo da época do ano em que são aplicados os reguladores vegetais. Quando aplicados em início de safra, tem-se por objetivo o incremento do teor de sacarose e, conseqüentemente, a antecipação da maturação; quando aplicados no meio de safra, tem-se por objetivo a manutenção ou elevação do teor de sacarose em regiões nas quais o inverno é chuvoso; quando aplicados em final de safra, tem-se por objetivo evitar a retomada de crescimento da planta e manter o teor de sacarose ou diminuir a velocidade de redução do teor de sacarose, uma vez que muitas vezes, essa época de colheita, coincide com o início da estação chuvosa, clima favorável ao crescimento da planta e, portanto, com consumo de sacarose para tal evento fisiológico.

A utilização dos maturadores vem sendo uma ferramenta de grande importância para as unidades agrícolas, porém a utilização constante de alguns deles, pode ocasionar perdas futuras na lavoura, principalmente, quando proporcionam efeito residual na soqueira, podendo reduzir a capacidade de rebrote e, conseqüentemente, diminuir a produtividade de colmos do próximo ciclo. Dentre os herbicidas utilizados como maturador, o glifosato merece destaque, pois proporciona resultados altamente satisfatórios com baixo custo, porém, quando utilizado na mesma área em safras sucessivas, pode acarretar a perdas devido ao efeito fitotóxico na rebrota da soqueira.

Alguns produtos utilizados na produção da cana-de-açúcar, como inseticidas e fungicidas, além de controlar pragas e doenças, podem também influenciar o metabolismo da planta com efeito positivo na produtividade da cultura, mesmo quando aplicados em plantas saudáveis. Quando são aplicados na soqueira, é possível constatar maior perfilhamento e desenvolvimento dos colmos. Esses produtos são comumente chamados de estimuladores de rebrota e são constituídos de substâncias geralmente divididas em duas classes: biorreguladores e bioativadores (bioestimulantes), possuindo na sua composição

auxina, citocinina, giberelina, etileno e brassinoesteróides (TAIZ E ZEIGER, 2004). Os biorreguladores tem a função de estimular o desenvolvimento radicular, o perfilhamento, favorecer o acúmulo dos fotoassimilados nos órgãos de reserva.

Os bioativadores (bioestimulantes) são substâncias orgânicas complexas, modificadoras do crescimento, capazes de atuar em fatores de transcrição da planta e na expressão gênica, proporcionando melhor equilíbrio fisiológico e favorecendo uma melhor aproximação ao potencial genético da cultura (CASTRO, 2006). Os principais bioativadores utilizados na agricultura são o thiametoxam, aldicarb e cianamida hidrogenada. Estas substâncias são eficientes quando aplicadas em pequenas doses, favorecendo o bom desempenho dos processos vitais da planta, permitindo obter melhores e maiores colheitas, mesmo sob condições ambientais adversas (COSTA, 2010).

Em função do relatado é possível que o uso de bioativadores possa amenizar os efeitos negativos do resíduo que os maturadores, classificados como herbicidas, deixam em áreas que recebem tais produtos.

Neste contexto, teve-se por objetivo avaliar a eficácia da aplicação de thiametoxam na soqueira da cana-de-açúcar, em áreas tratadas com os maturadores glifosato, trinexapaque-etílico sulfometuron-methyl, sobre a qualidade da matéria prima e o desenvolvimento e a produtividade de colmos.

## **4. REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 Importâncias econômica da cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma das culturas do Brasil que mais evoluiu tecnologicamente nos últimos anos, tendo também aumento expressivo da área cultivada. Estima-se que a área plantada na safra 2012/2013 seja de aproximadamente 8,5 mil de hectares (CONAB, 2012).

As safras recordes de cana-de-açúcar no Brasil demonstram a importância da cultura, destacando-se como uma das principais geradoras de renda e empregos. Em função da necessidade mundial do uso de fontes renováveis de energia, e pela cana-de-açúcar ter papel de destaque nesse cenário, acredita-se que essa cultura continuará com ritmo de crescimento elevado. No entanto, não somente essa característica justifica essas projeções, mas também o uso de seus subprodutos e derivados como matérias primas industriais, uma vez que toda a cadeia produtiva já não se restringe apenas à produção de açúcar e álcool. Além disso, a cultura é geradora de créditos de carbono e tem papel importante na produção de energia elétrica (UNICA, 2012).

Hoje a cana-de-açúcar é difundida por todo país sendo uma planta tropical pertencente à família das poáceas juntamente com os gêneros *Zea e Sorghum*, possui uma habilidade única de estocar sacarose nos colmos e é capaz de se desenvolver em vários ambientes de produção sendo distribuída por vários estados do território nacional. O estado de São Paulo o maior produtor com 52,8% (4.458,31 milhões de hectares), seguido por Minas Gerais com 8,77% (740,15 milhões de hectares) e Goiás com 7,97% (673,38 milhões de hectares). (CONAB, 2011), (HAMERSK, 2009).

A demanda da produção de cana-de-açúcar no Brasil é consolidada pela grande utilização de seus produtos, pois o país possui uma das maiores frotas de carros flex, levando a uma maior utilização de combustíveis renováveis e etanol.

#### **4.2 Maturadores químicos**

A cana-de-açúcar tem quatro estádios fenológicos: a) brotação e emergência, b) perfilhamento e estabelecimento da cultura, c) período de intenso crescimento e d) maturação. Este último estágio pode ser abordado sob três diferentes pontos de vista: botânico (após a emissão de flores e formação de sementes que possam originar novas plantas e, tendo em vista a reprodução vegetativa, tal conceito pode ser extrapolado para as gemas vegetativas), fisiológico (quando os colmos atingem seu máximo potencial de armazenamento de sacarose) e econômico (a partir do momento em que apresentar teor mínimo de sacarose, como pol igual ou superior a 13% do peso do colmo) (DEUBER, 1988; CÂMARA, 1993).

A cana-de-açúcar é uma planta C<sub>4</sub> adaptada às condições de alta intensidade luminosa, altas temperaturas e relativa escassez de água, para que ocorra uma maturação uniforme é necessária a gradativa queda de temperatura com a redução de precipitação (chuvas), temperaturas entre 17-18° C são favoráveis para o acúmulo de sacarose, (ALMEIDA, 2009).

Os maturadores químicos são definidos como reguladores vegetais, agem alterando a morfologia e a fisiologia da planta, podendo levar a modificações qualitativas e quantitativas na produção. Podem atuar promovendo a diminuição do crescimento da planta, possibilitando incrementos no teor de sacarose, precocidade de maturação e aumento na produtividade (LAVANHOLI et al., 2002; ALMEIDA et al., 2003). Esses compostos químicos são divididos em retardantes do crescimento (ethephon e

trenxapaque-etílico) e inibidores do crescimento (diquat, sulfometuron -methyl, glyphosate e fluazifop-butil) (CASTRO, 2006).

A mais de vinte anos há a utilização de maturadores químicos na cana-de-açúcar, porém é nos últimos anos que essa técnica vem sendo mais difundida na cultura. Fatores como condições climáticas, dosagem do produto e época de colheita afetam diretamente a eficiência agrônômica desses produtos.

A utilização dessa tecnologia na cana-de-açúcar proporciona maior flexibilidade para as unidades produtoras, evitando perdas, já que a maturação natural muitas vezes é deficiente devido às condições climáticas das principais regiões produtoras.

A utilização de maturadores químicos é administrada no início de safra, porém hoje pode ser posicionado no meio e final da safra, buscando-se melhorar a qualidade da matéria-prima em caso de condições climáticas não favoráveis à maturação natural ou ampliar o período de moagem aliado à garantia de fornecimento de matéria-prima de qualidade à indústria (LEITE et al, 2011)

Os maturadores do grupo das sulfoniluréia atuam na inibição não competitiva da enzima ALS (acetolactato sintase) ou AHAS (acetohidroxi sintase), na rota de síntese dos aminoácidos ramificados (valina, leucina e isoleucina), e interfere na síntese protéica, no balanço hormonal e na síntese de DNA, o que implica na paralisação do crescimento (RIZZARD et al., 2004). Acredita-se que os mesmos não bloqueiam ação dos promotores de crescimento (auxina, geberilina e citocinina), porém estimulam a produção de etileno devido ao efeito estressante causado pela fitotoxidez (CAPUTO, 2006).

Vários pesquisadores têm relatado o produto químico sulfometuron metil (SM), grupo químico sulfoniluréia, quanto ao potencial efeito maturador em variedades de cana-de-açúcar, não havendo prejuízos à produção de colmos e influência sobre as características agrônômicas da cultura. Os resultados obtidos indicam consistência no incremento na pol % cana, brix e redução do índice de isoporização (OLIVEIRA, 1992; PONTIN, 1995; LEITE E CRUSCIOL, 2008; LEITE et al., 2009c, 2009d, 2010; CAPUTO et al., 2007, SIQUEIRA, 2009).

Comparando a eficiência de maturadores em duas variedades de cana-de-açúcar, Castro (1994) verificou que houve eficiência do sulfameturon metil aos 28 e 56 dias após aplicação quanto ao aumento e manutenção de pol, corroborando com os dados

de Fernandes (2002) e Camara et al (1993). Quanto ao efeito residual dessa molécula na rebrota da soqueira, Fernandes et al. (2002), Leite e Crusciol (2008) e Silva et al. (2009) não observaram diferenças significativas em relação à testemunha.

O trenxapaque-etílico é outro regulador de crescimento bastante utilizado como maturador na cultura da cana-de-açúcar. Esta molécula atua no crescimento e divisão celular, inibindo a síntese de formas ativas do ácido giberélico, reduzindo a produção dessas e provoca alargamento das paredes celulares, facilitando, assim, maior acumulação de açúcar (Resende et al., 2000). Esse regulador de crescimento foi desenvolvido como agente anti-acamamento em cereais e gramíneas, e como retardante vegetal em gramíneas. No Brasil, quando utilizado como maturador, essa molécula promove aumento de rendimento de açúcar sem impacto negativo na qualidade do caldo, no conteúdo de fibras ou no peso da cana (RESENDE; SOARES; HUDETZ, 2001). Gheller e Nascimento (2001) relataram que a o primeiro resultado decorrente da aplicação dessa molécula na cana-de-açúcar é encurtamento dos entrenós, sendo constatada essa característica na maioria das variedades de cana-de-açúcar. Como resultado tem-se a melhoria da qualidade da matéria prima (LEITE et al., 2009a, 2009b, 2011a, 2011b).

Apesar do etil-trinexapac suprimir o alongamento apical, resultando na formação de internódios mais curtos e em uma possível redução no peso dos colmos, poucas vezes tem influenciado a produtividade de colmos, bem como, em muitas situações, não afeta ou às vezes aumenta a rebrota da soqueira (LEITE, 2005; SIQUEIRA, 2009).

O glifosato é um herbicida que inibe a síntese de triptofano, tirosina e fenilalanina (aminoácidos de cadeia aromática), sendo o primeiro, precursor da síntese de ácido indol acético (AIA), um regulador vegetal. Esse herbicida é sistêmico, não seletivo e de amplo espectro, com translocação via simplasto e com absorção facilitada por proteínas transportadoras de grupos fosfato, que estão presentes na membrana. Mais precisamente o glifosato atua na enzima EPSPs (5-enolpiruvilchiquimato 3-fosfato sintase, E.C. 2.5.1.19) que por sua vez inibe a síntese dos aminoácidos aromáticos e do ácido chiquimico (TAIZ & ZEIGER, 2004).

A utilização do glifosato na cultura cana-de-açúcar como maturador promove aumento da qualidade da matéria prima em tempo relativamente curto, até de 30 dias após aplicação (LEITE e CRUSCIOL, 2008; LEITE et al., 2009d, 2010; SIQUEIRA, 2009).

Há informações na literatura revelando diferenças mínimas entre as diferentes formulações de glifosato aplicado à cultura da cana-de-açúcar, entretanto, todas as formulações promoveram incremento no teor de sacarose e na produção de açúcar em relação ao controle (VILLEGAS e TORRES, 1993; BENNETT e MONTES, 2003; VIATOR et al., 2003).

Atualmente a utilização de maturadores nos canaviais brasileiros já é uma realidade bem próxima das unidades produtoras, pois possibilita uma qualidade maior da matéria-prima. Contudo, estudos apontam que alguns desses produtos podem ter efeito prejudicial na produtividade do ciclo em que foi aplicado ou na soqueira seguinte, isso pode ocorrer devido à propriedade de paralisar e ou retardar o desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar (CAPUTO et al., 2007; LEITE; CRUSCIOL, 2008).

