UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CAMPUS DE JABOTICABAL

QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA DE CANA-DE-AÇÚCAR (SP81-3250) SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE MATURADORES EM DOIS CICLOS SUCESSIVOS.

Lívia Cordaro Galdiano Chicone
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Julho de 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CAMPUS DE JABOTICABAL

QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA DE CANA-DE-AÇÚCAR (SP81-3250) SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE MATURADORES EM DOIS CICLOS SUCESSIVOS.

Lívia Cordaro Galdiano Chicone

Orientador: Prof. Dr. Miguel Ângelo Mutton

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal)

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Julho de 2012

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Lívia Cordaro Galdiano Chicone – Nascida em 13 de dezembro de 1980, em Ituverava, São Paulo - SP, é Engenheira Agrônoma formada pela Faculdade Dr. Francisco Maeda, (FAFRAM), em janeiro de 2005. Especialista em Proteção de Plantas, pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, em dezembro de 2005. Mestre em Agronomia (Produção Vegetal), pela Universidade Estadual Paulista-Unesp, em dezembro de 2008. Ingressou no curso de Pós-graduação (doutorado) da Universidade Estadual Paulista – campus de Jaboticabal, SP em março de 2009 – para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Dedico

Ao meu marido Adriano e meu filho Nicolas pela compreensão, companheirismo e por fazerem renascer em mim, por vezes, através de um abraço, de uma palavra ou de um sorriso, a coragem que tantas vezes encontrava-se fraquejada. As coisas que realizamos, nunca são tão belas quanto às que sonhamos, mas às vezes nos acontecem coisas tão belas, que nunca pensamos em sonhá-las; para mim aconteceu... vocês!!!

Aos meus pais Luiz e Norma e minha irmã Lídia pelas palavras de consolo, fortalecimento e edificação, por todo sacrifício, oportunidade e confiança; por me mostrarem que a felicidade está nos pequenos acontecimentos e que todo trabalho só é válido quando há amor, que não importa o que você tem na vida, mas a vida que você tem.

Ao meu sogro Alberto, minha sogra Rosa e minha cunhada Adriana por todo carinho e ajuda oferecida no decorrer desse trabalho; vocês nem imaginam o quão importante foi para mim toda a ajuda de vocês e principalmente o carinho.

A Profa. Dra. Maria das Graças Drumsta Prado Lavanholi (*in memorian*) pelos ensinamentos a mim oferecidos e por toda a ajuda na minha vida profissional; você foi uma das pessoas que me colocaram nesse caminho.A você toda minha gratidão...

Agradecimentos

A Deus, pela existência, força, serenidade, perfeição e por suas ferramentas, decepções, derrotas e desânimo, necessárias para revelar-me a verdadeira estrada.

Ao Professor Dr. Miguel Ângelo Mutton, por sua orientação, amizade, paciência e confiança, que foram fundamentos para o desenvolvimento do meu trabalho e também crescimento pessoal.

Aos Docentes e Funcionários da Faculdade Dr. Francisco Maeda-FAFRAM, pela amizade, torcida e companheirismo nesta etapa da minha vida;

A todos os alunos da Faculdade Dr. Francisco Maeda, que me ensinam todos os dias a ser melhor; vocês fazem parte da minha caminhada.

A Usina Alta Mogiana S.A., nas pessoas dos Engenheiros. Agrônomos Eduardo Fidélis e Lucas, pela cessão das áreas agrícolas, apoio e contribuição para o desenvolvimento deste estudo.

Aos membros da banca examinadora pelas correções e sugestões oferecidas;

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

M u i t o o b r i g a d o ! ! !

S U M Á R I O

Página

RESUMO..... ix

ABSTRACT..... x

I. INTRODUÇÃO..... 1

II. REVISÃO DE LITERATURA..... 3
2.1. Cana-de-Açúcar..... 3
2.2. Maturação..... 4
2.3. Maturadores químicos..... 10
2.4. Uso de subprodutos em cana-de-açúcar com efeito maturador..... 13

III MATERIAL E MÉTODOS..... 17
3.1. Características da área experimental..... 17
3.2. Características gerais do experimento..... 19
3.2.1. Instalação do experimento..... 19
3.2.2. Características da aplicação dos maturadores..... 19
3.2.3. Delineamento experimental e análise estatística..... 20
3.3. Características da cultivar de cana-de-açúcar..... 20
3.4. Procedimento..... 21
3.4.1. Coleta e preparo de amostras de colmos para análise..... 21
3.5. Análises Laboratoriais..... 21
3.5.1. Determinações e cálculos químico-tecnológicos (Consecana)..... 21
3.6. Margem de contribuição..... 23
3.6.1. Margem de contribuição agrícola (MCA)..... 23

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 25

viii

4.1 Safra 2008/2009..... 25
4.1.1 Avaliação da Qualidade Tecnológica 25
4.1.1.1 Brix do caldo..... 25
4.1.1.2 Pol do caldo 27
4.1.1.3 Pureza do caldo..... 28
4.1.1.4 Açúcares Redutores do Caldo (%)..... 29
4.1.1.5 Fibra da cana..... 31
4.1.1.6. Açúcar Total Recuperável (ATR em Kg t^{-1})..... 33
4.2 Safra 2009/2010..... 34
4.2.1 Avaliação do Efeito Residual da Aplicação de Maturadores na Qualidade Tecnológica da Cana Soca..... 34
4.2.1.1 Brix do caldo..... 41
4.2.1.2 Pol do caldo e Pureza Aparente do Caldo (%)..... 43
4.2.1.3 Açúcares Redutores do Caldo (%)..... 46
4.2.1.4 Fibra da cana..... 48
4.2.1.5 Açúcares Totais Recuperáveis ($Kg.t^{-1}$)..... 50
4.3 Margem de Contribuição Agrícola (MCA)..... 52
4.3.1 Safra 2008/2009..... 52
4.3.2 Safra 2009/2010..... 55

V CONCLUSÃO..... 58

VI REFERÊNCIAS 59

QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA DA CANA-SOCA SUBMETIDA À REAPLICAÇÃO OU NÃO DE MATURADORES.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito nas características químico-tecnológicas da reaplicação ou não de maturadores químicos na cana soca em dois anos consecutivos, na cultivar SP81-3250. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com parcelas sub-subdivididas, sendo os tratamentos: Testemunha, Glifosato (0,4 L de p.c ha^{-1}), Trinexapaque etílico (0,8 L de p.c ha^{-1}), Sulfometuron metil (20 g de p.c ha^{-1}), Fluazifop (0,3 L de p.c ha^{-1}), Trinexapaque etílico + Glifosato (0,4 L de p.c ha^{-1}+ 0,2 L de p.c ha^{-1}); Sulfometuron metil + Glifosato (10 g de p.c ha^{-1} + 0,2 L de p.c ha^{-1}), Óleo Fusel (0,8 L ha^{-1}), Piraclostrobina+Epoxiconazol (0,8 L de p.c ha^{-1}) e Etanol (0,8 L ha^{-1}), os tratamentos secundários constituiu-se da reaplicação ou não de maturadores e os tratamentos terciários das diferentes épocas de amostragens aos 0, 15, 30, 45 dias após aplicação. Foram avaliados Brix, Fibra %, Pureza, Açúcares Redutores, Pol % e ATR (t açúcar ha^{-1}) e Margem de Contribuição Agrícola (MCA). Com base nos resultados observados e na metodologia empregada pode-se concluir que de um modo geral os maturadores utilizados não afetaram as características tecnológicas da matéria prima, sendo que aos 30 DAA as parcelas onde os maturadores foram aplicados nos dois anos de produção apresentaram melhores qualidades do que a Testemunha. Para o cálculo da Margem de Contribuição Agrícola (MCA) indicou que os resultados econômicos dos maturadores, considerando-se apenas a fase agrícola foi satisfatória para todos os tratamentos, principalmente quando ocorreu a reaplicação dos maturadores.

Palavras chave: fisiologia, maturação, produtividade, *Saccharum spp*.

QUALITY OF RAW MATERIAL OF CANE SOCA POSTED OR NOT REAPPLYING RIPENER

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect on chemical and technological characteristics of the reapplication or not chemical in maturing sugarcane ratoon in two consecutive years, the cultivar SP81-3250. The experimental design was randomized blocks with plots sub-divided, with the treatments: control, glyphosate (0.4 L cp ha^{-1}), Trinexapaque ether (0.8 L pc ha^{-1}), Sulfomethuron methyl (20 pc g ha^{-1}), Fluazifop (0.3 pc L ha^{-1}), Trinexapaque ethyl + glyphosate (0.4 L ha^{-1} pc + pc 0.2 L ha^{-1}); Sulfomethuron methyl + glyphosate (10 g ha^{-1} pc + pc 0.2 L ha^{-1}), Oil Fusel (0.8 L ha^{-1}), Pyraclostrobin + Epoxiconazol (0.8 pc L ha^{-1}) and Ethanol (0.8 L ha^{-1}), the secondary treatments consisted of reinvestment of maturing or not and the tertiary treatment of the different sampling times at 0, 15, 30, 45 days after application. We evaluated Brix, Fiber%, Purity, Reducing Sugars, Pol% and ATR (t sugar ha^{-1}). Based on the observed results and methodology can be concluded that in general the ripeners did not affect the technological characteristics of the raw material, and 30 DAA reapplication resulted in the maturing trend of better qualities than the Witness. To calculate the contribution margin Fund (MCA) has indicated that the economic results of maturing, considering only the agricultural phase was satisfactory for all treatments, especially when there was a reapplication of maturing.

Key-words: fisiology, ripening, ratoon eradication, *Saccharum spp.*.

I INTRODUÇÃO

Anualmente, o Brasil vem batendo recordes de produção em grãos, óleos vegetais, açúcar e álcool. Além da busca incansável do produtor por sucessivos ganhos de produtividade e expansão de área cultivada, é preciso enaltecer toda a cadeia de produtos de alta tecnologia disponível e serviços especializados que dão suporte ao agronegócio. O conjunto desses fatores permite ao país a posição de destaque na liderança mundial nos campos da agricultura alimentar e energética, sendo a cana-de-açúcar (Saccharum spp.) uma das protagonistas deste quadro de sucesso, uma vez que o Brasil destaca-se como líder mundial nas agroindústrias do açúcar e do álcool.

Conceitualmente, o processo de maturação fisiológica da cana-de-açúcar consiste em frear a taxa de desenvolvimento vegetativo sem, porém afetar significativamente o processo fotossintético, de maneira que haja maior saldo de produtos fotossintetizados e transformados em açúcares para armazenamento nos tecidos da planta (CLEMENTS,1980).

A gradativa queda de temperatura e redução das precipitações são determinantes para a ocorrência do processo de maturação, dessa forma, na região Sudeste do Brasil, o processo tem ocorrência natural a partir de abril/maio, com clímax no mês de agosto. Atualmente no Estado de São Paulo a freqüência com relação à ocorrência do processo de florescimento em cana-de-açúcar é de aproximadamente 12%, e uma vez que variedades floríferas têm sido cultivadas devido às suas qualidades agronômicas e industriais, associado à ocorrência do processo de chochamento e surgimento de brotações laterais, este assume, portanto, grande importância.

Vários produtos utilizados como maturadores são herbicidas aplicados em sub-doses, que atuam sobre sistemas enzimáticos ou proteínas específicas das plantas alterando sua funcionalidade. As rotas em que atuam os maturadores são fundamentais

para o crescimento e desenvolvimento vegetal, pois o seu bloqueio deve promover a paralisação do crescimento e/ou à morte das plantas. De modo análogo, o bloqueio parcial destas rotas, com uso de doses subletais destes produtos, também pode ter implicações importantes alterando o balanço de processos metabólicos nas plantas.

Muitos são os produtos empregados na cultura nos últimos anos, sendo os principais o glifosate, o trinexapaque etílico, o sulfometuron-metil e o ethephon.

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito nas características tecnológicas da reaplicação ou não de maturadores químicos na cana soca, em dois anos consecutivos.

II REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-Açúcar

A cana-de-açúcar pertence à família Poaceae e ao gênero *Saccharum*, que abrange várias espécies, porém, as canas atualmente cultivadas, na sua maioria, são híbridas. É uma planta perene e própria de climas tropicais e subtropicais (FIGUEIREDO, 2008).

Teve sua origem provável em Nova Guiné e é cultivada no Brasil desde o século XVI, estabelecendo-se definitivamente na região Centro sul e Nordeste (PROCÓPIO et. al, 2003).Porém, alguns estudiosos, como BARBER, citado por AGUIRRE JUNIOR (1936), achavam que as canas cultivadas tinham origens diferentes: as canas que provinham das partes mais úmidas da Índia (Bengala e Assam) tinham um ancestral semelhante, muito próximo de *S. spontaneum*, ao passo que as canas tropicais pareciam ser originárias das Ilhas da Oceania, possivelmente da Nova Guiné.

Expandiu-se em nosso território nas últimas três décadas do século XX e, por conseqüência, o país é atualmente o maior produtor mundial de açúcar e de álcool. Cada entrenó produz uma nova folha em cerca de dez dias, e uma folha mais velha morre, deixando um número constante de oito a nove folhas por colmo. A maior porção de luz incidente é interceptada pelas seis folhas mais apical. A gradativa queda de temperatura e redução das precipitações é determinante para a ocorrência do processo de maturação, dessa forma, na região Sudeste do Brasil, o processo tem ocorrência natural a partir de abril/maio, com clímax no mês de setembro (MESCHEDE, 2009).

A cana-de-açúcar é uma planta que perfilha, e esta característica influencia todo o manejo da cultura. Este perfilhamento afeta as práticas de plantio, que é feito assexuadamente pelo uso dos toletes (colmos), definindo o número de gemas por

metro e a capacidade que cada variedade tem de rebrota (SCARPARI & BEAUCLAIR, 2004).

2.2 Maturação

A maturação é um dos aspectos mais importantes da cultura da cana-de-açúcar, pois está diretamente relacionado com o momento de industrialização. Na região Sudeste do Brasil, o processo de maturação ocorre naturalmente a partir de abril/maio, atingindo seu clímax no mês de setembro. As condições climáticas aí existentes, com a gradativa queda da temperatura e a diminuição das precipitações no meio do ano, são as determinantes desse processo (GHELLER, 2001).

Durante a maturação, a cana-de-açúcar armazena a sacarose a partir da base para o ápice da planta. No início, o terço basal do colmo mostra teor mais elevado de açúcar do que o terço médio, e este maior do que o terço apical. À medida que a maturação progride, o teor de sacarose tende a se igualar nas diversas partes dos colmos, quando o ápice apresenta composição similar ao da base (FERNANDES, 1982; FERNANDES & BENDA, 1985).

A maturação da cana é definida pelos fisiologistas como um estádio senescente, entre o crescimento rápido e a morte final da planta. Somente os entrenós imaturos das folhas verdes e os entrenós super amadurecidos da base (com alto conteúdo de fibra), não retêm apreciável quantidade de açúcar. Cada entrenó acumula seu próprio açúcar, sendo os valores de sacarose mais elevados na direção do centro do colmo, declinando no sentido das pontas. Essas diferenças se acentuam mais nos entrenós mais jovens, refletindo provavelmente uma distribuição diferente de invertase, onde o meristema intercalar (anel de crescimento) contém muito mais invertase do que os tecidos centrais do entrenó. Portanto, maturação, é a última fase dos processos fisiológicos da planta (FERNANDES, 2000).

A eficiência do processo industrial de recuperação do açúcar depende da qualidade da matéria prima entregue na unidade industrial. Sabe-se que a cana-de-açúcar submetida às operações finais da produção agrícola mantém suas

características físico-químicas inalteradas por pouco tempo, necessitando, portanto ser processada imediatamente após a sua recepção na unidade industrial, para evitar quedas de rendimento (VIANA, 2007).