Leite e Crusciol (2008) concluíram que o uso do glifosato como maturador, sucessivamente por duas safras, acarretou em menor rebrota da soqueira em relação ao tratamento controle. Meschede (2009) relatou que a soqueira da cana-de-açúcar teve menor rebrota e menor desenvolvimento inicial quando submetida a doses mais elevadas de glifosato e sulfometuron-methyl utilizados como maturadores.

Os herbicidas atuam sobre sistemas enzimáticos ou proteínas específicas das plantas alterando sua funcionalidade. As rotas em que atuam os herbicidas são fundamentais para o crescimento e desenvolvimento vegetal, pois o seu bloqueio deve promover a paralisação do crescimento ou a morte das plantas. De modo análogo, o bloqueio parcial destas rotas, com uso de doses subletais dos herbicidas, também pode ter implicações importantes alterando o balanço de processos metabólicos nas plantas. Por outro lado, quando a planta não consegue metabolizar e, portanto, neutralizar a atividade dessas moléculas, mesmo quando aplicado em doses subletais, o efeito residual desses produtos podem afetar negativamente a produtividade agrícola (SIQUEIRA, 2009), que na cultura da cana-de-açúcar pode ocasionar redução significativa no processo de rebrota das soqueiras, podendo reduzir a longevidade do canavial e, portanto, ocorrendo a renovação mais cedo.

Atualmente, tanto no setor de produção agrícola quanto nas diversas áreas da saúde humana, o efeito de subdoses de produtos aplicados, denominado como hormótico, vem sendo amplamente discutido e pesquisado, com o objetivo de compreender o mecanismo de ação estimulante e benéfica de diversas substâncias inicialmente consideradas tóxicas (SILVA, 2009). O glifosato quando utilizado em subdoses pode proporcionar aumento

da biomassa, desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular das plantas, bem como incrementos na absorção e acúmulo de fósforo nas folhas (MESCHEDE et al., 2007; CARBONARI et al., 2007a, 2007b). Silva et al. (2009) constatou efeito estimulante da aplicação de glifosato na subdose de 1,8 g i.a. ha<sup>-1</sup> no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar, indicando potencial aplicação desse manejo para obtenção de melhores estandes após a brotação, a fim de conseguir melhor exploração do ambiente pela planta. Siqueira (2009), em quatro experimentos com glifosato como maturador em cana-de-açúcar, constatou tanto aumento quanto redução na produtividade de colmos trabalhando com a mesma variedade, porém anos distintos. Provavelmente, o resíduo do produto pode ter sido em tal nível que em um provocou fitoxidade e no outro efeito hormótico, evidenciando a necessidade de mais estudos e com maior profundidade para entender o comportamento dessa molécula quando utilizada como maturador.

#### **4.3 O uso de thiametaxam na agricultura**

O thiametaxam é um inseticida de ação sistêmica, do grupo dos neonicotinóides, sub-classe tianicotinil, da família nitroguanidina, com nome químico 3-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-5-methyl-1,3,5-oxadiazinan-4-ylidene(nitro)amine, classe toxicológica III, considerado medianamente tóxico. Este produto, utilizado no controle de pragas iniciais, insetos sugadores e alguns mastigadores, atua no receptor nicotínico acetilcolina dos insetos, lesando o sistema nervoso, levando-os a morte (GAZZONI, 2008; PEREIRA, 2010). Esse produto tem também a propriedade dos bioativadores, possuindo efeito fitotônico nas plantas, isto é, desenvolvimento maior e mais rápido do vegetal em decorrência do seu efeito residual longo.

Os bioativadores são substâncias orgânicas complexas, modificadoras da morfologia e fisiologia e, portanto, do crescimento e desenvolvimento das plantas, capazes de atuar na síntese e ação de hormônios endógenos, na transcrição do DNA na planta, na expressão gênica, na síntese de proteínas da membrana e de enzimas metabólicas, bem como na nutrição mineral, levando a incrementos na produtividade. Nesta classe se enquadra alguns inseticidas como o aldicarb e o thiametoxam, além da cianamida hidrogenada (CAETANO, 2008; CASTRO et al., 2008; CLAVIJO, 2008; ACEVEDO, 2008 ; ZAMORA; CLAVIJO, 2008; PEREIRA, 2010).

O inseticida thiametoxam é transportado dentro da planta através de suas células e ativa várias reações fisiológicas como a expressão de proteínas. Estas proteínas interagem com vários mecanismos de defesa de estresses da planta, permitindo que ela enfrente melhor condições adversas, tais como secas, baixo pH, alta salinidade de solo, radicais livres, estresses por altas temperaturas, efeitos tóxicos de níveis elevados de alumínio, ferimentos causados por pragas, ventos, granizo, ataque de viroses e deficiência de nutrientes, conforme Figura 1 (ALMEIDA et al, 2009). Além disso, constata-se maior germinação de sementes ou tubérculos, maior desenvolvimento radicular, aumentando os índices de citocinina em função do aumento dos locais de síntese (PEREIRA, 2010).

O thiametoxam é registrado para uso em várias culturas no Brasil tais como soja, cana-de-açúcar, batata, feijão, laranja, café, entre outras (PEREIRA, 2010). A utilização do thiametoxam não é apenas restrita ao uso como inseticida, sendo que o mesmo vem para auxiliar no incremento da produtividade das culturas, devido à capacidade de modificar o metabolismo e a morfologia vegetal (MAIENFISCH et al., 2001).

Na cultura da soja é utilizado para tratamento de sementes, como consequência fisiológica o produto acelera a germinação e promove maior desenvolvimento do eixo embrionário, minimizando os efeitos negativos da presença de alumínio, salinidade e deficiência hídrica mediante a atividade da peroxidase, pois previne o estresse oxidativo (CATANEO et al., 2006).

Castro et al. (2008) relataram que em plantas de soja o thiametoxam atua nos genes responsáveis pela ativação de enzimas metabólicas, relacionadas ao crescimento da planta, alterando a produção de aminoácidos precursores de hormônios vegetais.

Soares et al. (2005), trabalhando com sementes de milho sob condições de salinidade durante o processo de embebição, constataram que as sementes tratadas com thiametoxam germinaram antes do tratamento controle, creditando este resultado ao aumento da atividade da enzima POD (peroxidase).

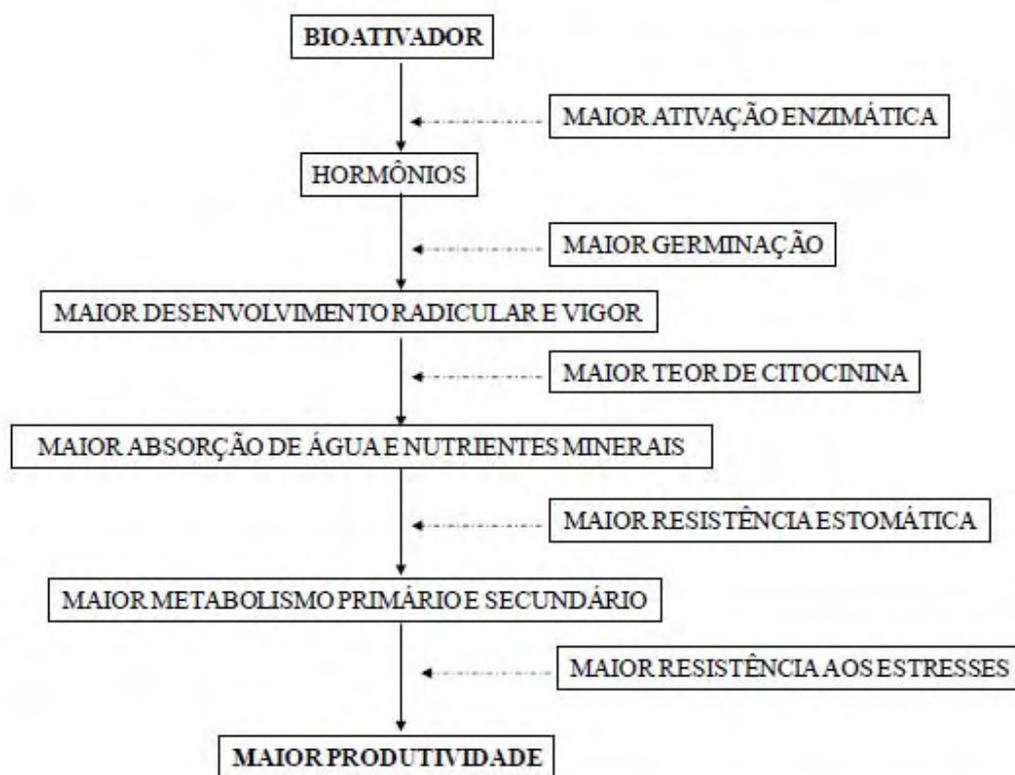


Figura 1. Sequência de eventos promovidos pelo uso de thiametaxam (CASTRO, 2006)

Calafiori e Barbieri (2001) constataram que o uso thiametoxam associado a adubação NPK proporcionou aumento no número de plantas de feijão, maior número de nódulos e maior produtividade na estação seca, quando comparado com os tratamentos thiametoxam e NPK isolados.

Segundo Almeida (2009) a germinação e o vigor das sementes de cenoura tratadas com thiametoxam foram maiores que o tratamento controle. O autor relatou que as concentrações de 0,05 e 0,4 mL/L<sup>-1</sup> do produto são eficientes, contudo há tendência da concentração mais alta proporcionar maiores acréscimos na qualidade das sementes.

Pereira et al. (2007), trabalhando com batata na ausência de insetos praga, constataram que a aplicação de thiametoxam proporcionou aumento de 63% no comprimento das raízes, atribuindo esse resultado aos efeitos fisiológicos que o produto acarreta.

Em cana-de-açúcar, o thiametoxam é utilizado para o controle de cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*) e cupim subterrâneo (*Heterotermes tenuis*),

porém sua aplicação, na ausência de insetos praga, tem resultado em maior vigor e desenvolvimento, principalmente, da rebrota da cana soca, com incremento no perfilhamento, refletindo em estandes mais uniformes, colmos mais vigorosos e maior produtividade da cultura (PEREIRA, 2010).

De acordo com pesquisas já realizadas, considera-se que plantas tratadas com thiametaxam possam melhorar condições de expressarem seu potencial genético e produtivo, pois as culturas se desenvolvem com maior vigor, mesmo em condições adversas.

Segundo Castro et al. (2003) o thiametaxam, com sua ação bioativadora, pode contribuir para aumento da produtividade da cana-de-açúcar em até 12%.

De acordo Pereira (2010) a aplicação de thiametoxam em cana-de-açúcar, via pulverização foliar, aumenta a área foliar, o comprimento das raízes, a espessura do córtex das raiz, o diâmetro do cilindro vascular e o número de metaxilemas nos feixes vasculares em plantas jovens, melhorando a eficiência das raízes nas suas funções específicas, que são a de fixação, absorção e condução de água e nutrientes minerais.

Soares (2006) constatou, na ausência de cigarrinha-das-raízes, em experimentos realizados durante a safra 2004/2005, acréscimos de até 9,24 t ha<sup>-1</sup> de colmos de cana-de-açúcar tratada com thiamethoxam.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Característica e localização da área experimental**

O presente trabalho de pesquisa foi composto por dezoito experimentos, sendo 12 em início de safra e 6 em final de safra, iniciados e realizados durante os anos de 2008, 2009, 2010 e 2011. Desses 18 experimentos, 6 foram com glifosato x thiametoxam, 6 com trinexapaque-etílico x thiametoxam e 6 com sulfometuron-methyl x thiametoxam. Assim, foram conduzidos 3 experimentos em início de safra (ano 2009) no município de Olímpia (SP), em área pertencente ao Grupo Tereos (Usina Guarani – Unidade Cruz Alta), 9 experimentos em início de safra (anos 2009, 2010 e 2011) no município Igarapu do Tietê (SP) e 6 experimentos em final de safra (anos 2009 e 2010) no município de Macatuba (SP), em áreas pertencentes ao Grupo Raízen (Usina da Barra).

As características das áreas experimentais eram as seguintes:

a) Olímpia (SP): latitude 20° 46' 96"S, longitude 49° 49' 15"W e altitude de 506 m. Clima predominante da região é o CWA (Köppen), temperatura média anual de 23,4 °C e média pluviométrica de 1.285 mm. Solo classificado como Argissolo vermelho-amarelo eutrófico, textura média/argilosa, com ambiente de produção classificado como B.