A qualidade pode ser conceituada como convencional ou motivadora, no conceito convencional, a matéria prima deve apresentar um mínimo de características para o processamento, como por exemplo, Pol e Fibra % cana. A melhoria destas variáveis pode ser obtida sem custos adicionais. Na conceituação motivadora, a matéria prima deve apresentar um conjunto de características que atendam ao processamento em uma dimensão mais ampla, como teor de impurezas, acidez volátil, açúcar total, chochamento, dentre outros, estando diretamente ligada a um planejamento, incorporando serviços e custos. A qualidade motivadora é a mais importante na busca de parâmetros que realmente melhorem a qualidade da matéria prima, contribuindo para diminuir custos, aumentar os rendimentos e as eficiências, conseqüentemente aumentando a rentabilidade da empresa (STUPIELLO, 1993).

Segundo FERNANDES (1982), a maturação da cana-de-açúcar é um processo fisiológico que envolve a síntese dos açúcares nas folhas, translocação dos produtos formados e estocagem da sacarose no colmo.

A cana-de-açúcar é uma planta que manifesta as características genéticas durante o ciclo vegetativo em função das condições ambientais como radiação solar, temperatura, umidade e fertilidade dos solos. Diversos níveis de combinação destes fatores propiciam períodos de crescimento e de amadurecimento. Nos períodos em que predominam temperaturas elevadas, precipitação e radiação solar observam-se o crescimento vegetativo e conseqüentemente a formação de folhas, bainhas, colmos, raízes e rizomas. A partir do momento em que há limitação dos fatores de crescimento, a planta modifica seu metabolismo básico, canalizando os fotossintatos produzidos para os tecidos de armazenamento, caracterizando dessa forma o estágio conhecido como maturação (NAGUMO, 1993).

A maturação da cana-de-açúcar pode ser considerada sob dois diferentes pontos de vista: botânico e fisiológico. Botanicamente, a cana-de-açúcar está madura após a emissão de flores e formação de sementes que possam dar origem a novas plantas. Levando em conta a reprodução vegetativa, a que é usada comercialmente na prática,

a maturação pode ser considerada muito mais cedo no ciclo, quando as gemas já estão em condições de darem origem a novas plantas. Fisiologicamente, a maturação é alcançada quando os colmos atingem o seu potencial de armazenamento de sacarose, ou seja, o ponto de máximo acúmulo de açúcar possível. Isso significa que as flores, podem não ter-se formado ou já estarem caindo da inflorescência enquanto que o acúmulo de sacarose continua se processando ainda por um período. A cana é considerada madura, ou em condições de ser industrializada a partir do momento em que apresentar um teor mínimo de sacarose acima de 13% (SILVA, 1989).

O colmo da cana-de-açúcar constitui-se num reservatório onde, em condições favoráveis à maturação, é acumulada grande quantidade de sacarose. Uma sucessão de internódios em diferentes estádios fisiológicos compõe o colmo, isto é, internódios maturos (base), em maturação (meio) e imaturos (ponta). Os internódios imaturos, localizados na região do colmo com folhas verdes, são fibrosos, com alta concentração de hexoses e baixa concentração de sacarose. À medida que estes internódios se desenvolvem sua taxa de crescimento diminui progressivamente, até ser nula, quando o internódio amadurece. Durante o crescimento, o teor de sacarose é maior nos internódios basais e menor nos apicais. Em um colmo maduro todo o internódio tem concentração semelhante de sacarose. A taxa de acúmulo de sacarose é maior durante a última fase do ciclo da cultura, quando os colmos têm pequena taxa de crescimento, coincidindo com períodos de restrição climática que induzem à maturação (MACHADO, 1987).

De acordo com HUMBERT (1984), à medida que aumenta a tensão da água no solo, o decréscimo de umidade é mais pronunciado nos internódios recentemente formados. Aumentando-se a tensão hídrica, a elongação da ponta se reduz de forma gradual até que o desenvolvimento cessa quando se aproxima o ponto de murcha permanente. Quando o desenvolvimento diminui, a demanda de açúcares é reduzida. É então possível se armazenar mais açúcares. A perda de umidade pela cana-de-açúcar se dá por transpiração através dos estômatos e da cutícula das folhas. Mais de 90% da água transpirada se faz através das folhas e apenas 10% pelos colmos, a qual se restringe aos nós, pois que os internódios estão recobertos por cera (retirando-se a cera, a transpiração quase dobra). As variedades que fecham rapidamente os

estômatos, reduzindo ao mínimo as perdas de água são as variedades de alto rendimento. É na fase de formação de um internódio que se acumulam aí todos os fatores de crescimento. Nesta época se estabelece a capacidade total das células, mas não a concentração final do conteúdo das células. Quando o internódio envelhece, reduz-se a utilização da sacarose, o espaço de armazenamento aumenta pela redução no volume do protoplasma e há transferência da matéria nitrogenada para ser usada em outras partes.

Além dos fatores já citados, MIOCQUE (1992) relatou que, interferindo na maturação da cana-de-açúcar e acúmulo de sacarose, vários outros fatores influem direta ou indiretamente, ou ainda, por efeito acumulativo. A incidência seletiva das radiações solares e a maior amplitude térmica, por exemplo, têm uma repercussão direta sobre a fisiologia das plantas em estado de desenvolvimento.

As condições climáticas existentes na região sudeste do Brasil, em particular no Estado de São Paulo, são muito propícias à maturação fisiológica natural da cana-de-açúcar. O processo se intensifica nos meses de abril e maio, onde a somatória das quedas gradativas da temperatura com a redução e término das precipitações causa a parada do processo de crescimento da cana. A fotossíntese continua ocorrendo enquanto houver folhas verdes, com produção de açúcares que vão se acumulando nos espaços disponíveis nos colmos. Ocorre então, mesmo com a paralisação do crescimento vegetativo, a elevação da matéria-seca acumulada, formada basicamente pela sacarose (DEUBER, 1988).

O metabolismo da planta sofre alterações, na maturação, em virtude da atuação de enzimas. Assim é que SLACK (1965) observou que a atividade das invertases do compartimento de estocagem (vacúolo celular) flutuou diurnamente nas células em elongação dos internódios em expansão. A máxima atividade ocorreu no início da manhã e a mínima no final da tarde ou início da noite. As alterações diurnas na atividade observada nas plantas que se desenvolveram no campo foram similares às daquelas plantas desenvolvidas sob luminosidade artificial em que a única variável ambiental foi o ciclo claro/escuro. A repressão da síntese da invertase pode ser mediada pela glicose, sendo o grau de repressão dependente, sobretudo, da concentração de glicose citoplasmática a qual flutua como resultado das alterações da

quantidade de sacarose no fluxo translocado.

A maioria das espécies de plantas contém, pelo menos, duas isoformas de invertase vacuolar, a qual se acumula como proteína solúvel (invertases ácidas solúveis) no lúmen deste compartimento acidificado. Da mesma forma, diversas isoformas de invertases extracelulares (invertases da parede celular) que são ionicamente ligadas à parede celular têm sido detectadas. Invertases vacuolares e da parede celular partilham certas propriedades bioquímicas, ou seja, elas clivam a sacarose mais eficientemente entre pH 4,5 e 5,0. Então estes compostos tão-somente denominados de invertases ácidas são β-fructofuranosidases e também hidrolisam outros oligossacarídeos que contém β-Fru, tais como a rafinose e estaquiose. Adicionalmente, as plantas têm, pelo menos, duas isoformas de invertases citoplasmáticas com pH ótimo para clivagem da sacarose na escala neutra ou ligeiramente alcalina. As invertases neutras e alcalinas são menos bem caracterizadas, mas, em contraste com as invertases ácidas, estas enzimas parecem ser sacaroses específicas (STURM, 1999).

O autor verificou, também, que a atividade desta enzima, é inibida por íons de metais pesados tais como Hg^{2+} e Ag^{+}, sugerindo a presença de um grupo sulfidrila no "site" catalítico. As invertases ácidas são, também, inibidas pelos seus produtos de reação, com glicose atuando como um inibidor não-competitivo e frutose como um inibidor competitivo. Já as invertases neutras ou alcalinas são polipeptídeos não N-glicosidados. Eles são fortemente inibidos por glicose, frutose e trioses, mas não por íons de metais pesados, sugerindo marcantes diferenças entre os "sites" catalíticos das invertases neutro-alcalinas e as invertases ácidas. Em conexão com os vários papéis que a sacarose desempenha nas plantas (nutritivo, osmótico e molécula sinalizadora) a sacarose pode ter muitas funções diferentes, e principalmente, a clivagem da sacarose em hexoses para prover a célula com combustível para respiração e com carbono e energia para a síntese de numerosos diferentes componentes. As invertases também podem estar envolvidas com o transporte a longas distâncias gerando o necessário gradiente de concentração de sacarose entre os locais do carregamento e descarregamento do floema. A clivagem da sacarose em glicose e frutose pode aumentar significativamente a pressão osmótica das células, sugerindo uma possível

função da invertase na elongação e crescimento de plantas.

Nas plantas jovens, o conteúdo de sacarose apresenta um máximo valor localizado próximo ao nível do solo. Nessas plantas, CAMARGO (1976) descreveu que o conteúdo de sacarose decresce rapidamente da base ao ápice do colmo. O baixo conteúdo de sacarose na ponta da cana indica que ali os internódios ainda não estão plenamente desenvolvidos. A tendência do conteúdo de glicose é quase oposta a da sacarose. Seu ponto máximo está nos internódios mais jovens e decresce até os mais velhos. Na cana madura a glicose quase desaparece, exceto na ponta. O desaparecimento da glicose tem causas não bem conhecidas. Mas a velocidade de respiração é muito maior nos internódios mais maduros do que nos imaturos, havendo grande consumo de glicose na respiração. A porção do colmo que ainda tem folhas verdes ou parcialmente verdes é a parte de acúmulo de sacarose mais ativo. Mas o acúmulo de sacarose na porção do colmo que tem folhas secas continua por muito tempo depois que as folhas morrem.

O autor salientou, ainda, que a produção de açúcares (assimilação) está principalmente governada pela energia solar em forma de calor e luz, enquanto a utilização de açúcares, desassimilação, depende grandemente da umidade do solo e do crescimento da planta. O balanço entre a produção e a utilização se reflete no conteúdo de açúcar da cana. Não havendo outros fatores limitantes, a assimilação está amplamente determinada por condições atmosféricas de intensidade luminosa e temperatura. A quantidade de energia solar é talvez o fator de maior importância. Em dias nublados até a quantidade de clorofila diminui na cana-de-açúcar. Pelas mesmas razões, o clima das estações de ano, influi na velocidade de assimilação. Esta é consideravelmente reduzida nas estações de dias curtos, de pouca luminosidade e baixa temperatura. Entre 30 e 40ºC há uma elevação da curva de assimilação ao meio dia, quando a temperatura ultrapassa este limite. O abastecimento de água também afeta a assimilação e o armazenamento de sacarose. Um abundante abastecimento de água, na cana, é essencial para a formação de sacarose na lâmina foliar, assim como seu transporte até o colmo e posteriormente na extração do caldo. Já a velocidade de diminuição gradual da glicose, nos internódios completamente desenvolvidos pode ser completamente atribuída à respiração. Não há necessidade de supor uma conversão de

glicose em sacarose para explicar isso.

De acordo com AZEVEDO (1981), os fatores mais importantes que determinam o amadurecimento são: as baixas temperaturas, uma seca moderada e os teores de nitrogênio no solo. Durante a vida da planta a porcentagem de umidade diminui gradualmente, baixando de 83 para 71%. O teor de sacarose sobe de menos de 10 até mais de 45% do peso do material seco; as curvas de variação da umidade e do teor de sacarose em função do tempo são a imagem ótima, uma da outra. A diminuição da temperatura tem efeito direto na absorção de nutrientes, o que, se reduzida, diminui o desenvolvimento vegetativo e a maior parte dos açúcares produzidos é armazenada. A umidade do solo diminuindo, há a redução do teor de água nos tecidos da planta, e a desidratação força a conversão dos açúcares redutores em sacarose. Mas a seca e o estresse hídrico interno, em excesso, podem prejudicar a qualidade do caldo. A redução de umidade da bainha até 71-73%, geralmente produz cana de melhor qualidade sem reduzir sensivelmente a tonelagem de cana. A respeito do nitrogênio, quando há excesso, há atraso de maturação e diminuição da porcentagem de sacarose, aumentado o teor de açúcares redutores.

2.3 Maturadores químicos

Conceitualmente, maturadores são produtos químicos que, segundo CASTRO (1992), em sua maioria, pertence a diversos grupos químicos e agem como inibidores de crescimento, reguladores de crescimento, ou que inibem a elongação dos colmos sem afetar drasticamente a fotossíntese e favorecem a acumulação de açúcares nos tecidos de reserva. O modo de ação de cada um é próprio, uma vez que atua diretamente na fisiologia da planta, interferindo na síntese, degradação ou emprego de moléculas importantes do metabolismo básico.

Através do seu emprego procura-se induzir a uma maturação artificial da cana-de-açúcar, objetivando promover acréscimos dos conteúdos de açúcares sem prejuízos para a produtividade de colmos e favorecer o acúmulo mais uniforme de açúcares nos entrenós da região apical, que normalmente são imaturos. Alguns produtos segundo

ROMERO et al. (1997) podem acelerar o dessecamento das folhas, possibilitando realizar um desponte mais alto, resultando em maior produção de colmos, reduzindo o conteúdo de matérias estranhas enviadas à fabrica, melhorando a eficiência global da colheita.

A fisiologia da maturação tem sido objeto de estudo há várias décadas. A maturação natural, em início de safra, pode ser deficiente, mesmo em variedades precoces. Neste contexto, o emprego de maturadores químicos destaca-se como uma ferramenta importante. São produtos aplicados com a finalidade de antecipar o processo de maturação, promover melhorias na qualidade da matéria prima a ser processada, otimizar os resultados agro-industriais e econômicos e auxiliar no planejamento da safra. Alguns maturadores paralisam o desenvolvimento da planta, induzindo à translocação e o armazenamento dos açúcares, e podem conferir resistência ao tombamento (facilitando a operação de corte, reduzindo as perdas no campo e a quantidade de matéria estranha levada para a indústria) (FERNANDES, 1984).

A época de aplicação dos produtos químicos, doses utilizadas e época de corte da matéria-prima, são alguns dos fatores que podem influir na eficiência dos produtos químicos inibidores de florescimento e maturadores da cana-de-açúcar. Vários produtos vêm sendo empregados na cultura nos últimos anos, sendo os principais o ethephon, o glifosato, o sulfometuron-metil, o etiltrinexapac, entre outros (ALMEIDA et. al., 2005).

Segundo MUTTON (1993) o glifosate apresenta efeito maturador por propiciar a maturação artificial da cultura da cana-de-açúcar, pela indução de “stress” químico, que modifica a partição dos fotoassimilados deslocando-os e acumulando-os, na forma de sacarose, mais intensivamente nas partes de aproveitamento econômico, promovendo então uma melhoria no rendimento agroindustrial da cultura.

Segundo GALLI (1993), o glifosate é uma ótima opção técnica e econômica para flexibilizar o manejo de corte. Este maturador aumenta o teor de sacarose durante todo o período de safra, permite manejar o comportamento das variedades, flexibiliza o manejo de corte, melhora a qualidade da matéria prima para a indústria, paralisa o florescimento, otimiza o potencial das variedades e a margem de contribuição agrícola e industrial. De acordo com este autor, o glifosate é a alternativa mais econômica e

eficiente para aumentar a rentabilidade de álcool ou açúcar por área. O glifosate inibe a síntese de triptofano, que é um aminoácido precursor da síntese de ácido indol acético. Este fitormônio, por sua vez, regula indiretamente a atividade de invertases ácidas. Quando em altas concentrações, a atividade destas enzimas é alta, indicando alto consumo energético pelo crescimento celular.

Da mesma forma, a aplicação de maturadores vegetais na cultura da cana-de-açúcar tem se tornado prática cada vez mais comum no setor sucroalcooleiro. O objetivo é antecipar e manter a maturação natural e assim disponibilizar matéria prima de boa qualidade para industrialização antecipada, além de auxiliar no manejo das variedades (GHELLER, 2001).

Avaliando o comportamento de quatro variedades de cana-de-açúcar com aplicação de glifosate, NAGUMO (1993) constatou que o glifosate é um maturador eficiente para início, meio e fim de safra. No início, ele amadurece as canas já formadas, no meio acelera a maturação da cana de renovação e no final, melhora a maturação de soqueiras e cana de ano. Segundo este autor, o uso de glifosato deve obedecer a uma programação rígida, isto é, a colheita deve ser feita entre 30 e 60 dias após a aplicação, dependendo da época de aplicação e da variedade. Estudando variedades diferentes de cana-de-açúcar (SP70-1143, SP70-3146, SP 70-1078, SP71-1406, SP71-6163, RB72-454 e RB73-5275) com aplicação de glifosato como maturador químico constatou que o produto pode ser um instrumento de planejamento de manejo de colheita, apresentando consistência nos resultados para início e fim de safra, melhorando a qualidade da queima e diminuindo as impurezas vegetais.

Estudos realizados por SANT'ANNA (1991) mostraram que o glifosate, principalmente na dosagem de 0,25 L ha^{-1} foi o tratamento que apresentou melhor desempenho, promovendo maiores influências sobre as características tecnológicas (brix % caldo, pol % caldo, pureza do caldo, pol % cana, AT% cana, Ágio/deságio e ATR (kg/t)), sem caracterizar redução no crescimento dos colmos, proporcionando duas semanas de antecipação na colheita com melhor efeito entre a 4^{a} e 6^{a} semana após a aplicação.

PATREZZE (1994) estudando a resposta de sete variedades de cana-de-açúcar ao emprego do glifosate constatou que houve um aumento do teor de açúcar contido

nos colmos. Devido a um efeito negativo do glifosate sobre o peso dos colmos, a recuperação desse açúcar foi prejudicada em algumas variedades. Constatou também que as condições climáticas, no que se refere aos parâmetros chuva e temperatura, afetaram a resposta da cana de açúcar ao maturador. A máxima resposta foi observada em condições de maior temperatura e umidade.

GUIDI (1996), trabalhando com os maturadores ethephon na dosagem de 2,0 $L.ha^{-1}$ e glifosate 0,3 $L.ha^{-1}$ na variedade SP70-1143 concluiu que os dois produtos anteciparam a maturação cerca de quatro semanas provocando aumentos significativos no brix, pol e ART% caldo, não influenciando a acidez sulfúrica e o pH.

TAVARES (1997), objetivando avaliar diferentes métodos de caracterização da deterioração em pós-colheita da matéria prima, concluiu que canas tratadas com ethyl-trinexapac e glifosate apresentaram caldos pouco mais ácidos que a testemunha e o ethephon.

2.4 Uso de subprodutos da cana-de-açúcar com efeito maturador.

De acordo com AZANIA et al. (2007), estudos sobre a utilização racional de resíduos na agricultura são atuais e fundamentais para minimizar o problema das grandes quantidades que são geradas pela atividade industrial pela população.

Recentemente, mediante pesquisas acadêmicas, constatou-se a existência de um subproduto da indústria sucroalcooleira com possível potencial dessecante em plantas de cana-de-açúcar. Consiste no óleo fúsel, um subproduto da re-destilação do flegma nas destilarias e que não apresenta nenhuma possibilidade de uso dentro das indústrias canavieiras, sendo, vendido para ser re-processado em outras indústrias. Em sua composição, o constituinte que ocorre em maior proporção é o álcool isoamílico, cujo teor se constitui no fator determinante do preço de venda do produto. Além desse, também podem ser encontrados os alcoóis butílico, propílico e etílico, dentre outros (AZANIA et al., 2007).

Segundo AZANIA et al. (2007), são raros os trabalhos, na literatura, que mencionam o uso deste produto na agricultura. A primeira menção foi feita por AZANIA

et al. (2003), observando que o uso isolado do óleo fúsel, em diferentes concentrações, provocou secamento e posterior morte de plantas de cana-de-açúcar cultivadas em vasos. Com os resultados obtidos em testes preliminares, presumiu-se ser um produto com ação de contato, de ação rápida, podendo causar morte das plantas em poucas horas.

Estudos ainda precisam ser realizados para demonstrar o uso desse potencial herbicida/dessecante e seu desempenho quando empregado isoladamente ou em mistura com herbicida dessecante. Além disso, deve-se investigar a possibilidade dessa mistura ter ação sinergística com o herbicida, o que possibilitaria a redução nas doses usualmente recomendadas, proporcionando redução de custos, uma vez que o óleo fúsel praticamente não tem custo, por ser gerado dentro das próprias destilarias (AZANIA et al*.* , 2007).

O óleo fúsel é o único subproduto da indústria sucroalcooleira não utilizado na agricultura e, por esse motivo, foram iniciados trabalhos envolvendo o uso do resíduo. Azania et al. (2004) observaram que este subproduto, em todas as concentrações testadas (100; 50; 25 e 12,5 v/v), inibiu a emergência de plântulas de Sida rhombifolia e Brachiaria decumbens, além de ter dessecado plantas de cana-de-açúcar. Segundo Azania et al. (2003), a redução na viabilidade de sementes de Sida rhombifolia ocorreu principalmente nas maiores concentrações em que o produto foi aplicado. Por outro lado, nas sementes de Brachiaria decumbens houve inviabilização completa em todas as concentrações. O óleo fúsel em associação com glifosato também possibilitou, além de redução da dose do herbicida, controle excelente sobre uma comunidade natural de plantas daninhas, com exceção de espécies dos gêneros Commelina e Cyperus (AzAniA et al., 2008).

Neste contexto, de acordo com MUTTON et al. (1988), torna-se importante o manejo da cultura no campo, através da avaliação do ponto ideal de maturação bem como o planejamento global, envolvendo as operações de colheita e transporte; o acompanhamento das perdas de sacarose da cana-de-açúcar, após o corte, por ação das invertases presentes na própria planta.

Entretanto, o óleo fúsel aplicado via pulverização foliar isoladamente, não promoveu a dessecação completa da cana-de-açúcar, mas em associação com

glifosato, dessecou o perflho principal (Azania, 2007). Neste mesmo trabalho, o óleo fúsel aplicado antes do plantio, não causou interferência sobre a germinação e viabilidade das sementes de plantas daninhas, contudo em aplicação após o plantio, na pós-emergência das plantas infestantes, o produto proporcionou controle pouco satisfatório.

A reforma do canavial é necessária porque a partir da primeira colheita após o plantio a produção de colmos diminui naturalmente após a colheita de cada soqueira. Segundo Coleti (2008), o novo plantio inicia-se com a destruição da soqueira, realizada pela aplicação de herbicidas dessecantes e, após a erradicação completa, as plantas são destruídas mecanicamente.

Na reforma do canavial, o emprego do óleo fúsel poderia ser outra opção aos produtores, que consequentemente teriam benefícios econômicos e ambientais pela aplicação da menor quantidade de herbicidas dessecantes. Entretanto, a utilização do óleo fúsel precisa ser mais bem estudada, uma vez que o resíduo apenas evidencia seu potencial dessecante. O plantio de cana-de-açúcar, por ser oneroso e consumir quantidade considerável de herbicidas, que podem até mesmo prejudicar o ambiente, poderia ser benefciado com o uso deste subproduto. Pérez et al. (2001) considera que o baixo valor comercial do óleo fúsel, associado ao alto volume de produção por safra, são fatores que devem estimular propostas de desenvolvimento de tecnologia para sua utilização.

III MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada em duas etapas, nas safras de cana-de-açúcar de 2008/2009 e 2009/2010. Na primeira avaliou-se o efeito da aplicação de maturadores químicos sobre a qualidade tecnológica da matéria prima da cana-de-açúcar. Na safra 2009/2010 as parcelas foram subdivididas em duas, sendo que para a primeira não se aplicou o maturador, objetivando a avaliação do efeito residual da primeira aplicação. Na segunda sub-parcela utilizou-se o mesmo maturador da primeira etapa, para se avaliar o efeito da reaplicação na cultura.

3.1 Características da área experimental

O eexperimentoo foi conduzido em área pertencente à Usina Alta Mogiana S.A., no município de Ituverava-SP, situada a 20^{o}28’41” de latitude S e 47^{o}57’85” de longitude W, com altitude de aproximadamente 589 m, no período de março de 2009 a julho de 2010. A área apresenta topografia semi-plana e o solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 1999). O clima é descrito como do tipo Aw (segundo classificação de Köeppen), subtropical, com inverno relativamente seco e verão chuvoso e temperatura média anual de 25ºC.

Nas Figuras 1 e 2 observa-se os dados de precipitação pluviométrica acumulada da região no período de fevereiro a julho de 2009.

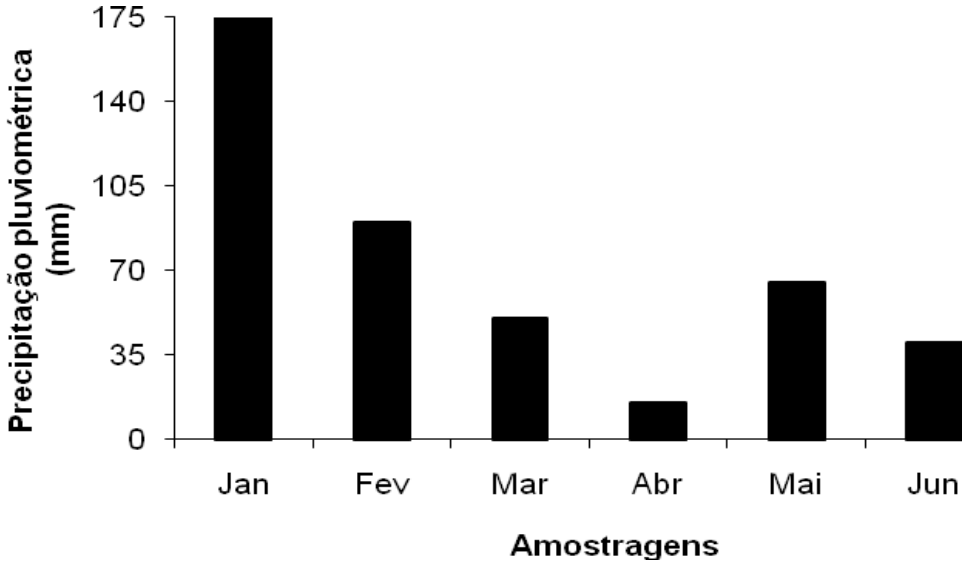


Figura 1. Precipitação mensal (mm) acumulada nos meses de condução do experimento, safra 2008/2009. Ituverava, SP, 2012. Aplicação realizada em 11/03/2009.

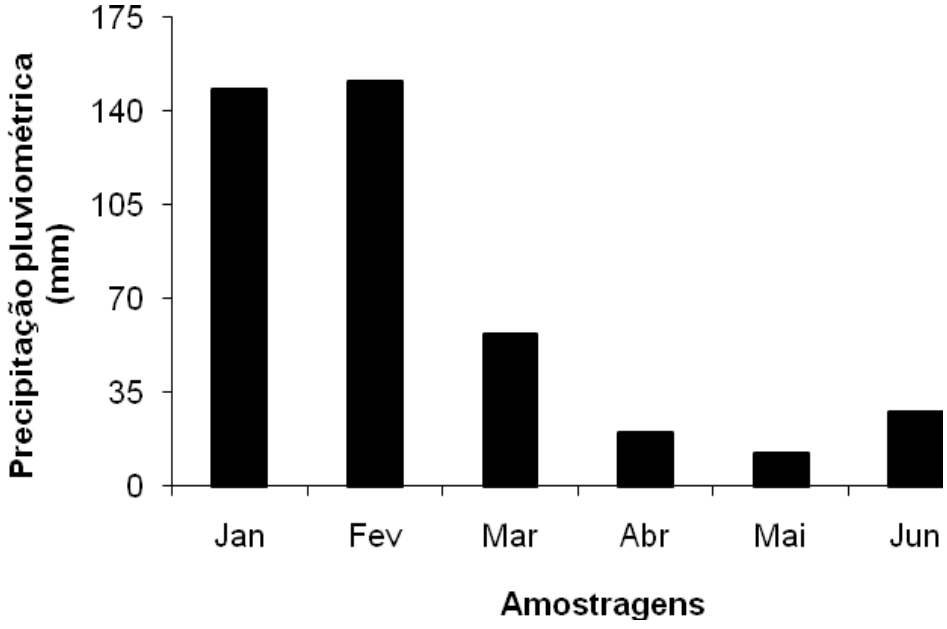


Figura 2. Precipitação mensal (mm) acumulada nos meses de condução do experimento, safra 2009/2010. Ituverava, SP, 2012. Reaplicação realizada em 09/03/2010.

3.2. Características gerais do experimento

3.2.1. Instalação do experimento

O experimento foi instalado e conduzido durante as safras agrícolas 2008/09 (cana planta) e 09/10 (cana soca, no 2º corte do canavial), sendo a variedade utilizada a SP81-3250. A área foi dividida em 4 blocos (repetições), com dez parcelas subdivididas (tratamentos aplicados). Para a primeira safra cada parcela foi formada de seis linhas espaçadas de 1,50 m entre si, por 20 m de comprimento. As duas linhas laterais foram tomadas como bordadura, sendo então as amostras colhidas das quatro linhas centrais com bordaduras em início e final das parcelas no comprimento das ruas (2 m). Já na segunda safra as subparcelas foram divididas ao meio para posterior aplicação dos maturadores, ficando assim um total de 80 parcelas, com linhas de 10 metros.

3.2.2. Características da aplicação dos maturadores

As aplicações dos maturadores foram realizadas nos dias 11 de março de 2009 e 09 de março de 2010, utilizando-se pulverizador com CO_2 pressurizado, com pressão de 40 libras pol^{2-1} e barra metálica com bicos de pulverização tipo TK 0.5, com vazão por minuto de 320 ml $bico^{-1}$ distribuídos de modo a se ter um bico por linha aplicada. A barra foi colocada horizontalmente apoiada sobre outras duas barras verticais que mantinham a barra pulverizadora a ± 50 cm acima do dossel de folhas da cultura. A pressão utilizada foi de 40 libras/pol^2 com um volume de calda de 35 L ha^{-1}.

A aplicação iniciou-se as 08:00 horas e terminou às 11:00 horas, período em que se observou pouca ocorrência de ventos, com a temperatura ao redor de 25 a 30ºC e a umidade relativa entre 60-80% (nas duas safras avaliadas), aferidas por um termohigrógrafo.

3.2.3. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, segundo BANZATO; KRONKA (2006), com quatro repetições, para o primeiro ano de avaliação.

As parcelas foram constituídas por seis linhas de 20 metros, espaçadas de 1,50 m, sendo as quatro linhas centrais a área útil de 90 m^2. Os 10 tratamentos principais foram: Testemunha, Glifosato (0,4 L ha^{-1} de Round-up), Trinexapaque etílico (0,8 L ha^{-1} de Moddus), Sulfometuron metil (20 g ha^{-1} de Curavial), Fluazifop (0,3 L ha^{-1} de Fusilade), Trinexapaque etílico + Glifosato (0,4 L ha^{-1} + 0,2 L ha^{-1}, respectivamente); Sulfometuron metil + Glifosato (10 g ha^{-1} + 0,2 L ha^{-1}, respectivamente), Óleo Fusel (0,8 L ha^{-1}), Piraclostrobin+Epoxiconazol (0,8 L ha^{-1} de Ópera) e Álcool etílico (0,8 L ha^{-1}). Para o segundo ano (cana soca) do experimento as parcelas subdivididas foram divididas ao meio, tornando-se assim parcelas sub-subdivididas, com todos os tratamentos repetidos em apenas metade das parcelas.

As sub-parcelas na safra 2008/09 foram as épocas de amostragem (0, 15, 30 e 45 DAA – dias após aplicação). Na safra 2009/2010 as sub-parcelas foram constituídas pela reaplicação ou não de maturadores, e as sub-subparcelas as épocas de amostragem (0, 15, 30 e 45 DAA)

O software utilizado para as análises estatísticas foi o ESTAT, sendo que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3. Características da cultivar de cana-de-açúcar

A cultivar utilizada no experimento foi SP81-3250, destacando-se por ter sido muito plantada na área. É rica e produtiva, de maturação no inverno, média exigência em fertilidade do solo, responsiva nos ambientes de produção B e C, boa resposta aos maturadores, ampla adaptabilidade e ótima brotação de soqueira, alto teor de fibra e sacarose. Em solos de baixa fertilidade ou ambientes mais desfavoráveis e colheita mecanizada tem apresentado redução de produtividade e longevidade, apresentando,

às vezes, sintomas de amarelinho e suscetibilidade à cigarrinha das raízes (COPERSUCAR, 1995).