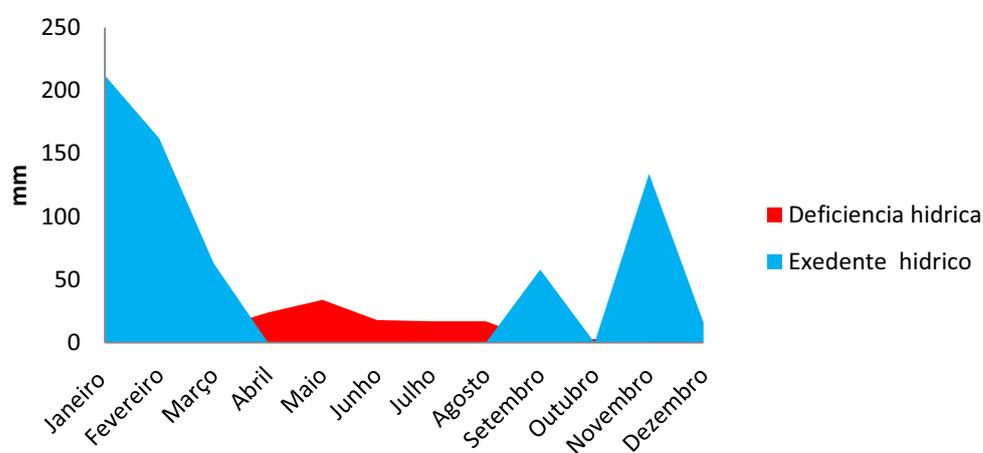
b) Igarauçu do Tietê (SP): latitude 22° 33' 18''S, longitude 48° 31' 51''W e altitude de 509 m. Clima predominante da região é o Aw (Köppen), clima seco definido, temperatura média anual de 21,6 °C, umidade relativa média de 70 %, com extremos de 77% em fevereiro e 59% em agosto e média pluvial de 1.344 mm. Solo classificado como Latossolo roxo eutrófico, textura argilosa, com ambiente de produção classificado como A.

c) Macatuba (SP): latitude 22° 30' 08''S, longitude 48° 42' 41''W e altitude de 515 m. Clima predominante da região é o Aw (Köppen), clima quente com inverno seco, temperatura média anual de oscilando entre 21 °C a 25 °C e média pluvial de 1.244 mm. Solo classificado como Latossolo roxo eutrófico, textura argilosa, com ambiente de produção classificado como A.

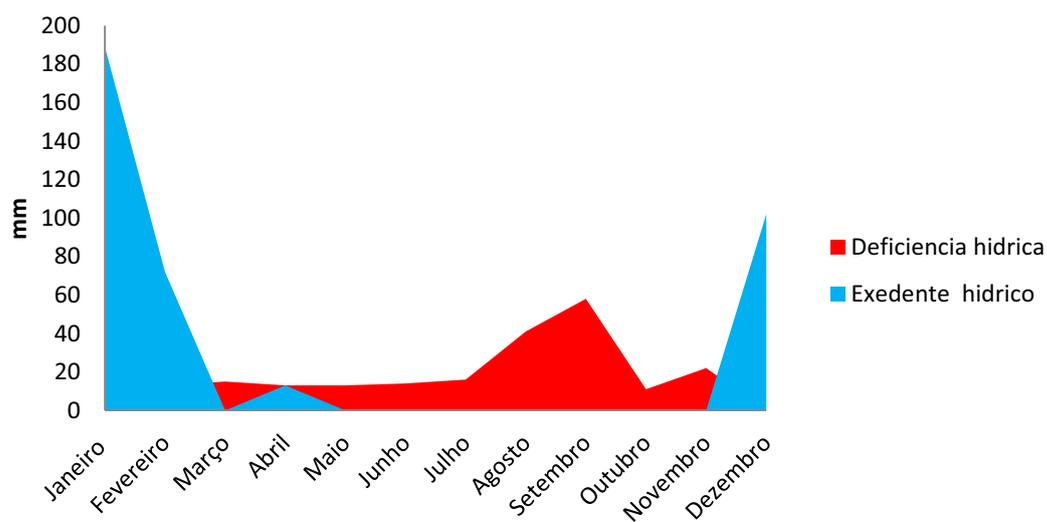
Durante a condução dos experimentos foram coletados os dados referentes a balanço hídrico mensal em Estação Meteorológica Automatizada do município de Jaú e Olímpia (Figura 1), (Figura 2).

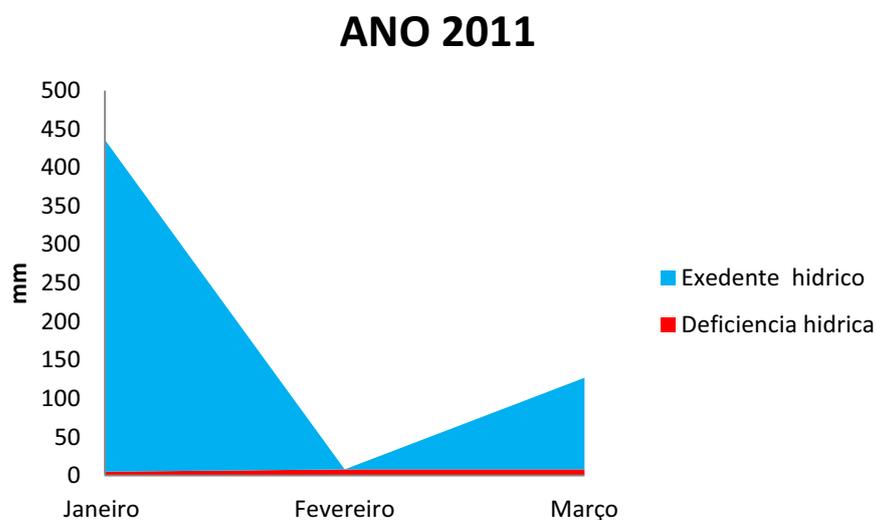


### Ano de 2009

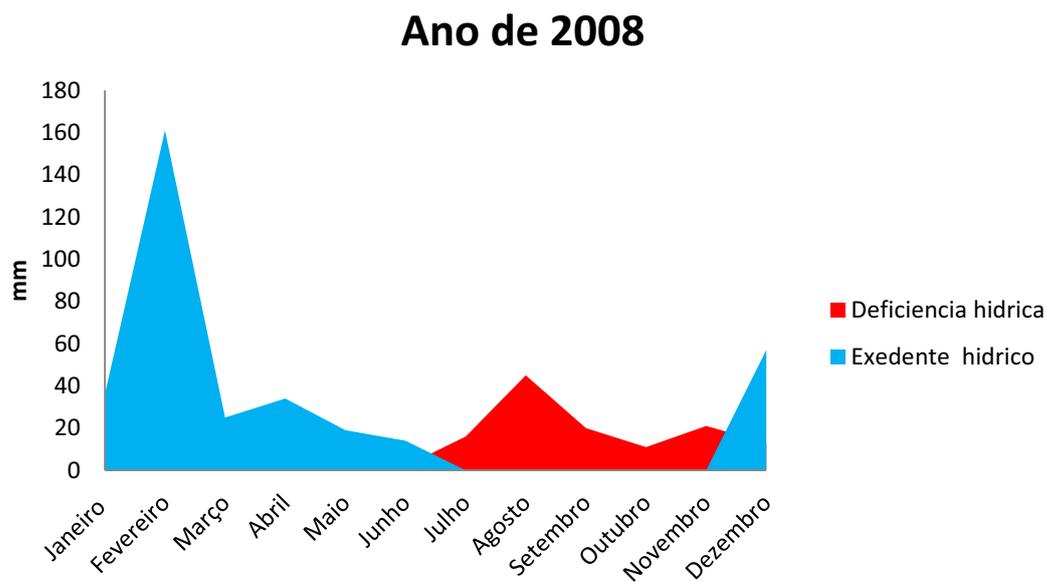


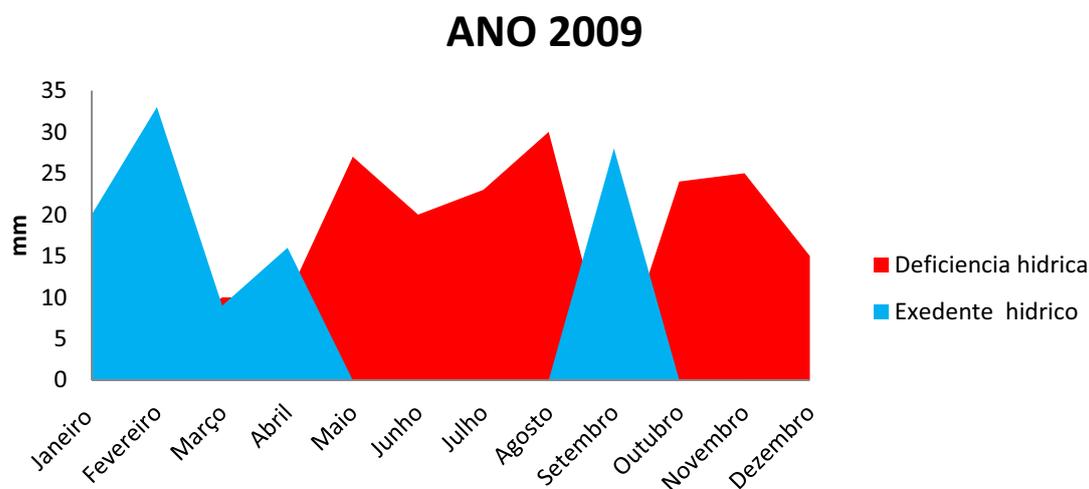
### Ano de 2010





**Figura 1.** Balanço hídrico mensal registrado durante a condução do experimento nos anos agrícolas de 2008 2009, 2010 e 2011, na região de Jaú (Igarçu do Tietê-SP e Macatuba). (CIAGRO,2008,2009,2010 e 2011)





**Figura 2.** Balanço hídrico mensal registrado durante a condução do experimento nos anos agrícolas de 2008 e 2009 no município de Olímpias. (CIIAGRO, 2008,2009)

## 5.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Os experimentos com glifosato os tratamentos foram os seguintes: a) controle, b) thiametoxam, c) glifosato e d) glifosato + thiametoxam. trinexapaque-etílico os tratamentos com foram os seguintes: a) controle, sem aplicação de glifosato como maturador de thiametoxam na rebrota, b) thiametoxam, c) trinexapaque-etílico e d) trinexapaque-etílico + thiametoxam. Com sulfometuron-methyl os tratamentos com foram os seguintes: a) controle, b) thiametoxam, c) sulfometuron-methyl e d) sulfometuron-methyl + thiametoxam.

As parcelas foram constituídas de 10 linhas de 25 m de comprimento com espaçamento de 1,4 nos experimentos Olímpia (SP) e 1,5 nos experimentos Igarapu do Tiete (SP) e Macatuba (SP)

### 5.3 Caracterização das variedades

Nos experimentos conduzidos em início de safra a variedade foi a RB 85-5453 que é caracterizada por ter maturação precoce, média produtividade de colmos, alto teor de sacarose, com boa brotação de soqueira e bom perfilhamento, touceiras eretas, florescimento intenso e chochamento médio, média exigência em fertilidade de solos (Universidade Federal de São Carlos, 1998).

Nos experimentos conduzidos em final de safra a variedade foi a SP 80-3280 que é caracterizada por ter maturação tardia, perfilhamento intermediário, bom fechamento de entrelinhas devido ao crescimento inicial vigoroso, boa brotação de soqueira, tombamento é regular, alto teor de sacarose, boa produtividade quando cana soca, floresce, pouca isoporização e tem bom desenvolvimento em solos de fertilidade média (COPERSUCAR, 2006).

### 5.4 Instalação e realização dos experimentos

Os experimentos foram instalados em áreas comerciais das Usinas que, segundo levantamento, não apresentavam problemas com pragas (*Mahanarva fimbriolata* e *Heterotermes tenuis*). Dessa forma, todos os tratamentos culturais bem como as adubações foram realizados conforme critérios do corpo técnico das empresas, porém sem aplicação de produtos inseticidas com a característica bioativador.

Para avaliar o efeito bioativador do thiametoxan em área que recebia a aplicação dos maturadores glifosato, trinexapaque-etílico e sulfometuron-methyl, os experimentos foram instalados nas três localidades na primeira soqueira, 40 dias antes da colheita. Porém, nesse primeiro ano ocorreu apenas a aplicação dos maturadores e não foi realizada nenhuma coleta de dados para fins de comparação, pois o objetivo foi aplicar o thiametoxan em canavial que havia recebido a aplicação dos maturadores. A partir da rebrota da segunda soqueira, 60 dias após o início da brotação, realizou-se a aplicação de thiametoxan e, 40 dias antes da colheita, novamente a aplicação dos maturadores, conforme os tratamentos descritos. Nas localidades onde foram realizados experimentos em anos sucessivos (Igarapé do Tietê-SP e Macatuba-SP), os tratamentos sempre foram aplicados nas mesmas parcelas.