3.4. Procedimento

3.4.1. Coleta e preparo de amostras de colmos para análise

Em cada época de amostragem realizou-se a coleta de dez colmos em seqüência, na linha de plantio, os quais foram despontados e desfolhados na altura da gema apical (ponto de quebra) e levados ao Laboratório Usina Alta Mogiana S/A, no município de Ituverava - SP. O processamento foi realizado segundo a metodologia do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (PCTS). Após a desintegração e homogeneização dos colmos, uma alíquota de 500 g foi submetida à prensa hidráulica, de acordo com o método de Tanimoto (1964), resultando no caldo extraído, que foi utilizado para as determinações tecnológicas conforme CONSECANA (2006).

3.5. Análises Laboratoriais

3.5.1. Determinações e cálculos tecnológicos (Consecana)

a) Pol% caldo: dosada pelo método de Schmitz em diluição segundo SCHENEIDER (1979).

b) Pol% cana (PC): foi calculada através da seguinte expressão: PC = S x (1-0,01 F) x C, onde:

S = Pol do Caldo extraído

F = Fibra industrial % cana

C = fator de transformação da pol do caldo extraído em pol do caldo absoluto.

c) Brix% caldo: determinado por refratometria a 20ºC (SCHENEIDER, 1979).

d) Açúcares redutores % cana (ARC): determinado pela Técnica de Somogy, adaptado por NELSON (1944) e calculado por: ARC = ARx (1-0,01 x F) x C

e) Pureza aparente da cana (%): o coeficiente de pureza aparente da cana, segundo FERNANDES (2000), foi calculado pela relação:

$$\text{Pureza aparente \% cana} = \frac{\text{Pol\% cana}}{\text{Brix\% cana}} \times 100$$

f) Fibra % cana: determinado segundo FERNANDES (2000) através da fórmula:

Fpcts = (0,152 x PBU – 8,367), onde:

PBU = Peso úmido (grama) do bagaço da prensa (resíduo da prensagem de 500 g de cana).

g) Açúcar total recuperável – ATR (kg t colmos): calculado pelo SPCTS atual, aprovado pelo CONSECANA (2006).

ATR (kg t) = 10 x PC x 1,0526 x (1 – PI/100) + 10 x AR x (1 – PI/100), sendo AR% cana calculado pela seguinte fórmula:

AR% cana = [9,9408 – (0,1049 x Pureza caldo)] x [1 – (0,01 x Fibra% cana)] x (1,0313 – 0,00575 x Fibra% cana).

PC = pol da cana, que determina a quantidade de sacarose aparente na cana de açúcar;

PI = a perda industrial média dos açúcares contidos na cana de açúcar em função dos processos industriais e tecnológicos utilizados no Estado de São Paulo;

AR = açúcares redutores, que determina a quantidade conjunta de frutose e glicose contida na cana de açúcar.

1,0526 = fator de cálculo estequiométrico de transformação de sacarose em açúcares redutores.

O açúcar total recuperável cana (ATR) constitui uma das variáveis do sistema de pagamento de cana, e reflete o resultado da diferença entre ART (açúcares redutores totais) da cana e as perdas que eram de 12% e que segundo Termo de Revisão do Sistema CONSECANA (2006) reduziu a 9,5% na lavagem de cana, extração (perda de pol no bagaço final), torta dos filtros e as indeterminadas.

3.6. Margem de Contribuição

Visando avaliar o resultado econômico dos tratamentos aplicados, foi calculada a Margem de Contribuição Agrícola (MCA) segundo FERNANDES (2003). Para esse autor, MCA é a diferença entre a receita bruta obtida com os produtos e os custos variáveis do sistema de produção. Pode ser analisada sob o ponto de vista do produtor que entrega cana para moagem ou da agroindústria que produz sua própria matéria prima.

3.6.1. Margem de Contribuição Agrícola (MCA)

A MCA é a diferença entre a receita obtida com a matéria prima entregue na indústria e os custos variáveis do corte, carregamento e transporte, e tratos culturais da soqueira. Para tanto, utilizou-se da fórmula:

MCA = VTC X (TCH – Garr) – GCCTt X TCH – GTSha

VTC = ATR X Patr

Onde:

MCA = margem de contribuição agrícola;

TCH = toneladas de cana por hectare (100 t cana.ha^{-1});

Garr = custo do arrendamento, em tonelada de cana por hectare (12,5 t cana.ha^{-1});

GCCTt = gastos com corte, carregamento e transporte da cana (R$15,5 t cana^{-1});

VTC = valor da tonelada de cana no sistema PCTS, em R$ t cana^{-1};

ATR = açúcares teóricos recuperáveis, em kg t cana^{-1};

Patr = preço por quilograma de ATR, em R$0,40 kg^{-1};

Para obtenção do VTC, “sistema PCTS válido para São Paulo a partir da safra 1998/99”;

GTSha = gastos variáveis da aplicação do maturador (produto + avião), em R$ ha^{-1}.

IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Safra 2008/2009

4.1.1 Avaliação da Qualidade Tecnológica.

4.1.1.1 Brix do caldo

De acordo com a Tabela 1, pode-se observar que os valores de Brix do caldo não apresentaram efeito significativo pelo uso dos maturadores, independente das épocas de amostragens realizadas, como também foi observado por GALDIANO (2008). Observou-se a ocorrência de aumento gradativo é significativo no Brix do caldo entre a aplicação (0 DAA (dia após aplicação)) e 45 DAA, sendo que a aplicação dos maturadores teve como objetivo a potencialização de sólidos solúveis.

O Brix é a porcentagem de sólidos solúveis contidos em uma solução açucarada, assim pode-se perceber que a ocorrência da paralisação do crescimento vegetativo propiciou aumento no acúmulo de sólidos no caldo, devido ao acúmulo progressivo de sacarose nas células isodiamétricas do tecido parenquimatoso do colmo.

Tabela 1. Valores médios observados para brix do caldo (em %) nos tratamentos com maturadores, em diferentes épocas de amostragens e resultados da análise de variância, cultivar SP81-3250. Ituverava, SP, 2012.

TRATAMENTOS	ÉPOCAS				MÉDIA
	0 daa	15 daa	30 daa	45 daa	
Testemunha	13,76	14,24	14,88	15,82	**14,67 a**
Glifosato 192 g.ha^{-1}	13,76	13,97	14,90	15,61	**14,56 a**
Trinexapaque etílico 200 g.ha^{-1}	13,76	14,09	15,41	15,49	**14,69 a**
Sulfometuron-metil 15 g.ha^{-1}	13,76	14,34	14,82	16,26	**14,79 a**
Fluazifop 0,3 L.ha^{-1}	13,76	13,84	15,10	16,11	**14,70 a**
Trinexapaque etílico+Glifosato 100 g.ha^{-1}+96 g.ha^{-1}	13,76	14,10	15,08	16,13	**14,77 a**
Sulfometuron-metil+Glifosato 7,5 g.ha^{-1}+96 g.ha^{-1}	13,76	14,46	15,18	15,84	**14,81 a**
Óleo Fusel 0,8 L.ha^{-1}	13,76	14,45	14,78	15,55	**14,64 a**
Piraclostrobin+Epoxiconazol 0,8 L.ha^{-1}	13,76	14,37	14,93	15,60	**14,67 a**
Álcool etílico 0,8 L.ha^{-1}	13,76	14,14	14,68	16,07	**14,66 a**
MÉDIA	**13,76 D**	**14,20 C**	**14,98 B**	**15,84 A**	
CV (%)$_{maturador}$ = 3,63	DMS$_{maturador}$ = 0,65			Teste Fmat = 0,32^{ns}	
CV (%)$_{épocas}$ = 3,11	DMS$_{épocas}$ = 0,27			Teste Fépoc = 160,5**	
				Teste Fmatxépoc = 0,93^{ns}	

Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (épocas de amostragens)
Letras minúsculas comparam médias na vertical (maturadores)
Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%
(daa) dias após aplicação (11/03/2009)

Os dados observados na Tabela 1 corroboram com NAGUMO (1993) que relatou em seu trabalho que a colheita deve ser realizada entre 30 a 60 dias após aplicação de maturadores químicos, para se obter os melhores resultados.

4.1.1.2 Pol do caldo

Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se os resultados de pol do caldo e pureza da cana, onde pode-se observar a não existência de efeito significativo dos maturadores

aplicados e da interação maturadores e épocas de amostragem. Com relação às épocas de amostragem, o percentual de pol do caldo aumentou significativamente a partir da aplicação dos maturadores (0 DAA) até os 45 DAA.

Tabela 2. Valores médios observados para pol do caldo (em %) nos tratamentos com maturadores, em diferentes épocas de amostragens e resultados da análise de variância, cultivar SP81-3250. Ituverava, SP, 2012.

TRATAMENTOS	ÉPOCAS				MÉDIA
	0 daa	15 daa	30 daa	45 daa	
Testemunha	10,90	11,62	12,44	13,72	**12,17 a**
Glifosato 192 g.ha^{-1}	10,90	11,19	12,63	13,05	**11,94 a**
Trinexapaque etílico 200 g.ha^{-1}	10,90	11,22	12,97	13,34	**12,11 a**
Sulfometuron-metil 15 g.ha^{-1}	10,90	11,50	12,70	13,30	**12,10 a**
Fluazifop 0,3 L.ha^{-1}	10,90	10,92	12,45	14,01	**12,07 a**
Trinexapaque etílico+Glifosato 100 g.ha^{-1}+96 g.ha^{-1}	10,90	11,32	12,69	14,24	**12,29 a**
Sulfometuron-metil+Glifosato 7,5 g.ha^{-1}+96 g.ha^{-1}	10,90	11,61	12,72	13,49	**12,18 a**
Óleo Fusel 0,8 L.ha^{-1}	10,90	11,31	12,27	13,33	**11,95 a**
Piraclostrobin+Epoxiconazol 0,8 L.ha^{-1}	10,90	11,35	12,46	13,66	**12,09 a**
Álcool etílico 0,8 L.ha^{-1}	10,90	11,47	12,25	13,81	**12,11 a**
MÉDIA	**10,90 D**	**11,35 C**	**12,55 B**	**13,59 A**	
CV (%)$_{maturador}$ = 4,71	DMS$_{maturador}$ = 0,69			Teste Fmat = 0,51^{ns}	
CV (%)$_{épocas}$ = 5,12	DMS$_{épocas}$ = 0,36			Teste Fépoc = 154,4**	
				Teste Fmatxépoc = 0,64^{ns}	

Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (épocas de amostragens)
Letras minúsculas comparam médias na vertical (maturadores)
Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%
(daa) dias após aplicação (11/03/2009)

4.1.1.3 Pureza do caldo

Quanto à Pureza aparente do caldo (%) (Tabela 3), somente foi observado efeito significativo para épocas de amostragem, semelhante ao constatado para brix e

pol do caldo (Tabelas 1 e 2), sendo apontado aumento significativo das médias, principalmente aos 30 e 45 DAA.

Tabela 3. Valores médios observados para pureza do caldo (em %) nos tratamentos com maturadores, em diferentes épocas de amostragens e resultados da análise de variância, cultivar SP81-3250. Ituverava, SP, 2012.

TRATAMENTOS	ÉPOCAS				MÉDIA
	0 daa	15 daa	30 daa	45 daa	
Testemunha	79,19	81,62	83,50	86,71	**81,76 a**
Glifosato 192 g.ha^{-1}	79,19	80,10	84,65	83,57	**81,88 a**
Trinexapaque etílico 200 g.ha^{-1}	79,19	79,62	84,10	86,24	**82,29 a**
Sulfometuron-metil 15 g.ha^{-1}	79,19	80,19	85,67	86,40	**82,86 a**
Fluazifop 0,3 L.ha^{-1}	79,19	78,81	82,38	84,46	**81,83 a**
Trinexapaque etílico+Glifosato 100 g.ha^{-1}+96 g.ha^{-1}	79,19	80,28	84,14	88,25	**82,96 a**
Sulfometuron-metil+Glifosato 7,5 g.ha^{-1}+96 g.ha^{-1}	79,19	80,26	83,75	85,19	**82,10 a**
Óleo Fusel 0,8 L.ha^{-1}	79,19	78,12	83,05	85,76	**81,53 a**
Piraclostrobin+Epoxiconazol 0,8 L.ha^{-1}	79,19	78,89	83,41	87,53	**82,26 a**
Álcool etílico 0,8 L.ha^{-1}	79,19	81,04	83,43	85,85	**82,38 a**
MÉDIA	**79,19 C**	**79,89 C**	**83,81 B**	**86,25 A**	
CV (%)$_{maturador}$ = 2,65	DMS$_{maturador}$ = 2,65			Teste Fmat = 0,75^{ns}	
CV (%)$_{épocas}$ = 2,57	DMS$_{épocas}$ = 1,24			Teste Fépoc = 99,49**	
				Teste Fmatxépoc = 0,82^{ns}	

Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (épocas de amostragens)
Letras minúsculas comparam médias na vertical (maturadores)
Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%
(daa) dias após aplicação (11/03/2009)

Em relação aos maturadores aplicados não foi encontrada diferença significativa entre eles, porém pode-se notar que a aplicação resultou em valores médios inferiores aos apresentados pela Testemunha (Tabela 3). O mesmo não foi observado por SIQUEIRA (2009), onde todos os maturadores proporcionaram incremento no teor de pureza do terço superior do colmo em relação à testemunha, em

18% para o sulfometuron metil, e 15% para o glifosato + sulfometuron metil e o glifosato aplicado isoladamente.

4.1.1.4 Açúcares Redutores do Caldo (%)

Em relação ao teor de açúcares redutores do caldo (Tabela 4), verificou-se que não houve diferença significativa quanto à aplicação dos maturadores, independente das épocas de amostragens realizadas. Após a aplicação notou-se um decréscimo em significativo nas médias de AR do caldo, inversamente ao observado para o brix (Tabela 1), a pol do caldo (Tabela 2) e pureza do caldo (Tabela 3), caracterizando deste modo que o processo de maturação da cultura estava se processando.

Tabela 4. Valores médios observados para açúcares redutores do caldo (em %) nos tratamentos com maturadores, em diferentes épocas de amostragens e resultados da análise de variância, cultivar SP81-3250. Ituverava, SP, 2012.

TRATAMENTOS	ÉPOCAS				MÉDIA
	0 daa	15 daa	30 daa	45 daa	
Testemunha	0,82	0,72	0,67	0,57	**0,69 a**
Glifosato 192 g.ha^{-1}	0,82	0,76	0,64	0,67	**0,72 a**
Trinexapaque etílico 200 g.ha^{-1}	0,82	0,78	0,65	0,58	**0,71 a**
Sulfometuron-metil 15 g.ha^{-1}	0,82	0,77	0,60	0,58	**0,69 a**
Fluazifop 0,3 L.ha^{-1}	0,82	0,81	0,70	0,56	**0,72 a**
Trinexapaque etílico+Glifosato 100 g.ha^{-1}+96 g.ha^{-1}	0,82	0,77	0,65	0,53	**0,69 a**
Sulfometuron-metil+Glifosato 7,5 g.ha^{-1}+96 g.ha^{-1}	0,82	0,76	0,67	0,61	**0,72 a**
Óleo Fusel 0,8 L.ha^{-1}	0,82	0,84	0,69	0,60	**0,74 a**
Piraclostrobin+Epoxiconazol 0,8 L.ha^{-1}	0,82	0,81	0,67	0,55	**0,71 a**
Álcool etílico 0,8 L.ha^{-1}	0,82	0,74	0,67	0,60	**0,71 a**
MÉDIA	**0,82 A**	**0,78 B**	**0,66 C**	**0,58 D**	
CV (%)$_{maturador}$ = 9,08	DMS$_{maturador}$ = 0,78			Teste Fmat = 0,75^{ns}	
CV (%)$_{épocas}$ = 8,91	DMS$_{épocas}$ = 0,37			Teste Fépoc = 112,9**	
				Teste Fmatxépoc = 0,85^{ns}	

Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (épocas de amostragens)
Letras minúsculas comparam médias na vertical (maturadores)
Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%
(daa) dias após aplicação (11/03/2009)

Avaliando as condições climáticas ocorridas na safra 2008/2009 (Figura 1), pode-se verificar que após a aplicação dos maturadores ocorreu redução significativa da precipitação, com conseqüente aumento do déficit hídrico, além de redução na temperatura, condições estas que restringem o crescimento da cana-de-açúcar e promovem a maturação naturalmente, e assim, os efeitos dos maturadores não puderam se expressar.