Para aplicação dos produtos, utilizou-se equipamento costal pressurizado (CO<sub>2</sub>). O thiametoxam foi aplicado em jato dirigido na linha da soqueira. Os maturadores foram aplicados por meio de uma barra que possui 3 m de comprimento, em forma de T, com seis bicos, possibilitando a aplicação simultânea em duas linhas. Os bicos utilizados para aplicação de todos os produtos foram o AXI 11002 amarelo plástico. A pressão de trabalho foi de 50 PSI para a vazão de 100 L ha<sup>-1</sup>. Assim, os produtos foram aplicados nas seguintes doses dos ingredientes ativos (comercial): thiametoxam 100 g i.a. ha<sup>-1</sup> (0,4 kg p.c. ha<sup>-1</sup>), glifosato 192 g i.a. ha<sup>-1</sup> (0,4 L p.c. ha<sup>-1</sup>), trinexapaque-etílico 200 g i.a. ha<sup>-1</sup> (0,8 L p.c. ha<sup>-1</sup>) e sulfometuron-methyl 15 g i.a. ha<sup>-1</sup> (20 g p.c. ha<sup>-1</sup>).

Em Olímpia (SP) os maturadores foram aplicados em 05/03/2008 e 13/03/2009, com respectivas colheitas em 14/04/2008 e 22/04/2009; o bioativador (thiametoxam) foi aplicado em 18/06/2008. Em Igarapu do Tietê (SP) os maturadores foram aplicados em 10/03/2008, 11/03/2009, 09/03/2010 e 10/03/2011, com respectivas colheitas em 18/04/2008, 20/04/2009, 19/04/2010 e 19/04/2011; o bioativador foi aplicado em 23/06/2008, 03/07/2009 e 01/07/2010. Em Macatuba (SP) os maturadores foram aplicados em 30/10/2008, 02/11/2009 e 29/10/2010, com respectivas colheitas em 09/12/2008, 11/12/2009 e 08/12/2010; o bioativador foi aplicado em 17/02/2009 e 19/02/2010.

## **5.5 Avaliações**

### **5.5.1 Variáveis tecnológicas**

Para realizar as análises tecnológicas, realizou-se coleta de 20 colmos em cada unidade experimental, 40 dias após a aplicação dos maturadores (DAAM), dentro da área útil da parcela. Os colmos foram submetidos ao desponte na altura da gema apical (ponto de quebra) e posteriormente encaminhados para o Laboratório de Pagamento de Pureza Cana, de cada Usina, para serem processados segundo a metodologia do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (SPCTS), conforme atualizações semestrais da CONSECANA.

### 5.5.1.1 Pol cana

A Pol (PCC) representa a porcentagem aparente de sacarose contida numa solução de açúcares. Para o caldo de cana madura o teor de glicose e frutose é geralmente baixo, menor do que 0,5%, comparado ao teor de sacarose, que pode estar acima de 16 %, na média da safra, fazendo com que seu valor se aproxime bastante do teor real de sacarose, sendo normalmente aceito como tal. A sacarose, um dissacarídeo, é o principal parâmetro de qualidade tecnológica da cana-de-açúcar; refere-se ao açúcar diretamente cristalizável no processo de fabricação (FERNANDES, 2003).

Obtida através da fórmula PCC (Pol% cana) = Pol% caldo \* (1 - 0,01 \* Fibra) \* C, onde C = coeficiente de transformação da pol do caldo extraído em pol do caldo absoluto, calculado pela equação  $C = 1,0313 - 0,00575 * F$  (fibra).

### 5.5.1.2 Fibra

A fibra é a matéria insolúvel em água contida na cana. No colmo de cana, as fibras do parênquima são de estrutura mais frágil e fina, e formam as células isodiamétricas de estocagem do caldo de alto teor de sacarose (Fernandes, 2003). No sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose (PCTS) a fibra é estimada em função do peso de bagaço úmido da prensa. Determinada pelo método da prensa hidráulica, conforme determinado no Ato 13/83, de 21/04/1983 – IAA, citado por Mutton (1984) e atualizações semestrais do CONSECANA.  $F = 0,08 * PBU + 0,876$ , onde F é a Fibra cana e PBU refere-se ao peso do bagaço úmido da prensa, em gramas.

### 5.5.1.3 Pureza do caldo

A pureza reflete a porcentagem de sacarose contida nos sólidos solúveis, sendo denominada “pureza real”, entretanto quando esta determinação é realizada numa solução açucarada impura, diz-se “pureza aparente”. A pureza expressa quantos por cento dos sólidos solúveis (°Brix) são representados pela sacarose (pol) (Fernandes, 2003). Determinada através da seguinte relação:  $P$  (Pureza) = (Pol% caldo /Brix% caldo) x 100.

#### **5.5.1.4 Açúcares redutores cana**

Os açúcares redutores (AR) referem-se ao termo utilizado para designar os açúcares (monossacarídeos), glicose e frutose, principalmente. Os açúcares redutores são produtos precursores de cor no processo industrial, isto é, participam de reações que aumentam a cor do açúcar, depreciando a qualidade do produto. Durante a maturação da cana-de-açúcar, à medida que o teor de sacarose se eleva os açúcares redutores decrescem de aproximadamente 2,0% para valores abaixo de 0,5%, entre março/abril e setembro/outubro no Hemisfério Sul, podendo chegar a 0,2%. Esse comportamento torna importante a análise do teor de açúcares redutores para acompanhamento e julgamento da maturação, principalmente nos primeiros meses de safra (Fernandes, 2003). Os açúcares redutores (AR) por cento cana foram determinados pela equação  $ARC (AR\% \text{ cana}) = AR * (1 - 0,01 * F) * C$ , onde C foi descrito anteriormente, F refere-se à fibra cana e AR aos açúcares redutores do caldo. O AR pode ser calculado pela fórmula:  $AR\% \text{ caldo} = 3,641 - 0,0343 * P$ , onde P trata-se da pureza aparente do caldo, expressa em porcentagem.

#### **5.5.2 Variáveis biométricas**

##### **5.5.2.1 Número de colmos**

Foi determinado pela contagem dos colmos contidos em 6 m de duas fileiras centrais de plantas por ocasião da colheita (40 DAAM) e calculada para número de colmos por metro.

##### **5.5.2.2 Altura de plantas**

Foi determinada a altura média, por meio de medição de 20 colmos, por ocasião da colheita (40 DAAM), com régua graduada em metros, da distância entre o solo até a região auricular da folha +1.

### **5.5.3 Produtividade de colmos (TCH)**

A quantificação da produtividade de colmos foi realizada mediante pesagem dos seis sulcos (área útil) de cada parcela com célula de carga, sendo extrapolado para t colmos ha<sup>-1</sup>.

### **5.5.4 Produtividade de açúcar (TAH)**

Posteriormente ao cálculo da TCH, quantificou-se a produtividade de açúcar (t açúcar ha<sup>-1</sup>), multiplicando seu valor ao valor da Pol.

## **5.6 Análise Estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste LSD ( $p \leq 0,05$ ).

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1. Thiametoxam em cana-de-açúcar manejada com glifosato como maturador**

A aplicação de glifosato, independente das planas que receberam thiametoxam, proporcionou valores significativamente maiores de Pol cana, tanto nos experimento de início quanto nos de final de safra (TABELA 1). A aplicação de thiametoxam não alterou essa variável. Considerando-se, para industrialização da cana-de-açúcar, o teor mínimo de sacarose de 13 % (DEUBER, 1988), constatou-se que apenas no experimento em final de safra de 2009 (Macatuba-SP) os tratamentos controle e thiametoxam tiveram valores inferiores a este limite. Enquanto nos demais experimentos todos os tratamentos tiveram valores superiores a esse índice.

Sabendo-se que a Pol da cana é um indicativo da quantidade de sacarose na cana-de-açúcar, este parâmetro quando correlacionado com o Brix (teor de sólidos solúveis) e açúcares redutores (AR), permite uma estimativa do estágio ideal de maturação e pureza da cana-de-açúcar para obtenção de maior rendimento industrial (FERNANDES, 2003).

Esse resultado positivo do glifosato 40 dias após aplicação (DAA) foi observado em vários trabalhos (CASTRO et al., 2002; LEITE e CRUSCIOL, 2008; LEITE et al., 2009c, 2009d, SIQUEIRA, 2009).

Romero et al. (1998) relataram que quando se faz uso do glifosato como maturador é possível realizar um desponte mais alto, pois o produto incrementa significativamente a qualidade dos entrenós apicais da cana-de-açúcar, o que contribui para o incremento da produção da cana-de-açúcar (ROMERO et al., 1996, 1998a). No entanto, a aplicação de glifosato induz a um aumento significativo do conteúdo de sacarose em todas as seções do colmo, com o máximo incremento relativo na porção apical (ROMERO et al., 2003; SIQUEIRA, 2009; LEITE et al., 2010). Entretanto, deve ser ressaltado que os maturadores químicos favorecem o processo de maturação da cana-de-açúcar somente sob condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento vegetativo da cultura e tem baixa eficácia quando as plantas estão sob condições climáticas favoráveis ao processo de maturação natural, ou seja, redução da disponibilidade hídrica e/ou da temperatura.

Como o tiametoxam ativa várias reações fisiológicas como a expressão de proteínas e estas por sua vez interagem com vários mecanismos de defesa de estresses da planta, permitindo que ela enfrente melhor condições adversas (CASTRO et al., 2008; ALMEIDA et al, 2009; PEREIRA, 2010), não seria esperado que plantas que tenham recebido a aplicação deste produto tivesse maior teor de sacarose e/ou maturação precoce em relação as não tratadas (controle).

Os teores de fibra foram influenciados apenas nos experimentos de início de safra em Iguaraçu do Tietê (2009) e de final de safra em Macatuba (2010) (Tabela 1). Em início de safra todos os tratamentos proporcionaram valores superiores ao controle, enquanto que no de final de safra a aplicação de thiametoxam, acarretou em maiores valores de fibra. Quanto aos resultados de glifosato, Leite et al. (2009c, 2009d) e Siqueira (2009) também constataram que a aplicação do produto incrementou o teor de fibra nos colmos de

cana-de-açúcar. Outros autores também já fizeram o mesmo relato quando utilizaram glifosato ou outros maturadores (CASTRO et al., 2001; VIANA et al., 2008; LEITE et al., 2009a, 2010), porém nenhum discutiu a provável causa para esse efeito. Por outro lado, há vários relatos em que os maturadores não alteraram essa variável (GALDIANO, 2008; LEITE et al., 2008, 2009C; CASTRO et al., 2002; CAPUTO et al., 2007). Sobre o efeito do thiametoxam não foi encontrado nenhum relato quanto a sua influencia teor de fibra.

Quanto a Pureza do caldo, a aplicação de glifosato, nas plantas sem e com a aplicação thiametoxam, proporcionou valores superiores aos constatados no tratamentos controle e thiametoxam (Tabela 1). Esse resultado é atribuído ao fato da pureza ser calculada com base no Brix e na Pol do caldo. Assim, como a aplicação de glifosato aumentou a Pol, isto refletiu os dados de pureza (LEITE et al., 2009c, 2009d; SIQUEIRA, 2009).

A Pureza do caldo tem correlação com o processo de maturação da cana-de-açúcar, e recomenda-se níveis mínimos de 80 % para o início da safra e de 85% no decorrer da safra (VENTURINI FILHO & NOGUEIRA, 2005). Assim sendo, é possível afirmar que os resultados obtidos evidenciam que os colmos de todos os experimentos possuíam condições para serem processados, apesar dos valores de pol pouco abaixo de 13% em final de safra de 2009. Os teores de AR foram menores nos experimentos de início de safra, em Iguaraçu do Tietê (2009 e 2011), e de final de safra, em Macatuba (2009 e 2010), decorrente dos maiores valores de Pol proporcionados pela aplicação de glifosato (Tabela 1). Isso é reflexo do maior acúmulo de sacarose e diminuição do ritmo de desenvolvimento vegetativo, fazendo com que os teores de glicose e frutose, necessários para manter o metabolismo de crescimento das plantas, caíssem drasticamente (VILLEGAS & TORRES, 1993; ROMERO et al., 2000; LEITE ET AL., 2009c, 2009d; SIQUEIRA, 2009).

Os tratamentos influenciaram o número de colmos nos experimentos realizados em início de safra nos anos de 2009, em ambos locais, e em final de safra no ano de 2010 (Tabela 2). Nos anos supracitados, a aplicação de thiametoxam proporcionou maior número de colmos, diferindo dos demais tratamentos, enquanto que a aplicação de glifosato acarretou nos menores valores.

Pereira (2010) constatou que a aplicação de thiametoxam em cana-de-açúcar, via pulverização foliar, aumentou a área foliar, o comprimento das raízes, a espessura

do córtex das raízes, o diâmetro do cilindro vascular e o número de metaxilemas nos feixes vasculares em plantas jovens, melhorando a eficiência das raízes nas suas funções específicas, que são a de fixação, absorção e condução de água e nutrientes minerais.

Quando o thiametoxam foi aplicado nas plantas que receberam glifosato como maturador proporcionou maior número de colmos em relação ao tratamento exclusivo com o maturador (Tabela 2).

O thiametoxam pode ter aumentado o perfilhamento e/ou a sobrevivência de perfilhos após o período em que a rebrota é intensa, refletindo nos resultados constatados. É provável que o thiametoxam tenha atuado nos mecanismos de defesa de estresses da planta, permitindo que ela enfrentasse melhor condições adversas, no caso da possível fitotoxidez por glifosato, bem como proporcionado alterações morfofisiológicas, (aumento da espessura do córtex da raiz e cilindro vascular de número de metaxilemas nos feixes vasculares e síntese hormônios endógenos e altera a transcrição do DNA expressão genica, síntese de proteína da membrana e de enzimas metabólicas e nutrição mineral) que resultaram no maior número de colmos dentre todos os tratamentos (CASTRO et al., 2008; ALMEIDA et al, 2009; PEREIRA, 2010).

A altura de colmos foi influenciada pelos tratamentos nos mesmos experimentos comportamento semelhante aos demais experimentos (Tabela 2). Ficou evidente que o glifosato proporcionou os menores valores, com resultado semelhante ao tratamento controle no experimento em início de safra de 2011. Quando esse maturador é aplicado em condições favoráveis ao crescimento e desfavorável a maturação, constata-se esse efeito, pois o produto age na síntese de ácido indol acético (AIA), um regulador vegetal, reduzindo o ritmo de crescimento da planta, refletindo no acúmulo de sacarose (CASTRO et al., 2002; LEITE E CRUSCIOL, 2008; LEITE et al., 2009c, 2009d, SIQUEIRA, 2009).

**Tabela 1.** Pol cana, fibra, pureza e açúcares redutores em cana-de-açúcar que recebeu a aplicação de glifosato como maturador antes e após a aplicação de thiametoxam aos 60 dias após o início da rebrota da soqueira.

Tratamentos†	Início de safra				Final de safra.	
	Olímpia (SP)	Igaracú do Tiête (SP)			Macatuba (SP)	
	2009	2009	2010	2011	2009	2010
	<u>Pol (%)</u>					
Controle	14,6 b*	13,8 b	14,7 b	13,2 b	12,8 b	13,5 b
Thiametoxam (T)	14,7 b	13,2 b	14,4 b	13,0 b	12,6 b	13,0 b
Glifosato (G)	15,9 a	15,4 a	15,9 a	14,8 a	14,3 a	14,2 a
T + G	15,8 a	15,0 a	15,8 a	14,4 a	13,7 a	14,2 a
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,033</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>0,012</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>0,017</i>	<i>0,022</i>
	<u>Fibra (%)</u>					
Controle	12,0 a	10,8 b	12,4 a	11,8 a	13,6 a	13,3 b
Thiametoxam (T)	11,6 a	12,6 a	12,3 a	11,7 a	13,5 a	14,4 a
Glifosato (G)	12,3 a	11,8 a	12,5 a	12,1 a	14,0 a	13,2 b
T + G	12,2 a	12,2 a	12,3 a	12,0 a	14,1 a	14,2 a
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,084</i>	<i>0,041</i>	<i>0,096</i>	<i>0,152</i>	<i>0,127</i>	<i>0,038</i>
	<u>Pureza (%)</u>					
Controle	85,8 b	86,1 b	86,5 b	84,0 b	83,7 b	85,5 b
Thiametoxam (T)	86,1 b	85,3 b	86,0 b	83,6 b	83,3 b	85,1 b
Glifosato (G)	89,0 a	89,7 a	90,2 a	86,0 a	86,8 a	87,5 a
T + G	88,4 a	89,0 a	89,8 a	86,0 a	85,5 a	87,7 a
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,043</i>	<i>0,027</i>	<i>0,015</i>	<i>0,036</i>	<i>0,047</i>	<i>0,011</i>
	<u>AR (%)</u>					
Controle	0,52 a	0,56 a	0,49 a	0,57 a	0,60 a	0,57 a
Thiametoxam (T)	0,50 a	0,57 a	0,51 a	0,59 a	0,61 a	0,57 a
Glifosato (G)	0,48 a	0,50 b	0,46 a	0,50 b	0,54 b	0,50 b
T + G	0,48 a	0,51 b	0,46 a	0,51 b	0,55 b	0,50 b
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,093</i>	<i>0,045</i>	<i>0,099</i>	<i>0,037</i>	<i>0,046</i>	<i>0,022</i>

†Controle: parcelas sem aplicação de glifosato e de thiametoxam antes e durante o período experimental; Thiametoxam: aplicado todos os anos aos 60 dias após o início da brotação da soqueira nas mesmas parcelas, porém sem histórico de aplicação de glifosato e do próprio produto anteriormente; Glifosato: aplicado todos os anos 40 dias antes da colheita e uma safra antes nas mesmas parcelas; Thiametoxam + Glifosato: idem aos manejos supracitados. \*Médias seguidas da mesma letras não diferem pelo teste LSD ( $p \leq 0,05$ ).

A produtividade de colmos também foi influenciada pelos tratamentos nos mesmos anos das variáveis número e altura de colmos (Tabela 2). A aplicação de glifosato como maturador de forma sucessiva desde a primeira soqueira acarretou em menor produtividade de colmos, diferindo dos demais tratamentos. Esse resultado foi consequência, principalmente, do menor número de colmos por metro. Leite e Crusciol (2008) também constataram que a aplicação sucessiva de glifosato como maturador por dois ciclos proporcionou menor produtividade de colmos em relação ao tratamento controle, decorrente da menor brotação da soqueira. Entretanto, Siqueira (2010) trabalhando com uma das variedades do e com mesma dose presente trabalho, constatou totalmente o contrário, ou seja, maior produtividade de colmos e de açúcar quando da utilização de glifosato como maturador, mesmo quando foi aplicado sucessivamente por duas safras, provavelmente um possível efeito hormótico, definido como efeito estimulante de pequenas doses de substâncias, as quais em doses maiores são inibitórias (MESCHEDE et al., 2007; CARBONARI et al., 2007a, 2007b; SILVA et al., 2009).

A aplicação de thiametoxam proporcionou a maior produtividade de colmos (Tabela 2) em três experimentos, sendo Olímpia, Iguaraçu do Tietê (2011) e Macatuba (2010). No entanto, quando o bioativador foi aplicado nas plantas, que sucessivamente receberam glifosato como maturador, proporcionou maior produtividade em relação ao tratamento com apenas aplicação de glifosato, consequência, principalmente, do maior número de colmos por metro.

Segundo Castro (2006) a aplicação de thiametoxam ativa a transcrição e repressão/expressão de determinados genes nas plantas, promovendo a ação de enzimas metabólicas e proteínas de membrana que favorece a absorção de água e nutrientes, levando a incrementos na produtividade. Além disso, ativa várias reações fisiológicas como a expressão de proteínas e estas por sua vez interagem com vários mecanismos de defesa de estresses da planta, permitindo que ela enfrente melhor condições adversas (CASTRO et al., 2008; SILVA et al., 2009; PEREIRA, 2010).

**Tabela 2.** Número de colmos, altura de colmo, produtividades de colmos e de açúcar em cana-de-açúcar que recebeu a aplicação de glifosato como maturador antes e após a aplicação de thiametoxam.

Tratamentos†	Início de safra				Final de safra	
	Olímpia (SP)	Igarapé do Tiête (SP)			Macatuba (SP)	
	2009	2009	2010	2011	2009	2010
	<u>Nº colmos m<sup>-1</sup></u>					
Controle	16,7 b*	11,0 b	8,5 a	12,5 b	11,5 a	10,8 b
Thiametoxam (T)	18,2 a	12,6 a	9,0 a	13,9 a	11,5 a	12,0 a
Glifosato (G)	13,8 d	10,2 c	8,8 a	10,2 d	12,2 a	9,5 c
T + G	15,2 c	11,3 b	8,5 a	11,4 c	11,8 a	10,7 b
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,021</i>	<i>0,045</i>	<i>0,156</i>	<i>0,037</i>	<i>0,124</i>	<i>0,025</i>
	<u>Altura (m)</u>					
Controle	2,36 b	2,43 ab	2,33 a	2,15 b	2,36 a	2,30 a
Thiametoxam (T)	2,56 a	2,50 a	2,31 a	2,37 a	2,40 a	2,28 a
Glifosato (G)	2,14 c	2,27 b	2,32 a	1,92 b	2,20 a	2,05 b
T + G	2,24 bc	2,29 ab	2,31 a	2,13 ab	2,27 a	2,15 ab
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,012</i>	<i>0,027</i>	<i>0,092</i>	<i>0,038</i>	<i>0,088</i>	<i>0,044</i>
	<u>TCH (t ha<sup>-1</sup>)</u>					
Controle	102 b	118 a	106 a	111 b	69 a	81 b
Thiametoxam (T)	111 a	120 a	112 a	119 a	71 a	87 a
Glifosato (G)	90 c	102 c	111 a	101 c	68 a	74 c
T + G	100 b	110 b	108 a	109 b	69 a	80 b
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,048</i>	<i>0,040</i>	<i>0,111</i>	<i>0,049</i>	<i>0,138</i>	<i>0,048</i>
	<u>TPH (t ha<sup>-1</sup>)</u>					
Controle	14,9 b	16,3 ab	15,6 b	14,6 b	8,8 b	10,9 ab
Thiametoxam (T)	16,3 a	15,8 ab	16,1 b	15,4 a	8,9 b	11,3 a
Glifosato (G)	14,3 b	1,7 b	17,6 a	14,9 ab	9,7 a	10,5 b
T + G	15,8 a	16,5 a	17,1 a	15,7 a	9,6 a	11,4 a
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,040</i>	<i>0,047</i>	<i>0,031</i>	<i>0,029</i>	<i>0,043</i>	<i>0,016</i>

†Controle: parcelas sem aplicação de glifosato e de thiametoxan antes e durante o período experimental; Thiametoxan: aplicado todos os anos aos 60 dias após o início da brotação da soqueira nas mesmas parcelas, porém sem histórico de aplicação de glifosato e do próprio produto anteriormente; Glifosato: aplicado todos os anos 40 dias antes da colheita e uma safra antes nas mesmas parcelas; Thiametoxan + Glifosato: idem aos manejos supracitados. \*Médias seguidas da mesma letras não diferem pelo teste LSD ( $p \leq 0,05$ ).

A produtividade de açúcar (Tabela 2) foi reflexo do produto da multiplicação dos teores de Pol (Tabela 1) pela produtividade de colmos (Tabela 2). Assim, houve efeito dos tratamentos em todos os anos (Tabela 2), e a aplicação de thiametoxam nas plantas, que receberam sucessivamente a aplicação do maturador, proporcionou as maiores produtividades de açúcar, porém em nenhum dos anos não foi o único tratamento a incrementar a produtividade de açúcar.

A aplicação apenas de glifosato esteve entre os tratamentos que proporcionou as maiores produtividade de açúcar em duas das seis avaliações (Tabela 2), resultado decorrente da menor produtividade de colmos nessas avaliações (Tabela 2), um vez que em todas as avaliações o maturador proporcionou teores de Pol maiores que os tratamentos controle e thiametoxam (Tabela 1).