VIANA et al (2008) utilizando a mesma cultivar, observaram que os valores de AR decresceram significativamente com o passar do tempo, alcançando valores menores aos 71 DAA (dias após aplicação).

Para SIQUEIRA (2009), com relação ao teor de AR cana no terço superior do colmo, os resultados demonstraram queda nos valores para todos os tratamentos, nas duas safras. Na safra 2007, esta queda foi mais acentuada para a aplicação de sulfometuron metil, que até os 20 DAA havia apresentado o maior teor, juntamente a testemunha, em relação ao glifosato, porém, a partir dos 35 DAA proporcionou os menores teores de AR até o final do período experimental. Os teores variaram de acordo com as épocas

4.1.1.5 Fibra da cana.

Nos resultados apresentados na Tabela 5, observou-se que os maturadores não influenciaram a Fibra da cana, sendo influenciada apenas pelas épocas de amostragens, ocorrendo aumento dos teores ao longo das amostras, sendo que aos 45 DAA obteve-se a maior média.

Tabela 5. Valores médios observados para fibra da cana (em %) nos tratamentos com maturadores, em diferentes épocas de amostragens e resultados da análise de variância, cultivar SP81-3250. Ituverava, SP, 2012.

TRATAMENTOS	ÉPOCAS				MÉDIA
	0 daa	15 daa	30 daa	45 daa	
Testemunha	9,59	11,31	11,19	11,14	**10,81 a**
Glifosato 192 $g.ha^{-1}$	9,59	11,43	10,86	10,84	**10,68 a**
Trinexapaque etílico 200 $g.ha^{-1}$	9,59	11,27	10,89	11,78	**10,88 a**
Sulfometuron-metil 15 $g.ha^{-1}$	9,59	11,09	10,61	11,44	**10,68 a**
Fluazifop 0,3 $L.ha^{-1}$	9,59	10,83	11,40	11,31	**10,78 a**
Trinexapaque etílico+Glifosato 100 $g.ha^{-1}$+96 $g.ha^{-1}$	9,59	10,94	10,81	11,13	**10,62 a**
Sulfometuron-metil+Glifosato 7,5 $g.ha^{-1}$+96 $g.ha^{-1}$	9,59	11,35	11,04	12,27	**11,06 a**
Óleo Fusel 0,8 $L.ha^{-1}$	9,59	10,62	10,59	11,79	**10,65 a**
Piraclostrobin+Epoxiconazol 0,8 $L.ha^{-1}$	9,59	11,16	11,11	11,39	**10,81 a**
Álcool etílico 0,8 $L.ha^{-1}$	9,59	11,22	10,99	11,62	**10,85 a**
MÉDIA	**9,59 C**	**11,12 B**	**10,95 B**	**11,47 A**	
$CV\ (\%)_{maturador} = 5,60$	$DMS_{maturador} = 0,73$			Teste Fmat = $0,78^{ns}$	
$CV\ (\%)_{épocas} = 4,64$	$DMS_{épocas} = 0,29$			Teste Fépoc = 108,6**	
				Teste Fmatxépoc = $1,20^{ns}$	

Letras minúsculas comparam médias na vertical (maturadores)
Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%
(daa) dias após aplicação (11/03/2009)

De acordo com a Tabela 5, observa-se que embora não significativa a aplicação de sulfometuron metil + glifosato foi o tratamento que provocou maior teor de fibra na cana quando comparada à testemunha, com cerca de 2,3% a mais. Tal aumento também foi observado por outros autores como CASTRO et al. (2001), VIANA et al. (2008) e LEITE et al. (2009b).

4.1.1.6 Açúcar Total Recuperável (ATR em kg t^{-1})

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados do ATR. Verificou-se que não houve efeito dos maturadores e da interação, sendo observado apenas efeito significativo das épocas de amostragens. Observou-se que ocorreu incremento significativo do ATR, principalmente aos 30 e 45 DAA, representando as maiores médias de ATR, indicando que nesta época obteve-se o máximo de qualidade e valorização da matéria prima.

Tabela 6. Valores médios observados para ATR (em kg t^{-1}) do caldo nos tratamentos com maturadores, em diferentes épocas de amostragens e resultados da análise de variância, cultivar SP81-3250. Ituverava, SP, 2012.

TRATAMENTOS	ÉPOCAS				MÉDIA
	0 daa	15 daa	30 daa	45 daa	
Testemunha	111,23	117,22	124,51	135,86	**122,20 a**
Glifosato 192 g.ha^{-1}	111,23	113,49	126,07	130,37	**120,29 a**
Trinexapaque etílico 200 g.ha^{-1}	111,23	113,98	129,41	132,32	**121,73 a**
Sulfometuron-metil 15 g.ha^{-1}	111,23	116,55	126,43	139,08	**123,32 a**
Fluazifop 0,3 L.ha^{-1}	111,23	111,29	124,91	138,60	**121,50 a**
Trinexapaque etílico+Glifosato 100 g.ha^{-1}+96 g.ha^{-1}	111,23	114,79	126,77	140,38	**123,29 a**
Sulfometuron-metil+Glifosato 7,5 g.ha^{-1}+96 g.ha^{-1}	111,23	117,44	127,10	133,97	**122,43 a**
Óleo Fusel 0,8 L.ha^{-1}	111,23	115,28	123,09	132,35	**120,49 a**
Piraclostrobin+Epoxiconazol 0,8 L.ha^{-1}	111,23	115,36	124,72	135,01	**121,58 a**
Álcool etílico 0,8 L.ha^{-1}	111,23	115,93	122,80	136,90	**121,71 a**
MÉDIA	**111,23D**	**115,13C**	**125,58B**	**135,48A**	
CV (%)$_{maturador}$ = 4,44	DMS$_{maturador}$ = 6,57			Teste Fmat = 0,56^{ns}	
CV (%)$_{épocas}$ = 4,04	DMS$_{épocas}$ = 2,89			Teste Fépoc = 196,6**	
				Teste Fmatxépoc = 0,78^{ns}	

Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (épocas de amostragens)
Letras minúsculas comparam médias na vertical (maturadores)
Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%
(daa) dias após aplicação (11/03/2009)

De acordo com a Tabela 6, pode-se observar que aos 45 DAA, a mistura trinexapaque etílico + glifosato aumentou o ATR em 3,33% em relação à Testemunha, enquanto o glifosato aplicado isoladamente reduziu o ATR em 4,21% em relação à Tesmunha. Já os maturadores sulfometuron-metil e fluazifop aplicados isolados aumentaram o ATR em 2,37% e 2,02%, respectivamente. LAVANHOLI et al. (2002) verificaram influência significativa de maturadores químicos sobre os valores de ATR, embora tenham concluído que o etefon permitiu maiores valores médios de ATR.

Os dados apresentados não corroboram com ROMERO et al. (1998), que determinaram maiores incrementos no ATR através da aplicação de glifosato. LEITE (2005), observou incremento no ATR de 5,90% aos 45 DAA, quando aplicado glifosato em relação à testemunha.

Verifica-se que à medida que amadurece a cana-de-açúcar, há a tendência de incremento nos valores de ATR, uma vez que a Pol da cana é uma das variáveis de cálculo do ATR, também incrementou com o avanço das épocas de amostragem, conforme observado também por TRAVAGLINI JÚNIOR (1999).

4.2 Safra 2009/2010

4.2.1 Avaliação da Reaplicação de Maturadores na Qualidade Tecnológica da Cana Soca.

Na Tabela 7, encontram-se os resultados referentes à análise de variância do efeito residual da aplicação de maturadores em relação às épocas de amostragens para as características tecnológicas da cana-de-açúcar.

Tabela 7. Médias dos teores de Brix, Açúcares Redutores Totais (ART), Pureza, Fibra, Pol e Açúcar Teórico Recuperável (ATR), conforme a aplicação ou não (efeito residual) de diferentes maturadores e épocas de amostragem na cultura da cana-de-açúcar. Ituverava, 2012.

Fonte de Variação	Brix caldo (%)	ART cana (%)	Pureza caldo (%)	Fibra cana (%)	Pol cana (%)	ATR (kg t^{-1})
MATURADORES						
Testemunha	22,67 a	17,62 a	89,75 a	12,32 a	16,61 a	162,54 a
Glifosato	22,72 a	18,77 a	89,64 a	12,38 a	16,74 a	163,31 a
Trinexapaque etílico	22,49 a	18,47 a	89,67 a	12,24 a	16,69 a	163,47 a
Sulfometuron metil	22,61 a	18,61 a	89,72 a	12,28 a	16,62 a	162,09 a
Fluazifop	22,74 a	17,98 a	90,26 a	12,41 a	16,72 a	163,29 a
T. etílico+Glifosato	22,65 a	19,24 a	89,10 a	12,13 a	16,71 a	163,08 a
S. metil+Glifosato	22,86 a	18,99 a	89,88 a	12,28 a	16,88 a	165,06 a
Óleo Fusel	22,68 a	17,74 a	89,60 a	12,18 a	16,50 a	160,96 a
Piraclostrobin+Estribirulina	22,51 a	17,57 a	89,70 a	12,20 a	16,64 a	162,83 a
Álcool	22,75 a	17,54 a	89,91 a	12,12 a	16,55 a	161,40 a
EFEITO RESIDUAL						
Com reaplicação	23,13 a	18,45 a	89,68 a	12,19 b	16,87 a	164,45 a
Sem reaplicação	22,21 b	18,34 a	89,76 a	12,32 a	16,47 b	161,15 b
ÉPOCA DE AMOSTRAGEM* (daa)						
0	22,21 c	17,45 b	90,26 a	11,99 c	16,89 a	165,16 a
15	22,65 b	18,41 a	88,33 b	12,18 bc	16,82 a	164,85 a
30	22,50 b	18,74 a	90,39 a	12,26 b	16,97 a	164,70 a
45	23,31 a	17,56 a	89,91 a	12,59 a	15,99 b	156,49 b
Teste F maturadores (A)	$1,02^{ns}$	$0,84^{ns}$	$1,38^{ns}$	$0,95^{ns}$	$0,99^{ns}$	$1,39^{ns}$
Teste F aplicação (B)	148,45**	0,75**	$0,25^{ns}$	4,83*	33,14**	24,45**
Teste F épocas (C)	53,50**	18,52**	34,93**	18,18**	50,34**	51,51**
Teste F A x B	$1,15^{ns}$	3,21**	3,04*	$0,93^{ns}$	$1,13^{ns}$	$1,09^{ns}$
Teste F A x C	$0,91^{ns}$	$0,65^{ns}$	$0,65^{ns}$	$0,52^{ns}$	$0,84^{ns}$	$1,05^{ns}$
Teste F B x C	154,40**	17,70**	8,64**	8,06**	70,14**	68,64**
Teste F A x B x C	$0,99^{ns}$	$0,87^{ns}$	$1,14^{ns}$	$0,57^{ns}$	$0,69^{ns}$	$0,76^{ns}$
CV (%) Fator A	2,75	8,76	1,56	4,65	3,67	3,41
CV (%) Fator B	2,97	7,15	1,60	4,18	3,76	3,67
CV (%) Fator C	2,52	8,23	1,60	4,28	3,44	3,22

*daa: dias após aplicação.
Obs.: Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.
ns: não-signficativo, * significativo a 5% e ** significativo a 5 e 1 %.
Data da aplicação: 09/03/2010 (0 daa)

De acordo com a Tabela 7, observa-se que não houve efeito significativo para a aplicação dos maturadores em nenhuma das características tecnológicas analisadas.

Não ocorreu também interação dos maturadores com a reaplicação, para Brix, Fibra, Pol e ATR, ou seja, entre os maturadores não apresentaram efeitos distintos quando se realizou ou não a reaplicação.

Porém, em relação aos fatores Reaplicação (B) e Épocas de Amostragens (C) nota-se interação significativa para todas as características tecnológicas avaliadas, cujo resultado do desdobramento encontra-se sumarizado na Tabela 8.

Tabela 8. Desdobramento da Interação entre Efeito Residual e Épocas de Amostragem para teores de Brix, Açúcares Redutores (AR), Pureza, Fibra e Pol (%) cana e Açúcar Teórico Recuperável (ATR), na cultura da cana-de-açúcar. Ituverava, 2012.

	DIAS APÓS APLICAÇÃO (daa)				
EFEITO RESIDUAL	**0**	**15**	**30**	**45**	**Teste F**
Brix caldo (%)					
Com reaplicação	21,51 Bc	23,35 Ab	23,61 Ab	24,05 Aa	159,98**
Sem reaplicação	22,91 Aa	21,94 Bb	21,40 Bc	22,58 Ba	54,92**
Teste F	**109,64****	**110,42****	**270,38****	**119,63****	
AR caldo (%)					
Com reaplicação	0,46 Ac	0,53 Aa	0,49 Ab	0,46 Bc	35,16**
Sem reaplicação	0,47 Aab	0,49 Ba	0,45 Bb	0,48 Aa	6,86**
Teste F	**2,87^{ns}**	**24,99***	**20,42****	**4,61***	
Pureza caldo (%)					
Com reaplicação	90,59 Aa	87,74 Bb	90,12 Aa	90,29 Aa	33,24**
Sem reaplicação	89,94 Bab	88,93 Ac	90,62 Aa	89,53 Bbc	10,33**
Teste F	**4,07***	**13,59****	**2,88^{ns}**	**5,63***	
Fibra cana (%)					
Com reaplicação	11,81 Bb	11,97 Bb	12,41 Aa	12,57 Aa	18,94**
Sem reaplicação	12,17 Ab	12,38 Aab	12,11 Bb	12,60 Aa	7,30**
Teste F	**9,84****	**12,45****	**6,75****	**0,07^{ns}**	
Pol cana (%)					
Com reaplicação	16,49 Bc	17,28 Ab	17,77 Aa	15,93 Ad	81,05**
Sem reaplicação	17,30 Aa	16,35 Bb	16,17 Bb	16,05 Ab	39,43**
Teste F	**37,99****	**50,76****	**148,92****	**0,78^{ns}**	
ART cana (%)					
Com reaplicação	18,88 Ab	18,83 Ab	19,59 Aa	17,45 Ac	89,83**
Sem reaplicação	18,18 Ab	17,85 Bc	18,85 Ba	17,38 Ac	38,45**
Teste F	**2,58^{ns}**	**14,87****	**8,72****	**2,85^{ns}**	
ATR (kg t^{-1})					
Com reaplicação	161,20 Bb	169,50 Aa	171,33 Aa	155,77 Ac	77,88**
Sem reaplicação	169,12 Aa	160,20 Bb	158,08 Bb	157,21 Ab	43,27**
Teste F	**42,42****	**58,62****	**118,86****	**1,41^{ns}**	

daa: dias após aplicação.

Obs.: *Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na linha, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 %.

*Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 %.

É importante apresentar que quando não se realizou a reaplicação dos maturadores, em todos os tratamentos, ocorreu uma queda acentuada nos teores de brix % caldo de 0 até 30 dias após aplicação (DAA), posteriormente ocorre um acréscimo aos 45 DAA. Isto deve ter ocorrido em função de que após a reaplicação ocorreu chuvas até os 30 DAA, que foram praticamente 0 após este período, intensificando o efeito de estresse hídrico, e portanto paralização do crescimento e intensificação do acúmulo de sacarose no colmo, ou seja, maturação.