## **6.2. Thiametoxam em cana-de-açúcar manejada com trinexapaque-etílico como maturador**

Assim como verificado para os experimentos com glifosato (Tabela 1), a aplicação de trinexapaque-etílico, tanto em plantas que não quanto nas que receberam thiametoxam, proporcionou valores significativamente maiores de Pol cana em todos os anos (Tabela 3). O efeito maturador desse produto já foi relatado em vários trabalhos (LEITE et al., 2008, 2009a, 2009b, 2011b; SIQUEIRA, 2009). Contudo, a aplicação de maturadores proporcionará resultados positivos somente sob condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento vegetativo da cultura, diminuindo a eficácia a medida que as condições climáticas vão ficando favoráveis ao processo de maturação natural, que são redução da disponibilidade hídrica e/ou da temperatura. Nos experimentos conduzidos em início de 2011 e final de safra de 2009 os teores de Pol estavam abaixo do teor mínimo de sacarose (13 %) recomendado para industrialização da cana-de-açúcar (DEUBER, 1988).

A aplicação de thiametoxam não alterou a variável Pol, (Tabela 3), o que teoricamente, para colheita em início de safra, não seria esperado, pois ele atua em várias reações fisiológicas na planta, como ativação dos mecanismos de defesa de estresses, permitindo que ela enfrente melhor condições adversas (CASTRO el al., 2008; ALMEIDA et al, 2009; PEREIRA, 2010), sentindo menos a redução da disponibilidade hídrica e, portanto,

vegetando por mais tempo e, conseqüentemente, demorando para entrar em processo de acúmulo de sacarose.

Os teores de Fibra não foram influenciados pelos tratamentos em todos os experimentos (Tabela 3). Siqueira (2009) constatou que a aplicação de trinexapaque-etílico aumentou os teores de fibra da cana-de-açúcar, porém sem explicar o resultado, enquanto outros autores não fizeram a mesma constatação com esse princípio ativo (LEITE et al., 2008, 2009b), bem como com outras moléculas (GALDIANO, 2008; LEITE ET AL., 2009C; CASTRO ET AL., 2002; CAPUTO et al., 2008).

Quanto ao efeito do thiametoxam, como já mencionado anteriormente, não foi encontrado nenhum relato quanto a sua influencia do teor de fibra (Tabela 3).

Quanto a Pureza do caldo, a aplicação de trinexapaque-etílico, nas plantas sem e com thiametoxam, proporcionou valores superiores aos constatados no tratamentos controle e thiametoxam (Tabela 3).

Como a pureza é calculada com base no Brix e na Pol do caldo, normalmente o incremento da Pol reflete em aumento da pureza, o que também foi constatado por outros autores com a aplicação de trinexapaque-etílico (LEITE et al., 2008, 2009b; SIQUEIRA, 2009). Independentemente do efeito dos tratamentos, apesar dos colmos de todos os experimentos possuírem o nível mínimo de pureza (80%) para serem processados (Filho e Nogueira, 2005), os teores de pol, nos tratamentos controle e thiametoxam, dos experimentos conduzidos em início de 2011 e final de safra de 2009, estavam abaixo do recomendado para beneficiamento comercial.

A aplicação de trinexapaque-etílico, nas plantas sem e com thiametoxam, em todos os experimentos, reduziu os teores de AR (Tabela 3) no caldo. Isso foi reflexo do maior acúmulo de sacarose e redução dos níveis de glicose e frutose, decorrente da diminuição do ritmo de crescimento das plantas. O número de colmos foi influenciado pelos tratamentos nos experimentos realizados em início de safra nos anos de 2009, em ambos locais, e 2011, e em final de safra no ano de 2010 (Tabela 4). Nesses anos, a aplicação de thiametoxam, tanto em plantas que não receberam a aplicação de trinexapaque-etílico (controle) quanto nas que receberam o maturador, proporcionou maior número de colmos, diferindo dos demais tratamentos.

**Tabela 3.** Pol cana, fibra, pureza e açúcares redutores em cana-de-açúcar que recebeu a aplicação de trinexapaque-etílico como maturador antes e após a aplicação de thiametoxam aos 60 dias após o início da rebrota da soqueira.

Tratamentos†	Início de safra				Final de safra		
	Olímpia (SP)	Igaraçu do Tiête (SP)			Macatuba (SP)		
	2009	2009	2010	2011	2009	2010	
			<u>Pol (%)</u>				
Controle	14,4 b*	14,2 b	14,5 b	11,5 b	11,9 b	13,0 b	
Thiametoxam (T)	14,4 b	14,1 b	14,2 b	11,7 b	12,1 b	13,2 b	
Trinexapaque-etílico (E)	15,6 a	15,9 a	15,6 a	13,0 a	13,5 a	14,3 a	
T + E	15,4 a	15,4 a	15,7 a	13,1 a	13,2 a	14,5 a	
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,015</i>	<i>0,011</i>	<i>0,023</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>0,049</i>	<i>0,037</i>	
			<u>Fibra (%)</u>				
Controle	12,3 a	12,0 a	12,3 a	11,0 a	13,2 a	14,5 a	
Thiametoxam (T)	12,0 a	12,2 a	12,5 a	10,8 a	13,1 a	14,4 a	
Trinexapaque-etílico (E)	12,5 a	12,0 a	12,4 a	11,4 a	13,6 a	14,8 a	
T + E	11,9 a	12,5 a	12,7 a	11,6 a	13,9 a	14,9 a	
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,158</i>	<i>0,203</i>	<i>0,338</i>	<i>0,174</i>	<i>0,150</i>	<i>0,189</i>	
			<u>Pureza (%)</u>				
Controle	87,2 b	86,8 b	86,8 b	80,8 b	82,2 b	85,6 b	
Thiametoxam (T)	87,3 b	87,1 b	87,0 b	80,9 b	82,6 b	85,4 b	
Trinexapaque-etílico (E)	89,5 a	90,1 a	89,2 a	85,1 a	85,7 a	87,9 a	
T + E	89,2 a	89,5 a	89,6 a	85,4 a	85,9 a	88,8 a	
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,048</i>	<i>0,036</i>	<i>0,044</i>	<i>0,025</i>	<i>0,021</i>	<i>0,039</i>	
			<u>AR (%)</u>				
Controle	0,51 a	0,51 a	0,52 a	0,70 a	0,61 a	0,58 a	
Thiametoxam (T)	0,50 a	0,53 a	0,53 a	0,74 a	0,63 a	0,58 a	
Trinexapaque-etílico (E)	0,45 b	0,45 b	0,46 b	0,58 b	0,54 b	0,50 b	
T + E	0,45 b	0,47 b	0,45 b	0,56 b	0,55 b	0,51 b	
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,012</i>	<i>0,023</i>	<i>0,014</i>	<i>0,037</i>	<i>0,049</i>	<i>0,042</i>	

†Controle: parcelas sem aplicação de trinexapaque-etílico e de thiametoxan antes e durante o período experimental; Thiametoxan: aplicado todos os anos aos 60 dias após o início da brotação da soqueira nas mesmas parcelas, porém sem histórico de aplicação de trinexapaque-etílico e do próprio produto anteriormente; Trinexapaque-etílico: aplicado todos os anos 45 dias antes da colheita e uma safra antes nas mesmas parcelas; Thiametoxan + Trinexapaque-etílico: idem aos manejos supracitados. \*Médias seguidas da mesma letras não diferem pelo teste LSD ( $p \leq 0,05$ ).

Isso deve ser consequência dos efeitos do thiametoxam em cana-de-açúcar, uma vez que pode aumentar a área foliar, o comprimento das raízes, a espessura do córtex das raízes, o diâmetro do cilindro vascular e o número de metaxilemas nos feixes vasculares em plantas jovens, melhorando a eficiência das raízes nas suas funções específicas, que são a de fixação, absorção e condução de água e nutrientes minerais (Pereira, 2010), o que pode estar refletindo em maior sobrevivência de perfilhos, e consequente, em um maior número de colmos na colheita.

Há relatos que o thiametoxam atua nos mecanismos de defesa de estresses da planta, permitindo que enfrentem melhores condições adversas, bem como proporciona alterações morfofisiológicas que podem resultar em melhor desenvolvimento (CASTRO et al., 2008; ALMEIDA et al., 2009; PEREIRA, 2010).

No presente trabalho todos os experimentos foram conduzidos em condições de campo sem suplementação hídrica, ficando as plantas sujeitas às alterações climáticas, tanto de temperatura quanto de disponibilidade hídrica, que pode ter ocorrido estresse de pequena e grande intensidade, bem como de curta e longa duração (Figura 1 e 2), na qual o thiametoxam pode ter agido na redução desses estresses abióticos.

Nos experimentos de início de safra em Olímpia (2009) e de final de safra em Macatuba (2010), o tratamento controle foi o que teve menor número de colmos, inferior ao tratamento com apenas trinexapaque-etílico (Tabela 4). LEITE (2005) e SIQUEIRA (2009) constataram maior brotação da soqueira proveniente de cana-de-açúcar que havia recebido a aplicação trinexapaque-etílico como maturador, diferindo do tratamento controle, e na colheita da safra sucedânea LEITE (2009) constatou maior número de colmos.

Assim, como os dois princípios ativos tem potencial de aumentar o número de colmos, em um experimento, em Olímpia, foi constatado um provável efeito sinérgico dos princípios ativos, no qual o tratamento com aplicação de thiametoxam em plantas que recebiam trinexapaque-etílico proporcionou o maior resultado, diferindo dos tratamentos exclusivos com apenas um ou outro princípio ativo.

A altura de colmos foi influenciada pelos tratamentos em apenas três experimentos, Olímpia (2009), Igarapu do Tietê (2009) e Macatuba (2010) (Tabela 4). Nesses experimentos ficou evidente que o trinexapaque-etílico proporcionou valores inferiores ao tratamento com apenas thiametoxam. Quando esse maturador é aplicado em condições

favoráveis ao crescimento e desfavorável à maturação, eventualmente constata-se esse efeito, pois atua no crescimento e divisão celular, inibindo a síntese de formas ativas do ácido giberélico, reduzindo a produção dessas (LEITE, 2005; SIQUEIRA, 2009).

A produtividade de colmos também foi influenciada pelos tratamentos nos mesmos anos da variável número de colmos (Tabela 4). A aplicação de thiametoxam, tanto em plantas que não receberam a aplicação de trinexapaque-etílico quanto nas que receberam o maturador, proporcionou maior produtividade de colmos, diferindo dos demais tratamentos. Castro (2006) relatou que o incremento na produtividade das culturas decorrente da aplicação de thiametoxam deve-se a ativação da transcrição e repressão/expressão de determinados genes nas plantas, promovendo a ação de enzimas metabólicas e proteínas de membrana que favorecem a absorção de água e nutrientes.

Ainda nessa localidade, o uso sucessivo de trinexapaque-etílico refletiu em maior produtividade de colmos em relação ao tratamento controle, provavelmente em decorrência dos resultados de número de colmos.

A produtividade de açúcar (Tabela 4) foi afetada pelos tratamentos em todos os experimentos, uma vez que essa variável é dependente do produto da multiplicação dos teores de Pol (Tabela 3) pela produtividade de colmos (Tabela 4).

O efeito sinérgico, dessas moléculas, constatado para número de colmos em Olímpia, refletiu na produtividade de colmos, sendo o valor superior aos demais tratamentos (Tabela 4). Com exceção do experimento de final de safra de 2010, nos demais a aplicação de trinexapaque-etílico proporcionou maiores produtividades de açúcar em relação ao tratamento controle, corroborando com os resultados obtidos por LEITE et al. (2009b).

**Tabela 4.** Número de colmos, altura de colmo, produtividades de colmos e de açúcar em cana-de-açúcar que recebeu a aplicação de trinexapaque-etílico como maturador antes e após a aplicação de thiametoxam aos 60 dias após o início da rebrota da soqueira.