Quando foi realizada a reaplicação, observou-se de para pol e ATR, aos 15 e aos 30 DAA, valores significativamente melhores qualidade tecnológica da matéria prima, caracterizando assim, que esta condição (reaplicação) propiciou melhor maturação da cana.

Para os teores de pol e ATR (Tabela 8) a interação não apresenta-se significativa apenas para a amostragem aos 45 DAA.

Em relação ao ART % cana a interação não se apresenta significativa aos 0 e 45 DAA. Valores maiores foram observados aos 15 e 30 DAA para as parcelas onde a aplicação foi realizada nos dois ciclos sucessivos.

Diferentemente do ocorrido com brix % caldo os teores de pol % caldo caíram até os 45 DAA em todos os tratamentos para as parcelas sem a aplicação dos maturadores. Para os tratamentos com reaplicação, observou-se também aos 15 e principalmente aos 30 DAA as maiores médias de pol. Os teores de AR (Tabela 8) apresentaram aos 15 e 30 DAA médias menores para os tratamentos sem a aplicação dos maturadores, ocorrendo a inversão aos 45 DAA.

Os valores observados para a pureza do caldo (Tabela 8) indicaram que aos 0 e 45 DAA os tratamentos com reaplicação dos maturadores apresentaram médias

significativamente maiores que os sem reaplicação, sendo que aos 30 DAA apresentaram comportamento semelhante.

A pol da cana é um parâmetro que indica a quantidade de sacarose na cana-de-açúcar, este parâmetro quando associado com outros parâmetros tecnológicos como maiores teores de brix e pureza e menores teores de açúcares redutores, que permitem uma estimativa do estágio ideal de maturação da cana-de-açúcar para obtenção de maior rendimento industrial (FERNANDES, 2003).

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. Assim, pode-se constatar por meio de análise do desdobramento, que aos 45 DAA não houve diferença significativa entre as parcelas que foram reaplicadas e as que não foram, sendo a média 12,60% e 12,57%, respectivamente. Foi possível observar que ao 0 e 15 DAA, as parcelas não reaplicadas apresentaram maiores teores de fibra e aos 30 DAA, médias menores. Estes dados não corroboram com o trabalho de SIQUEIRA (2009), onde observou que o teor de fibra no terço superior do colmo aumentou com o decorrer das épocas de amostragens, e por intermédio da análise de desdobramento dos maturadores dentro de dias após aplicação, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos nas safras 2007 e 2008.

Este aumento no teor de fibra decorrente da aplicação de maturadores químicos já foi observado por outros autores como LEITE et al. (2009a), VIANA et al. (2008). Porém GALDIANO (2008), LEITE et al. (2009b), CASTRO et al. (2002) e CAPUTO et al.

(2008) não observaram alterações significativas no teor de fibra mediante aplicação de maturadores.

Pode-se notar também na Tabela 8 que a não aplicação dos maturadores em cana soca apresentou valores de ATR (kg t^{-1}) superiores às parcelas com reaplicação ao 0 DAA. Do mesmo modo que observado para Pol e Brix (Tabela 8) aos 15 e 30 DAA observou-se médias significativamente maiores para os tratamentos com reaplicação dos maturadores. Aos 15 DAA a diferença foi da ordem de 9 kg t^{-1} e aos 30 DAA cerca de 13 kg t^{-1}. Estes resultados demonstram que a reaplicação dos maturadores propiciou melhor qualidade e valorização da matéria prima, quando comparados com a não utilização de maturadores.

SIQUEIRA (2009) constatou que aos 50 e 65 daa, o sulfometuron metil se destacou, proporcionando aumento de 34% e 28% no ATR em relação ao glifosato+sulfometuron metil e à testemunha, respectivamente. Observou também que conforme a cana-de-açúcar amadurece, há uma tendência de estabilização com posterior redução no ATR dos dois terços inferiores do colmo, o que corrobora com os resultados obtidos por Galdiano (2008) que observou queda nos valores de ATR a partir dos 30 daa, porém, a mesma autora observou incremento no ATR através da aplicação da mistura glifosato + sulfometuron metil em relação à testemunha somente aos 45 daa.

Na Tabela 9 pode-se observar o desdobramento da Interação entre Maturadores e a realização ou não da reaplicação, para teores de Açúcares Redutores (AR) e Pureza na cultura da cana-de-açúcar.

Tabela 9. Desdobramento da Interação entre Maturadores e Épocas de Amostragem para teores de Açúcares Redutores (AR) e Pureza na cultura da cana-de-açúcar. Ituverava, 2012.

TRATAMENTOS	EFEITO RESIDUAL					
	Açúcares Redutores do caldo (%)			Pureza do caldo (%)		
	Com Reaplicação	Sem Reaplicação	Teste F	Com Reaplicação	Sem Reaplicação	Teste F
Testemunha	0,46 a	0,49 a	**3,89^{ns}**	90,3 Aa	89,2 Bb	**4,57***
Glifosato	0,47 a	0,48 a	**0,76^{ns}**	89,9 Aa	89,4 ABa	**1,07^{ns}**
Trinexapaque etílico	0,48 a	0,48 a	**0,76^{ns}**	89,7 Aa	89,7 ABa	**0,01^{ns}**
Sulfometuron metil	0,48 a	0,47 a	**0,84^{ns}**	89,7 Aa	89,8 ABa	**0,03^{ns}**
Fluazifop	0,50 a	0,46 b	**11,2****	89,5 Ab	91,0 Aa	**8,96****
T. etílico+Glifosato	0,50 a	0,47 a	**4,06^{ns}**	89,3 Aa	88,9 Ba	**0,44^{ns}**
S. metil+Glifosato	0,49 a	0,47 a	**0,61^{ns}**	89,9 Aa	89,8 ABa	**0,16^{ns}**
Óleo Fusel	0,48 a	0,49 a	**0,61^{ns}**	89,9 Aa	89,2 Ba	**2,45^{ns}**
Piraclostrobin+Epoxiconazol	0,49 a	0,46 b	**5,89***	89,1 Ab	90,4 ABa	**7,46***
Álcool	0,49 a	0,45 b	**9,42****	89,5 Aa	90,3 ABa	**2,47^{ns}**
Teste F	**1,34^{ns}**	**1,66^{ns}**		**1,14^{ns}**	**3,31****	

Obs.: Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na linha, e letras maiúsculas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 %.

Observa-se que para Açúcares Redutores (%) houve um efeito significativo com a reaplicação nos tratamentos realizados com fluazifop, piraclostrobin+epoxiconazol e álcool, nos quais a reaplicação resultou em maiores valores médios. Para a Pureza do caldo o efeito da reaplicação foi significativo para a testemunha, para o fluazifop e piraclostrobin+epoxiconazol, sendo que para o primeiro tratamento a reaplicação resultou em redução da média, enquanto que para os demais resultou em acréscimo de valores.

Em relação à diferença significativa quanto aos maturadores utilizados, observa-se também na Tabela 9 efeitos significativos apenas para Pureza do caldo quando a aplicação dos maturadores foi realizada apenas no primeiro ano do experimento. Os menores teores foram obtidos para a testemunha e nos tratamentos trinexapaque etílico+glifosato e óleo fusel. Para esses dois tratamentos percebe-se que a reaplicação em anos consecutivos resulta em maior Pureza do caldo.

4.2.1.1 Brix do caldo

Na Figura 3 são apresentados os resultados médios observados para brix do caldo para os tratamentos efetuados. Pode-se observar que os teores de brix % caldo apresentam-se sempre inferiores a partir dos 15 DAA nas parcelas onde a reaplicação não foi realizada, apresentando assim incrementos médios no brix do caldo em todas as épocas de amostragem em relação à realização da reaplicação, conforme relatado anteriormente.

É importante apresentar que as parcelas sem reaplicação dos maturadores em todos os tratamentos resultou em uma queda acentuada nos teores de brix do caldo até os 30 DAA, se elevando após, mesmo assim não alcançando os valores nas parcelas onde ocorreu a reaplicação dos maturadores.

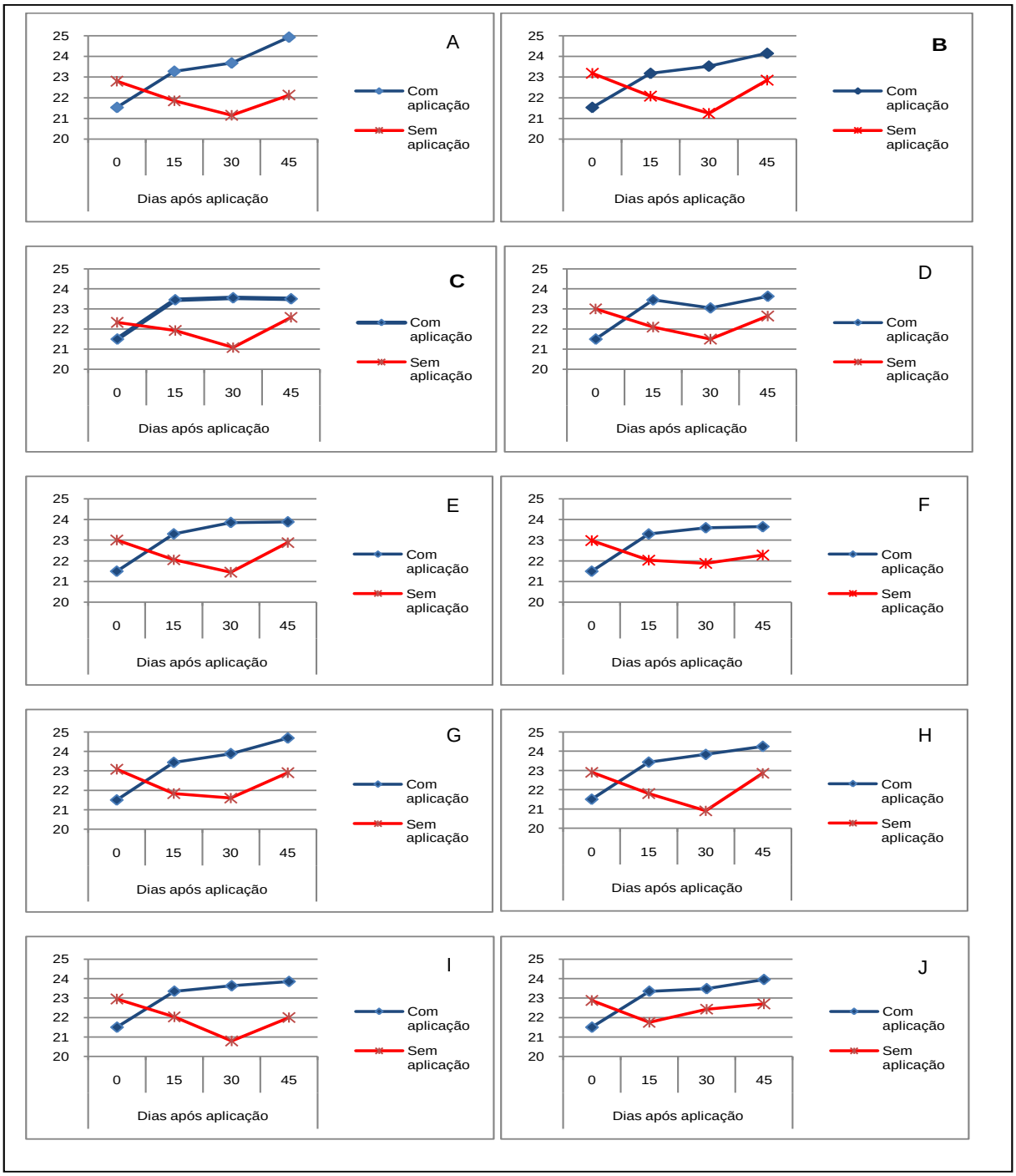


Figura 3. Análise dos tratamentos em relação às épocas de amostragem para Brix no caldo da cana de açúcar, no município de Ituverava, SP, na safra agrícola 09/10. A = Testemunha (sem aplicação); B = Glifosato; C = Trinexapaque etílico; D = Sulfometuron metil; E = Fluazifop; F = Trinexapaque etílico + Glifosato; G = Sulfometuron metil + Glifosato; H = Óleo Fusel; I = Piraclostrobin+Epoxiconazol e J = Álcool etílico. CV (%) para efeito residual (com e sem aplicação)= 8,08 e CV (%) para épocas de amostragem= 8,35.

4.2.1.2 Pol do caldo e Pureza Aparente do caldo (%)

Nas Figuras 4 e 5 apresentam-se dados da interação significativa entre o efeito residual e épocas de amostragem para os teores de pol do caldo e pureza do caldo (%).

Para os teores de pol do caldo os efeitos não apresentaram-se significativos apenas para a amostragem aos 45 DAA. De um modo geral, 16,05 % oi a média obtida para as parcelas sem reaplicação e 15,93% para as parcelas reaplicadas. Apenas para o tratamento com Óleo Fusel (Figura 4-H), pode-se notar que as parcelas sem aplicação ficaram com valores abaixo das parcelas reaplicadas.

Diferentemente do ocorrido com brix do caldo os teores de pol do caldo decaíram após 30 DAA em todos os tratamentos para as parcelas onde a aplicação dos maturadores foi realizada novamente.

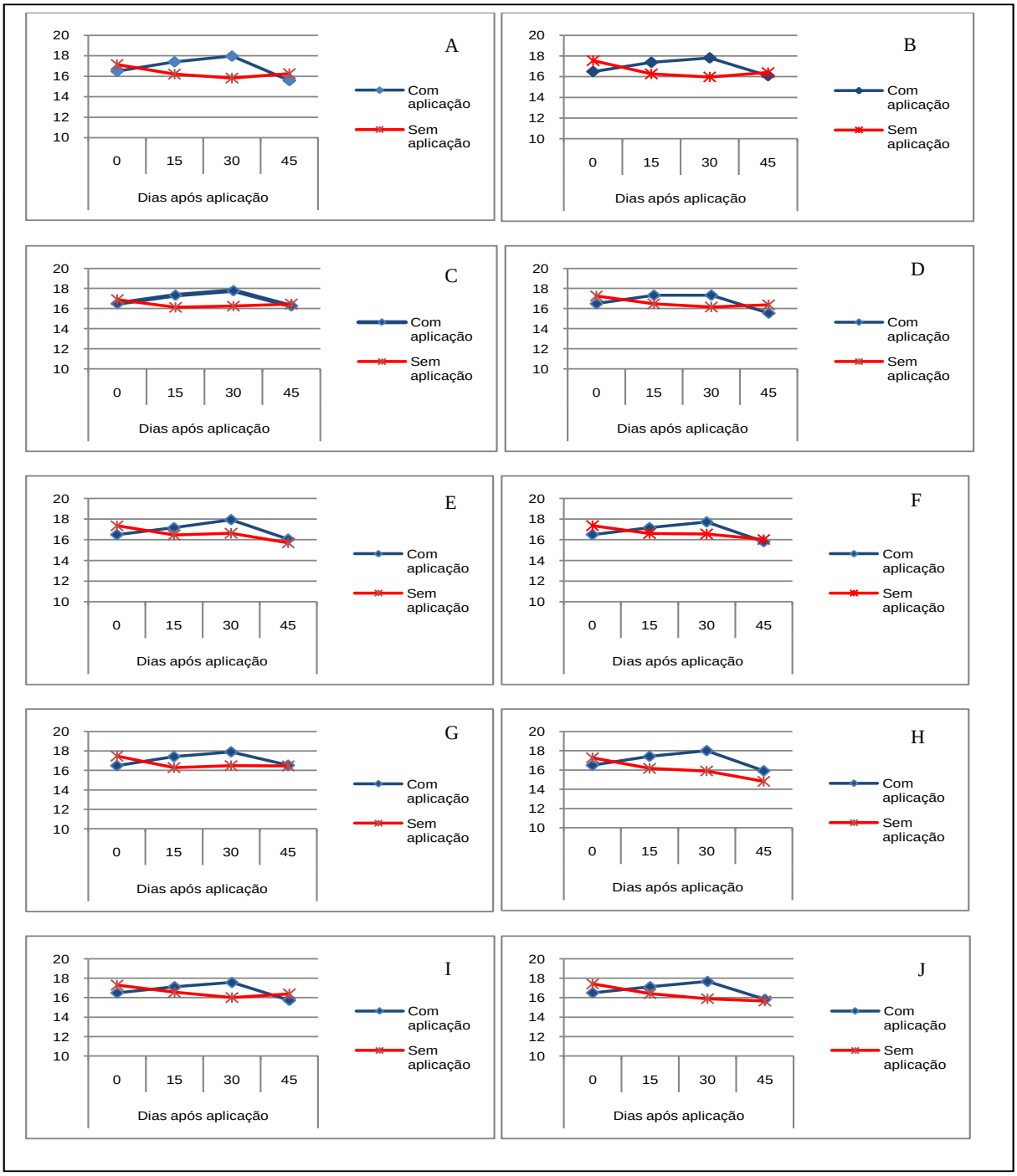


Figura 4. Análise dos tratamentos em relação às épocas de amostragem para Pol% no caldo da cana de açúcar, no município de Ituverava, SP, na safra agrícola 09/10. A = Testemunha (sem aplicação); B = Glifosato; C = Trinexapaque etílico; D = Sulfometuron metil; E = Fluazifop; F = Trinexapaque etílico + Glifosato; G = Sulfometuron metil + Glifosato; H = Óleo Fusel; I = Piraclostrobin+Epoxiconazol e J = Álcool etílico. CV (%) para efeito residual (com e sem aplicação)= 3,76 e CV (%) para épocas de amostragem= 3,45.

Na Figura 5, encontra-se o desdobramento da interação para os dados de pureza aparente do caldo (%).



Figura 5. Análise dos tratamentos em relação às épocas de amostragem para Pureza no caldo da cana de açúcar, no município de Ituverava, SP, na safra agrícola 09/10. A = Testemunha (sem aplicação); B = Glifosato; C = Trinexapaque etílico; D = Sulfometuron metil; E = Fluazifop; F = Trinexapaque etílico +

Glifosato; G = Sulfometuron metil + Glifosato; H = Óleo Fusel; I = Piraclostrobin+Epoxiconazol e J = Álcool etílico. CV (%) para efeito residual (com e sem aplicação)= 1,60 e CV (%) para épocas de amostragem= 1,60.

Pode-se observar na Figura 5 que em relação à Pureza aparente do caldo os tratamentos com sulfometuron metil, fluazifop e piraclostrobin+epoxiconazol podem ter apresentado efeito residual na cana, pois possuem maior valor em relação às parcelas onde foi realizada aplicação sucessiva nos dois anos de experimento.

A análise dos gráficos revela que ao longo das épocas de amostragem houve elevação dos valores da pureza, mas com tendência de estabilização nas parcelas onde os maturadores foram reaplicados. Este resultado é explicado pela dinâmica de maturação, uma vez que com o passar do tempo e a partir do momento que a cana-de-açúcar entra em processo de maturação os valores tanto do Brix como da Pol do caldo aumentam até sua estabilização, com posterior declínio, decorrente da retomada do processo de crescimento da planta. Tal declínio pode ser observado nas parcelas onde não houve reaplicação dos tratamentos, com exceção do sulfometuron metil, que apresentou pequeno acréscimo, podendo ser aqui encontrado uma tendência de efeito residual desse maturador.

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 o processo de maturação ocorrendo precocemente na safra 2010.

4.2.1.3 Açúcares Redutores do Caldo (%)

Mediante o desdobramento da interação efeito residual dentro de dias após aplicação (Figura 5), verifica-se que, para todas as épocas de amostragem houve semelhança no comportamento das parcelas onde a reaplicação foi realizada ou não.

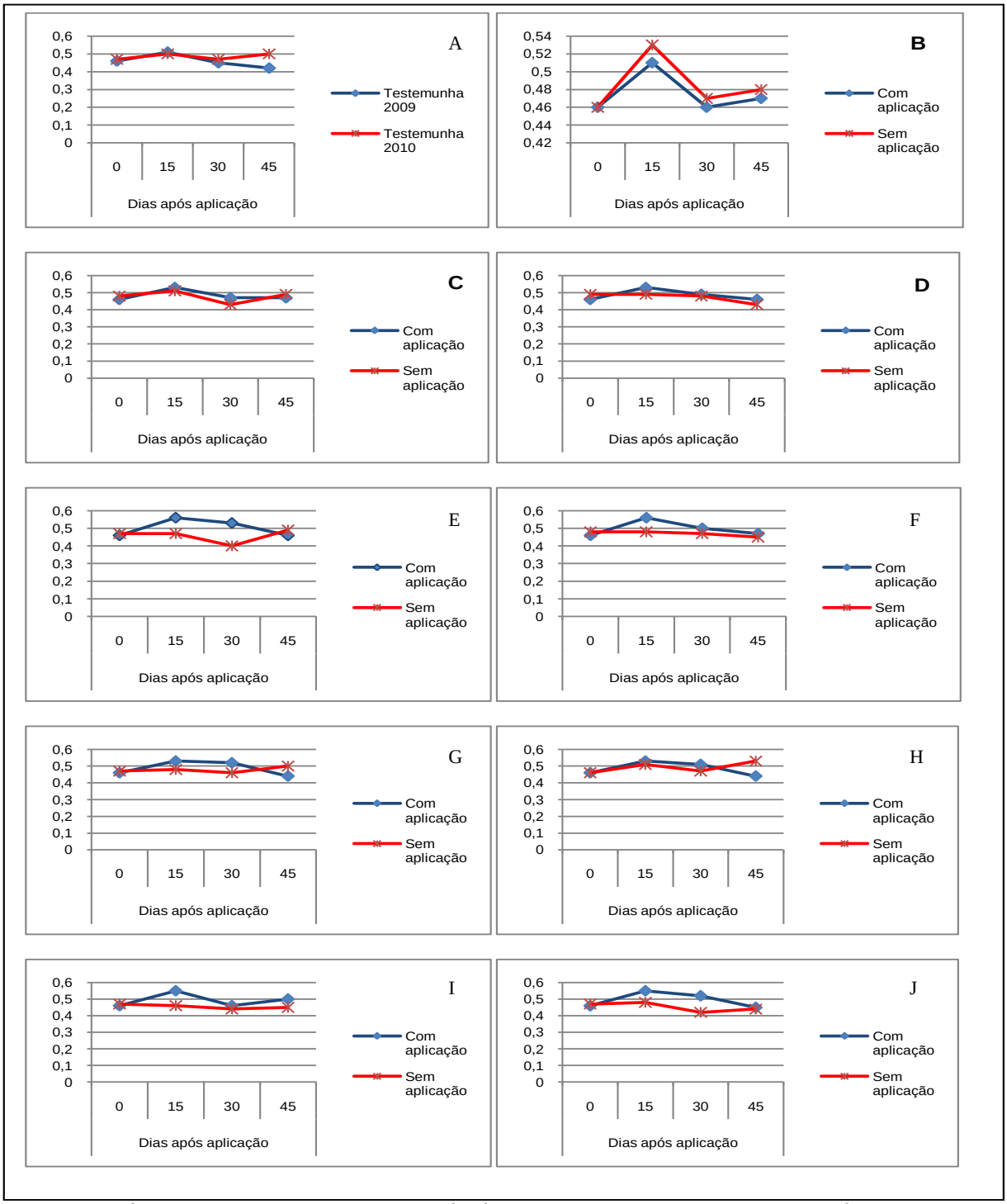


Figura 6. Análise dos tratamentos em relação às épocas de amostragem para % de Açúcares Redutores no caldo da cana de açúcar, no município de Ituverava, SP, na safra agrícola 09/10. A = Testemunha (sem aplicação); B = Glifosato; C = Trinexapaque etílico; D = Sulfometuron metil; E = Fluazifop; F = Trinexapaque etílico + Glifosato; G = Sulfometuron metil + Glifosato; H = Óleo Fusel; I = Piraclostrobin+Epoxiconazol e J = Álcool etílico. CV (%) para efeito residual (com e sem aplicação)= 8,08 e CV (%) para épocas de amostragem= 8,35.

Esses dados corroboram com os resultados observados por LEITE (2005), que aponta que é comum à totalidade dos produtos empregados a tendência de queda nos valores de AR ao longo das épocas de amostragem. Essa tendência de queda é clara mesmo na ausência da aplicação dos produtos, como revela as parcelas não reaplicadas, segundo o processo natural de maturação da cana-de-açúcar; contudo, o declínio para os valores de AR torna-se mais acentuado quando da reaplicação dos maturadores químicos. Todos os tratamentos manifestaram efeito significativo e demonstram corretamente a tendência de estabilização da queda do AR.

4.2.1.4 Fibra da cana

A fibra é a matéria insolúvel em água contida na cana. Na Figura 6, encontram-se dados referentes ao desdobramento da interação efeito residual e épocas de amostragem para fibra da cana.

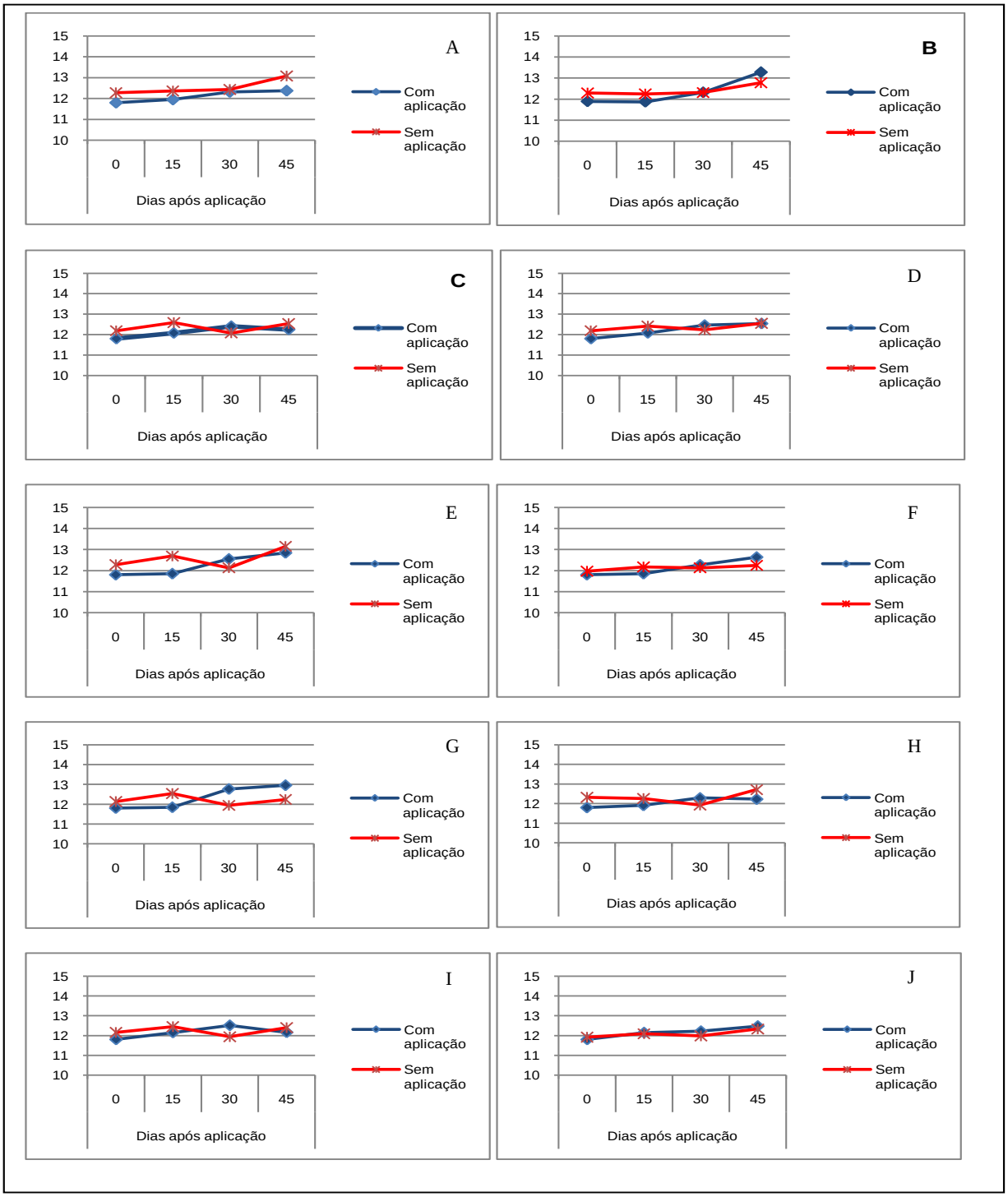


Figura 7. Análise dos tratamentos em relação às épocas de amostragem para Fibra na cana de açúcar, no município de Ituverava, SP, na safra agrícola 09/10. A = Testemunha (sem aplicação); B = Glifosato; C = Trinexapaque etílico; D = Sulfometuron metil; E = Fluazifop; F = Trinexapaque etílico + Glifosato; G = Sulfometuron metil + Glifosato; H = Óleo Fusel; I = Piraclostrobin+Epoxiconazol e J = Álcool etílico. CV (%) para efeito residual (com e sem aplicação)= 4,18 e CV (%) para épocas de amostragem= 4,28.

Na Figura 7, pode-se constatar, por meio de análise do desdobramento, que aos 45 DAA, como não houve diferença significativa entre os maturadores, também não houve diferença significativa entre as parcelas que foram reaplicadas e as que não receberam os tratamentos, sendo a média 12,60% e 12,57%, respectivamente. Foi possível observar que ao longo das épocas de amostragem a alteração no teor de fibra foi mínima, onde as parcelas apresentaram comportamento semelhante durante o desenvolvimento da cana.

Este aumento no teor de fibra decorrente da aplicação de maturadores químicos já foi observado por outros autores como LEITE et al. (2009b), VIANA et al. (2008) e CASTRO et al. (2001). Porém GALDIANO (2008), LEITE et al. (2009c), CASTRO et al. (2002) e CAPUTO et al. (2008) não observaram alterações significativas no teor de fibra mediante aplicação de maturadores.

4.2.1.5 Açúcares Totais Recuperáveis (Kg.t^{-1})

Estão apresentados na Figura 7, os resultados do açúcar teórico recuperável, expresso em kg açúcar t cana^{-1}, obtidos através da fórmula preconizada pela Consecana (2006).