Tratamentos†	Início de safra				Final de safra	
	Olímpia (SP)	Igaracú do Tiête (SP)		Macatuba (SP)		
	2009	2009	2010	2011	2009	2010
	Nº colmos m <sup>-1</sup>					
Controle	16,2 d*	11,2 b	9,0 a	12,0 b	12,5 a	10,1 c
Thiametoxam (T)	18,4 b	13,6 a	9,0 a	14,5 a	12,0 a	13,8 a
Trinexapaque-etílico (E)	17,0 c	11,8 b	9,5 a	12,5 b	11,5 a	11,7 b
T + E	19,8 a	13,4 a	9,2 a	14,7 a	11,5 a	13,5 a
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,009</i>	<i>0,015</i>	<i>0,227</i>	<i>0,029</i>	<i>0,163</i>	<i>0,024</i>
	Altura (m)					
Controle	2,39 ab	2,43 ab	2,45 a	2,33 a	2,31 a	2,32 ab
Thiametoxam (T)	2,45 a	2,50 a	2,56 a	2,37 a	2,36 a	2,45 a
Trinexapaque-etílico (E)	2,04 c	2,24 b	2,38 a	2,26 a	2,22 a	2,20 b
T + E	2,25 b	2,28 b	2,44 a	2,27 a	2,30 a	2,28 b
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,049</i>	<i>0,042</i>	<i>0,188</i>	<i>0,202</i>	<i>0,156</i>	<i>0,033</i>
	TCH (t ha <sup>-1</sup> )					
Controle	99 d	117 b	108 a	111 b	72 a	82 c
Thiametoxam (T)	116 b	128 a	107 a	120 a	71 a	104 a
Trinexapaque-etílico (E)	108 c	116 b	110 a	109 b	70 a	79 c
T + E	123 a	124 a	110 a	119 a	70 a	94 b
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,003</i>	<i>0,026</i>	<i>0,515</i>	<i>0,020</i>	<i>0,778</i>	<i>0,001</i>
	TPH (t ha <sup>-1</sup> )					
Controle	14,3 c	16,6 b	15,7 b	12,8 c	8,6 b	10,7 b
Thiametoxam (T)	16,7 b	18,0 a	15,2 b	14,0 bc	8,6 b	13,7 a
Trinexapaque-etílico (E)	16,8 b	18,4 a	17,2 a	14,2 b	9,4 a	11,3 b
T + E	18,9 a	19,1 a	17,3 a	15,6 a	9,2 ab	13,6 a
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,050</i>	<i>0,034</i>	<i>0,039</i>	<i>0,041</i>	<i>0,047</i>	<i>0,044</i>

†Controle: parcelas sem aplicação de trinexapaque-etílico e de thiametoxan antes e durante o período experimental; Thiametoxan: aplicado todos os anos aos 60 dias após o início da brotação da soqueira nas mesmas parcelas, porém sem histórico de aplicação de trinexapaque-etílico e do próprio produto anteriormente; Trinexapaque-etílico: aplicado todos os anos 45 dias antes da colheita e uma safra antes nas mesmas parcelas; Thiametoxan + Trinexapaque-etílico: idem aos manejos supracitados. \*Médias seguidas da mesma letras não diferem pelo teste LSD ( $p \leq 0,05$ ).

### **6.3 Thiametoxam em cana-de-açúcar manejada com sulfometuron-methyl como maturador**

A aplicação de sulfometuron-methyl, tanto em plantas que não quanto nas que receberam thiametoxam, proporcionou valores significativamente maiores de Pol cana em todos os anos (Tabela 5), corroborando com os resultados obtidos por outros autores (CASTRO et al., 1996; FERNANDES et al., 2002; ALMEIDA et al., 2003; CAPUTO et al., 2007; LEITE et al., 2009c, 2009d; SIQUEIRA, 2009). Os teores de Pol ficaram abaixo 13 %, considerado mínimo para industrialização da cana-de-açúcar (Deuber, 1988), nos experimentos conduzidos em início de safra de 2011 e em final de safra de 2009. Quanto a aplicação de thiametoxam, não foi constatado nenhum efeito sobre o teor de sacarose.

É provável que essa molécula não altere essa variável, uma vez que ela atua em reações fisiológicas na planta, aumentando a absorção de água e nutrientes, portanto, o crescimento, altura, desenvolvimento e acúmulo de sacarose, além de ativar mecanismos anti-estresses, permitindo que ela enfrente melhor condições adversas (CASTRO et al., 2008; ALMEIDA et al., 2009; PEREIRA, 2010). Os teores de Fibra não foram influenciados pelos tratamentos em todos os experimentos (Tabela 5). Quanto ao efeito do sulfometuron-methyl no teor de fibra da cana-de-açúcar, os resultados são bem divergentes, pois já foi encontrado que a molécula promove aumento (SIQUEIRA, 2009), redução (LEITE et al., 2009c) e que não altera esta variável (LEITE et al., 2009d), confirmando os resultados obtidos no presente trabalho. Quanto ao thiametoxam, não há relato sobre a influência desse princípio ativo no teor de fibra da cana-de-açúcar.

Os teores de Pureza do caldo foram maiores com a aplicação de sulfometuron-methyl, tanto nas plantas sem e quanto nas que receberam thiametoxam (Tabela 5), corroborando com os resultados obtidos por outros autores (LEITE et al., 2009c, 2009d; SIQUEIRA, 2009) quando trabalharam com o mesmo maturador.

Apesar dos valores de pureza terem ficados acima de 80%, que segundo Filho & Nogueira (2005) o mínimo para processamento da matéria prima, os teores de Pol dos tratamentos controle e thiametoxam, dos experimentos conduzidos em início de 2011 e final de safra de 2009, estiveram abaixo de 13%, como já relatado.



Os teores de AR, em todos os experimentos, foram menores nos tratamentos que receberam a aplicação de sulfometuron-methyl (Tabela 5), como consequência dos maiores valores de Pol, corroborando com os resultados obtidos por LEITE et al. (2009c, 2009d) e SIQUEIRA (2009).

O sulfometuron-methyl age inibindo a atividade da enzima ALS (acetolactato sintase), na rota de síntese dos aminoácidos ramificados (valina, leucina e isoleucina), interferindo na síntese protéica, no balanço hormonal e na síntese de DNA, o que implica na paralisação do crescimento (RIZZARD et al., 2004) e, conseqüentemente na redução dos teores de glicose e frutose e no incremento de sacarose (Pol).

O número de colmos foi influenciado pelos tratamentos nos experimentos realizados em início de safra nos anos de 2009 (Olímpia) e 2011 (Iguaraçu do Tietê) e em final de safra de 2010 (Tabela 6).

Nesses anos, a aplicação de thiametoxam, tanto em plantas que não receberam a aplicação de sulfometuron-methyl (controle) quanto nas que receberam, proporcionou maior número de colmos, provavelmente essa molécula deve ter estimulado o perfilhamento, diferindo dos demais tratamentos. Mediante os resultados obtidos por outros autores com sulfometuron-methyl (LEITE e CRUSCIOL, 2008; SIQUEIRA, 2009), é possível constatar que esse maturador não interfere na brotação da soqueira bem como no número de colmos, conforme verificado no presente trabalho.

Quanto ao efeito do thiametoxam, Pereira (2010) relata que os produtores de cana-de-açúcar tem relatado que após aplicação deste princípio ativo as plantas apresentavam maior vigor e desenvolvimento. Segundo esse autor o thiametoxam pode aumentar a área foliar, o comprimento das raízes, a espessura do córtex das raiz, o diâmetro do cilindro vascular e o número de metaxilemas nos feixes vasculares em plantas, melhorando a fixação das raízes, a absorção e a condução de água e nutrientes minerais, podendo refletir em maior perfilhamento e conseqüentemente em maior número de colmos na colheita.

**Tabela 6.** Número de colmos, altura de colmo, produtividades de colmos e de açúcar em cana-de-açúcar que recebeu a aplicação de sulfometuron-methyl como maturador antes e após a aplicação de thiametoxam aos 60 dias após o início da rebrota da soqueira.

Tratamentos†	Início de safra				Final de safra	
	Olímpia (SP)	Igaracú do Tiête (SP)			Macatuba (SP)	
	2009	2009	2010	2011	2009	2010
	Nº colmos m <sup>-1</sup>					
Controle	15,5 b*	11,2 a	9,1 a	12,4 b	11,4 a	11,0 b
Thiametoxam(T)	18,5 a	12,0 a	9,6 a	14,3 a	11,8 a	13,2 a
Sulfometuron-methyl(S)	15,8 b	11,2 a	9,4 a	12,6 b	11,5 a	11,1 b
T + S	18,0 a	11,2 a	9,5 a	14,2 a	11,8 a	12,6 a
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,021</i>	<i>0,172</i>	<i>0,198</i>	<i>0,044</i>	<i>0,168</i>	<i>0,016</i>
	Altura (m)					
Controle	2,38 b	2,47 a	2,37 a	2,53 b	2,36 a	2,40 b
Thiametoxam(T)	2,53 a	2,50 a	2,51 a	2,37 a	2,40 a	2,50 a
Sulfometuron-methyl(S)	2,22 c	2,40 a	2,34 a	2,25 c	2,32 a	2,28 c
T + S	2,40 b	2,44 a	2,40 a	2,35 b	2,42 a	2,39 b
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,047</i>	<i>0,154</i>	<i>0,139</i>	<i>0,042</i>	<i>0,176</i>	<i>0,049</i>
	TCH (t ha <sup>-1</sup> )					
Controle	109 b	114 a	114 a	112 b	73 a	83 b
Thiametoxam(T)	120 a	115 a	118 a	123 a	75 a	96 a
Sulfometuron-methyl(S)	108 b	110 a	113 a	111 b	71 a	84 b
T + S	116 a	113 a	117 a	121 a	73 a	93 a
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,050</i>	<i>0,127</i>	<i>0,140</i>	<i>0,048</i>	<i>0,131</i>	<i>0,032</i>
	TPH (t ha <sup>-1</sup> )					
Controle	15,5 c	15,6 b	16,4 b	13,9 c	9,0 b	11,1 c
Thiametoxam(T)	16,8 b	15,6 b	16,6 b	15,0 b	9,2 b	12,5 b
Sulfometuron-methyl(S)	16,6 b	16,3 a	17,5 a	15,2 b	9,9 a	12,2 b
T + S	17,7 a	16,7 a	18,0 a	16,3 a	9,9 a	13,4 a
<i>Probabilidade de F</i>	<i>0,028</i>	<i>0,030</i>	<i>0,019</i>	<i>0,006</i>	<i>0,037</i>	<i>0,035</i>

†Controle: parcelas sem aplicação de sulfometuron-methyl e de thiametoxam antes e durante o período experimental; Thiametoxam: aplicado todos os anos aos 60 dias após o início da brotação da soqueira nas mesmas parcelas, porém sem histórico de aplicação de sulfometuron-methyl e do próprio produto anteriormente; Sulfometuron-methyl: aplicado todos os anos 45 dias antes da colheita e uma safra antes nas mesmas parcelas; Thiametoxam + Sulfometuron-methyl: idem aos manejos supracitados.

\*Médias seguidas da mesma letras não diferem pelo teste LSD ( $p \leq 0,05$ )

Os tratamentos influenciaram a altura de colmos, nos mesmos experimentos constatados para número de colmos (Tabela 6). Nesses experimentos o sulfometuron-methyl proporcionou valores inferiores aos demais tratamentos.

Quando esse maturador é aplicado, em condições edafoclimáticas favoráveis ao crescimento, constata-se esse efeito (LEITE e CRUSCIOL, 2008; SIQUEIRA, 2009), pois ele atua inibindo a síntese de aminoácidos ramificados (valina, leucina e isoleucina), interferindo no balanço hormonal, o que implica na paralisação do crescimento (RIZZARD et al., 2004). Por outro lado a aplicação exclusivamente de thiametoxam proporcionou os maiores valores, diferindo dos demais tratamentos, e quando ele foi aplicado nas plantas que receberam o maturador antes e depois da sua aplicação acarretou em plantas maiores que o tratamento com apenas sulfometuron-methyl, evidenciando seu efeito bioativador.

Produtividade de colmos também foi influenciada pelos tratamentos nos mesmos anos da variável número e altura de colmos (Tabela 6). A aplicação de thiametoxam, tanto em plantas que não receberam a aplicação de sulfometuron-methyl quanto nas que receberam o maturador, proporcionou maior produtividade de colmos, diferindo dos demais tratamentos.

Esse resultado foi um reflexo dos constatados para as variáveis número e altura de colmos. Esse maior desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar, com maior produtividade, decorrente da aplicação de thiametoxam é explicada por Castro (2006) como sendo a consequência da ativação da transcrição e repressão/expressão de determinados genes nas plantas, que promovem a ação de enzimas metabólicas e proteínas de membrana, favorecendo a absorção de água e nutrientes quando este princípio ativo age no vegetal.

Além disso, essa molécula atua nos mecanismos de defesa de estresses das plantas, permitindo que enfrentem melhor condições adversas, bem como proporciona alterações morfofisiológicas que podem resultar em melhor desenvolvimento (CASTRO et al., 2008; Almeida et al, 2009; Pereira, 2010). A aplicação de sulfometuron-methyl não afetou a produtividade de colmos quando comparado com o tratamento controle, corroborando com os resultados de LEITE & CRUSCIOL (2008), CAPUTO et al. (2007) e LEITE et al. (2009c, 2009d).

Como a produtividade de açúcar é dependente do produto da multiplicação dos teores de Pol (Tabela 5) pela produtividade de colmo (Tabela 4), essa variável foi afetada pelos tratamentos em todos os experimentos (Tabela 6). Dessa forma, a aplicação de sulfometuron methyl proporcionou valores superiores ao controle em todos os experimentos.

O thiametoxam proporcionou maior produtividade de açúcar, em relação ao tratamento controle, em três experimentos (Olímpia, Igarapu do Tietê em 2011 e Macatuba em 2010), em decorrência da maior produtividade de colmos (Tabela 6), pois os teores de Pol entre estes dois tratamentos foram próximos (Tabela 5).

Contudo, quando o thiametoxam foi aplicado em plantas que receberam maturador as produtividades de açúcar foram ainda maiores, diferindo dos demais tratamentos, notadamente nos experimentos em início de safra em Olímpia e Igarapu do Tietê (2011) e em final de safra (2010).

## 7. CONCLUSÃO

O uso de thiametoxan não altera a qualidade industrial da cana-de-açúcar, porém pode aumentar o número de colmos e a altura da planta bem como a produtividade de colmos e de açúcar.

Em lavouras de cana-de-açúcar que recebem aplicação de maturadores em safras sucessivas, o uso de thiametoxam atenua o efeito residual depressivo do glifosato, e proporcionar produtividades maiores que o tratamento controle, tanto de colmos quanto de açúcar, em lavouras em que as plantas são manejadas com trinexapaque-etílico ou sulfometuron-methyl.

A utilização do glifosato como maturador em safras sucessivas pode reduzir o número de colmos e, conseqüentemente, a produtividade de colmos, apesar de proporcionou na maioria das vezes maior produtividade de açúcar.

O uso de trinexapaque-etílico como maturador em safras sucessivas pode aumentar o número de colmos, porém sem reflexo na produtividade de colmos.

O emprego de sulfometuron-methyl como maturador em safras sucessivas não interfere no número e na produtividade de colmos.

A aplicação de trinexapaque-etílico ou sulfometuron-methyl aumenta a produtividade de açúcar.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, J.C; CLAVIJO, J. Investigación agronômica em Colômbia. In: CLAVIJO, J (Coord). **Tiametoxam**: um nueva concepto em vigor y produtividade. Bogotá: Syngenta, 2008. p.41-91.

ACEVEDO, J.C; ZAMORA, H; CLAVIJO, J. Investigación bioquímica em Colombia. In: CLAVIJO, J (Coord). **Tiametoxam**: um nueva concepto em vigor y produtividade. Bogotá: Syngenta, 2008. p. 93-112.

ALMEIDA, J.C.V.; SANOMYA, R.; LEITE, C.F.; CASSINELLI, N.F. Eficiência agronômica de sulfometuron methyl como maturador na cultura da cana-de-açúcar. **STAB**, v.21, n.3, p.36-37, 2003.

ALMEIDA, A.S.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F. A.; PINHO, M.S. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p. 87-95, 2009.

CALAFIORI, M.A.; BARBIERI, A.A. Effects of seed treatment with insecticides on the germination, nutrients, nodulation, yield and pest control in bean (*Phaseolus vulgaris*.P) culture. **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.26, n.1, p.97-104, 2001.

CÂMARA, G.M.S.; OLIVEIRA, E.A.M. **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1993.242 p.

CARBONARI, C.A.; MESCHEDE, D.K.; VELINI, E.D. Efeitos da aplicação de glyphosate no crescimento inicial de mudas de eucalipto submetidas a dois níveis de adubação fosfatada. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE**, 1., 2007, Botucatu, SP. Anais... Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2007 a. v.1. 342p. p.68-70.

CARBONARI, C.A.; MESCHEDE, D.K.; VELINI, E.D.; GUERRINI, I.A. Acúmulo de fósforo em plantas de eucalipto de diferentes doses de glyphosate. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE**, 1., 2007, Botucatu, SP. Anais... Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2007b. v.1. 342p. p.76-78.

CAPUTO, M.M. **Indução da maturação por produtos químicos e sua consequência na qualidade tecnológica de diferentes genótipos de cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2006. 137p.

CAPUTO, M.M.; SILVA, M.A.; BEAUCLAIR, E.G.F.; GAVA, G.J.C. Acúmulo de sacarose, produtividade e florescimento de cana-de-açúcar sob reguladores vegetais. **Interciência**, v.32, n.12, p.834-840, Dec. 2007.

CASTRO, P.R.C.; DONADONI, P.C.I.; PAGGIARO, C.M.; WATANABE, S.; TAVARES, S.; PANINI, E.L. Afinidade do sulfometuron metil com adjuvantes. **STAB**, v.22, n.2, p.42-43, 2003.

CASTRO, P.R.C. Ação Comparada de maturadores em dois cultivares de cana-de-açúcar. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, v.73 p. 36-39. 1994.

CASTRO, P.R.C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALQ, Divisão de Biblioteca e Documentação, 2006. 46p. (Série Produtor Rural, 32).

CASTRO, G.S.A.; BOGIANI, J.C.; SILVA, M.G. da; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C.A. Tratamento de sementes de soja com inseticida e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**.v 43, n.10, p. 1311-1318, 2008.

CATANEO, A.C.; ANDRÉO, Y.; SEIFFERT, M.; BÚFALO, J.; FERREIRA, L.C. Ação do inseticida Cruiser sobre a germinação do soja em condições de estresse. In: **IV CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA**, 118, 2006, Londrina. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2006, p.26.

CIAGRO - Centro integrado de informações agrometeorológicas. Balanço hídrico análises anteriores. São Paulo: Disponível em < [www. http://www.ciiagro.sp.gov.br/](http://www.ciiagro.sp.gov.br/)> . Acesso em 25 de Junho, 2012.

CLAVIJO, J. (Ed). Thiametoxam: um nuevo concepto in vigor y produtividade. Bogotá. Syngenta. 1996 p.2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Previsão de safra 2012/2013 primeiro levantamento**. São Paulo: CONAB, 2021. Disponível em: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acesso em: 30 maio 2012.

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

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

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

FILHO, W.G.V.; NOGUEIRA, A.M.P. Aguardente de cana. **Disponível em: <<http://dgta.fca.unesp.br/docentes/waldemar/index.htm>>**. Acesso em: 27 mai. 2005.

GAZZONI, D.L (Coord) Thiametaxom: uma revolução na agricultura brasileira. São Paulo: Vozes, 2008. 342 p.

GALDIANO, L.C. **Qualidade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) submetida à aplicação de maturadores químicos**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal).Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, 2008. 45p.

GHELLER, A.C.A.; NASCIMENTO, R. do. Resultados da aplicação de maturadores vegetais em cana-de-açúcar, variedades RB72454 e RB 835486 na região de Araras, SP. 4ª Jornada Científica e IX Congresso de Iniciação Científica da Ufscar. **Resumos...** Universidade federal de São Carlos, Araras, SP, 2001.

LEITE, G.H.P. **Maturação induzida, alterações fisiológicas, produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2005. 141p.

LEITE, G.H.P.; CRUSCIOL, C.A.C. Reguladores vegetais no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.43, n.8, p.995-1001, ago. 2008.

LEITE, G.H.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; LIMA, G.P.P.; SILVA, M.A. Reguladores vegetais e atividade de invertases em cana-de-açúcar em meio de safra. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.718-725, mai-jun, 2009 a.

LEITE, G.H.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, M.A. Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar após aplicação de reguladores vegetais em meio de safra. **Seminário: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p.129-138, 2011 a.

LEITE, G.H.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, M.A.; LIMA, G.P.P. Atividade das enzimas invertases e acúmulo de sacarose em cana-de-açúcar sob efeito do nitrato de potássio, etefon e etil-trinexapac. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.35, n.4, p.649-656, 2011b.

LEITE, G.H.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, M.A.; VENTURINI FILHO, W.G. Reguladores vegetais e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em meio de safra. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.32, n.6, p.1843-1850, 2008.

LEITE, G.H.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, M.A.; VENTURINI FILHO, W.G.; SURIANO, A. Qualidade tecnológica, produtividade e margem de contribuição agrícola da cana-de-açúcar em função da aplicação de reguladores vegetais no início da safra. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.726-732, 2009b.

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, 2009c.

LEITE, G.H.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, M.A.; VENTURINI FILHO, W.G. Maturadores e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar variedade RB 855453 em início de safra. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.3, p.781-787, 2009 d.

LEITE, G.H.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SIQUEIRA, G.F.; SILVA, M.A. Qualidade tecnológica em diferentes porções do colmo e produtividade da cana-de-açúcar sob efeito de maturadores. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.4, p.861-870, 2010.

MAIENFISCH, P.; ANGST, M.; BRANDL, F.; FISCHER, W.; HOFER, D.; KAYSER, H.; KOBEL, W.; RINDLISBACHER, A.; SENN, R.; STEINEMANN, A.; WIDMER, H. Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. *Pest Manage. Scient.*, 2001. v. 57, p. 906-13.

MESCHEDE, D.K.; CARBONARI, C.A.; VELINI, E.D. Efeito de subdoses de glyphosate sobre o crescimento e desenvolvimento de *Commelia benghalensis*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu, SP. Anais... Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, 2007 a. v.1, p.65-67.

MESCHEDE, D.K. Efeito do glyphosate e sulfameturon-metyl na fisiologia da cana-de-açúcar. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2009. 76p.

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

OLIVEIRA, D.A. **Relatório de pesquisa com Sulfometurom Methil em ensaios preliminares**. Campinas, 1992. 23 p. (Relatório Final)

PEREIRA, M.A.; SILVA, F.M.L.; DUARTE, R.M.; CASTRO, P.R.C. Efeito de Tiametoxam e Fludioxonil no comprimento das raízes da batata. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABSTECIMENTO DE BATATA, 13.; 2007, Holambra. Resumo... Holambra. ENPAB, 2007. CD-ROM.

PEREIRA, M.A. **Tiametoxam em plantas de cana-de-açúcar, feijoeiro, soja, laranja e cafeeiro parâmetro de desenvolvimento e aspectos bioquímicos**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.2010.124p.

PONTIN, J.C. Avaliação de maturadores vegetais na cana-de-açúcar. **Álcool e Açúcar**, n.77, p.16-18, 1995.

RIZZARDI, M. A. et al. Glyphosate herbicide resistance in ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam). In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; BRAZILIAN SOYBEAN CONGRESS, 3., 2004, Foz do Iguaçu. Abstracts of contributed papers and posters. Foz do Iguaçu: Embrapa, 2004. v. 228. p. 94

ROMERO, E.R.; SCANDALIARIS, J.; OLEA, I.; DIAZ, H.; SOTILLO, S.; DURÁN, A. La maduración en caña de azúcar. II. El glifosato como madurador químico. **Av. Agroind.**, v.17, n.66, p.14-18, 1996.

ROMERO, E.R.; SCANDALIARIS, J.; RUFINO, M.; DURÁN, A.; DIAZ, F. Respuesta de la caña de azúcar a la aplicación de glifosato como madurador. I. Efectos en la calidad fabril e influencia de los factores ambientales. **Av. Agroind.**, v.19, n.74, p.7-10, 1998.

ROMERO, E.R.; SOTOMAYOR, L.; TONATTO, J.; ALONSO, L.; SCANDALIARIS, J.; NEME, M.F.L. Maduración química de los cañaverales: criterios y recomendaciones para implementar un programa de manejo. **Av. Agroind.**, v.24, n.1, p.10-14, 2003.

SILVA, M.A.; ARAGÃO, N.C.; BARBOSA, M.A.; JERONIMO, E.M.; CARLIN, S.D. Efeito osmótico de glyphosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. *Bragantia*, Campinas, v.68, n.4, p.973-978, 2009.

SIQUEIRA, G.F. Eficiência da mistura de glifosato a outros maturadores na cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2009. 88p.

VIATOR, B.J.; VIATOR, C.; JACKSON, W.; WAGUESPACK, H; RICHARD JR., E.P. Evaluation of potassium-based ripeners as an alternative to glifosato and the effects of 2,4-D on herbicidal cane ripening. *Sugar J.*, v.66, n.1, p.21, 2003.

União da Agroindústria Canavieira de São Paulo – UNICA. Cana-de-açúcar: produtos. Disponível em: [http://www.unica.com.br/pages/cana\\_produtos.asp](http://www.unica.com.br/pages/cana_produtos.asp). Acesso em: 24 agosto. 2012.

VILLEGAS, F.T.; TORRES, J.S.A. Efecto del Roundup usado como madurante en la producción de canã de azúcar. **Int. Sugar J.**, v.95, n.1130, p.59-64, 1993.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. trad. Eliane Romato Santarém et. al.. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.