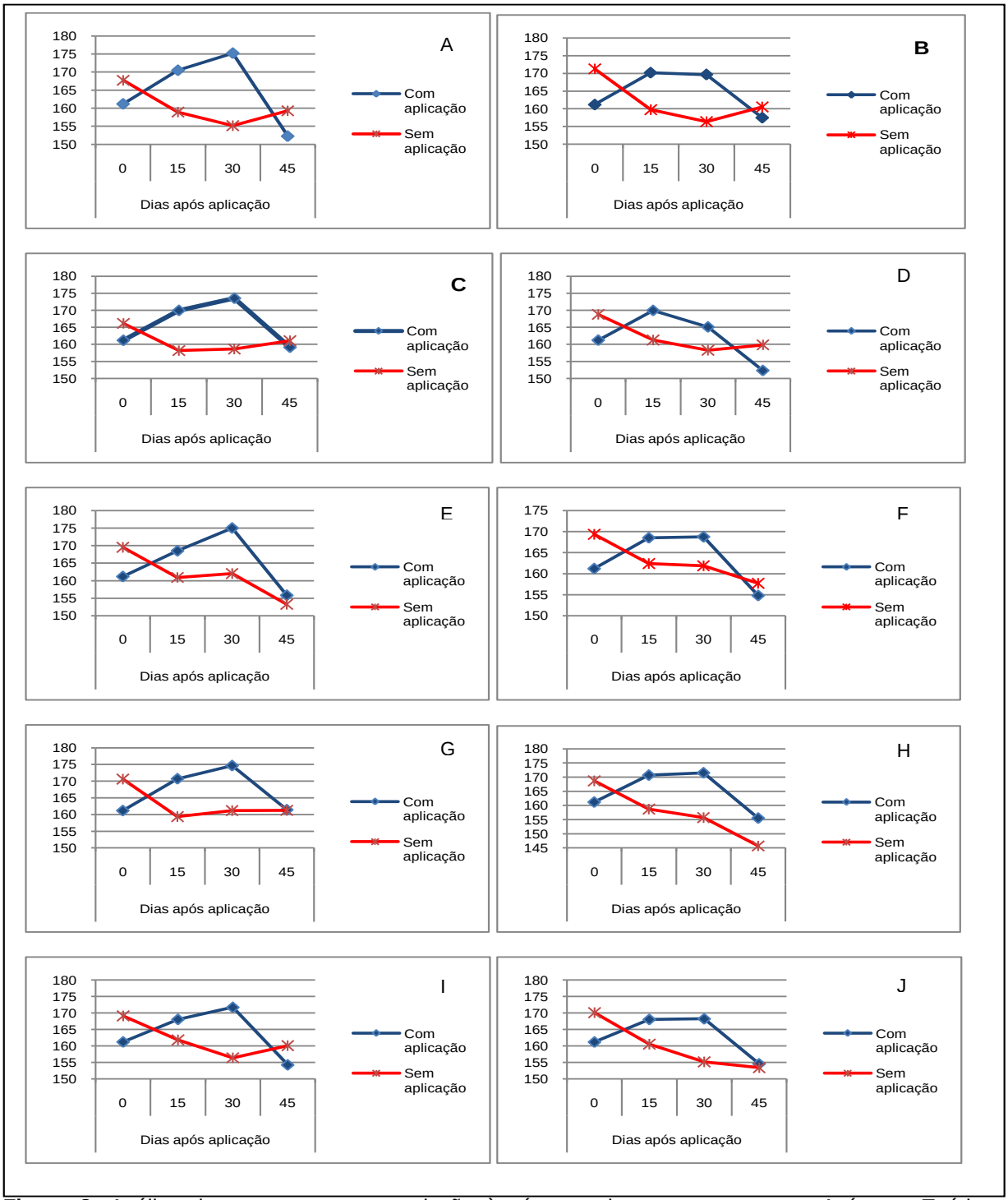


Figura 8. Análise dos tratamentos em relação às épocas de amostragem para Açúcares Teóricos Recuperáveis no caldo da cana-de-açúcar, no município de Ituverava, SP, na safra agrícola 09/10. A = Testemunha (sem aplicação); B = Glifosato; C = Trinexapaque etílico; D = Sulfometuron metil; E = Fluazifop; F = Trinexapaque etílico+Glifosato; G = Sulfometuron metil+Glifosato; H = Óleo Fusel; I = Piraclostrobin+Epoxiconazol e J = Álcool etílico. CV (%) para efeito residual (com e sem aplicação)= 8,08 e CV (%) para épocas de amostragem= 8,35.

De modo geral, pode-se observar na Figura 8 que todos os maturadores aplicados promoveram um incremento no ATR com o decorrer das épocas de amostragem até os 30 DAA para as parcelas, na qual os tratamentos foram aplicados nas 2 safras, com exceção do tratamento com sulfometuron metil (Figura 6-D), que aumentou o ATR até os 15 DAA. Porém, para as parcelas nas quais não ocorreu reaplicação no 2º ano, observou-se queda gradativa no ATR durante as épocas de amostragem do experimento.

Ressalta-se que o comportamento dos maturadores glifosato, trinexapaque etílico + glifosato, óleo fusel e álcool etílico revelam de forma mais clara e verdadeira o real comportamento do parâmetro ATR, isto é, apresentaram tendência à estabilização e não um incremento indistinto ao longo das épocas de amostragem (LEITE, 2005).

Também SIQUEIRA (2009), observou que conforme a cana de açúcar amadurece, há uma tendência de estabilização com posterior redução no ATR dos dois terços inferiores do colmo, o que corrobora com os resultados obtidos por GALDIANO (2008) que observou queda nos valores de ATR a partir dos 30 DAA, porém, a mesma autora observou incremento no ATR através da aplicação da mistura glifosato + sulfometuron metil em relação à testemunha somente aos 45 DAA.

4.3 Margem de Contribuição Agrícola (MCA)

4.3.1 Safra 2008/2009

Os valores médios da margem de contribuição agrícola (MCA) encontram-se nas Figuras 9, 10 e 11, onde se pode verificar que, à medida que se avançou para o final do período avaliado, ocorreu menor retorno econômico da cultura, principalmente em função da redução da qualidade da cana. O uso dos maturadores químicos aplicados isoladamente apenas resultou em retorno econômico até os 30 DAA (Figura 8), de R$25 ha^{-1}e R$91 ha^{-1} para o glifosato e trinexapaque etílico, respectivamente.

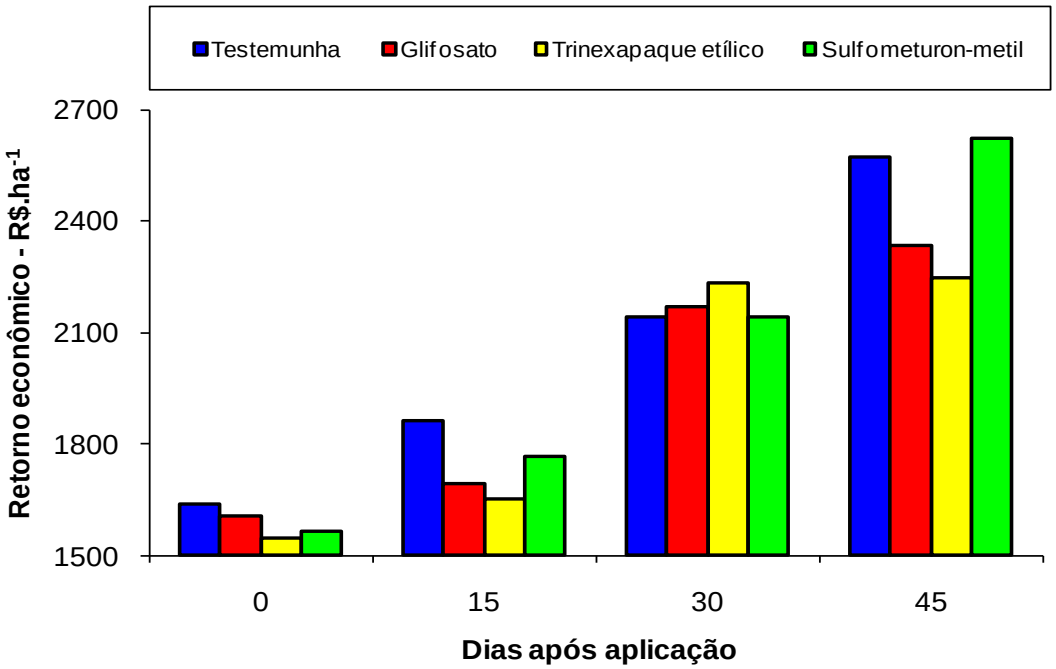


Figura 9. Efeito da aplicação de glifosato (192 g ha^{-1}), trinexapaque etílico (200 g ha^{-1}) e sulfometuron-metil (15 g ha^{-1}), na Margem de Contribuição Agrícola, comparados com a Testemunha. Ituverava, SP, 2012.

Quando a aplicação dos maturadores foi feita em misturas, observou-se uma diferença no retorno econômico, quando comparados com a Testemunha (Figura 10), principalmente aos 45 DAA, apenas para a mistura do trinexapaque etílico + glifosato, apresentando uma diferença da MCA em relação à Testemunha de R$15 ha^{-1}.

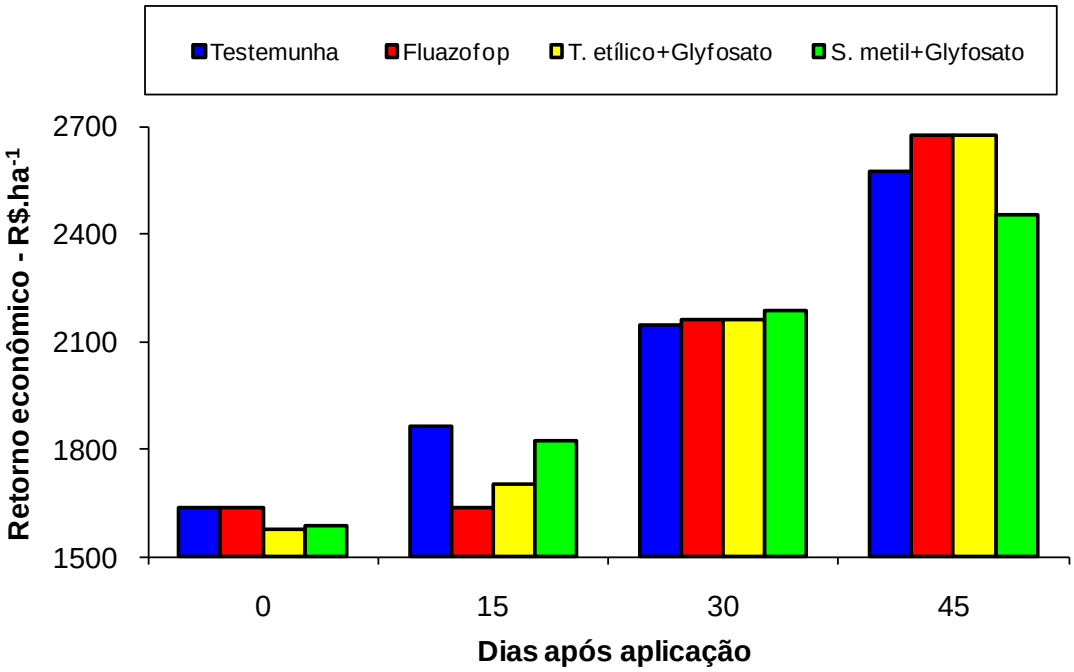


Figura 10. Efeito da aplicação maturadores fluazifop (0,8 L.ha^{-1}), trinexapaque etílico+glifosato e sulfometuron metil+glifosato, na Margem de Contribuição Agrícola, comparados com a Testemunha. Ituverava, SP, 2012.

Na Figura 11, pode-se observar que a aplicação de óleo fusel, piraclostrobin+epoxiconazol e álcool não apresentaram retorno econômico quando comparados à Testemunha em todas as épocas avaliadas.

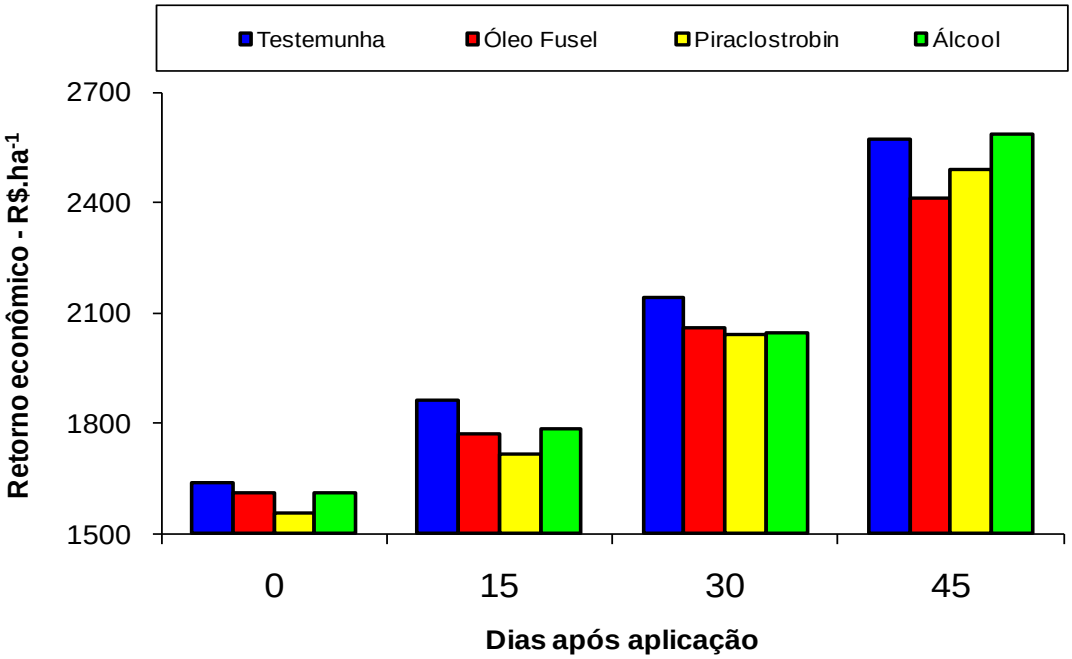


Figura 11. Efeito da aplicação de óleo Fusel (0,8 L ha^{-1}), piraclostrobin+epoxiconazol (0,8 L ha^{-1}) e álcool (0,8 L ha^{-1}), comparados com a Testemunha. Ituverava, SP, 2012.

4.3.2 Safra 2009/2010

Na Tabela 10 são observados dados referentes à reaplicação ou não de maturadores químicos na cana soca influenciando a Margem de Contribuição Agrícola da cultura.

Tabela 10. Margem de Contribuição Agrícola (MCA) em R$ ha^{-1}, na cultura da cana-de-açúcar submetida a reaplicação ou não de diferentes maturadores aos 30 dias após aplicação. Ituverava, 2012.

TRATAMENTOS	EFEITO RESIDUAL		
	MCA (R$ ha^{-1})		
	Parcelas Reaplicadas	Parcelas Sem Reaplicação	Teste F
Testemunha	2154 Ba	2003 Ab	**13,9****
Glifosato	2562 Aa	2031 Ab	**11,7****
Trinexapaque etílico	2487 Aa	2100 Ab	**10,6****
Sulfometuron metil	2362 Aa	2069 Ab	**8,5****
Fluazifop	2537 Aa	2112 Ab	**11,2****
T. etílico+Glifosato	2468 Aa	2179 Ab	**7,8***
S. metil+Glifosato	2523 Aa	2167 Ab	**10,5****
Óleo Fusel	2454 Aa	2026 Ab	**14,8***
Piraclostrobin+Epoxiconazol	2435 Aa	2048 Ab	**15,9***
Álcool	2462 Aa	2019 Ab	**9,42****
Média Geral	**2444,4**	**2075,4**	
Teste F	**7,35***	**1,86**^{ns}	

Obs.: Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na linha, e letras maiúsculas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 %.

A MCA representa o indicativo ideal para o estudo comparativo de tratamentos que influenciam a qualidade e produtividade da cana-de-açúcar, tendo em vista que o retorno econômico por hectare depende também da produtividade de colmos (FERNANDES, 2003).

Assim, pode-se observar na Tabela 10 que a reaplicação dos maturadores ocasionou aumento significativo no retorno econômico da cultura.

A produtividade de açúcar influencia diretamente a Margem de contribuição agrícola (MCA) e, neste estudo, não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos nas parcelas onde foi realizada apenas uma aplicação, porém, nas parcelas com reaplicação todos os tratamentos se diferenciaram da testemunha (parcela sem aplicação de maturadores por dois anos), apresentando R$200 a R$400 a mais no retorno econômico. Este fato nos indica que embora as diferenças nas qualidades tecnológicas possam ser pequenas e não significativas, quando se faz análise econômica destes resultados, os efeitos poderão ser melhores caracterizados, principalmente quanto à sua aplicabilidade prática.

O pico no ganho de pol proporcionado pelos maturadores em relação à testemunha ocorreu, entre aos 30 DAA (Figura 12F) e aos 45 DAA, os tratamentos praticamente se igualaram. Assim, pode-se observar que se a colheita fosse realizada no período de maior ganho de pol (30 DAA), teria resultado em maior MCA destes maturadores em relação à testemunha. Neste contexto é importante que seja realizada uma boa programação antes da aplicação dos maturadores químicos para que os efeitos desta aplicação sejam aproveitados ao máximo e a colheita seja realizada no período de maior qualidade tecnológica, e portanto valorização e melhor MCA.

V CONCLUSÃO

Com base nos resultados observados e na metodologia empregada pode-se concluir que:

a) De um modo geral os maturadores utilizados não afetaram significativamente as características tecnológicas da matéria prima;

b) Em relação às épocas de amostragem, os melhores resultados observados ocorreram aos 30 DAA, onde as parcelas que receberam a aplicação dos maturadores nos dois anos de produção apresentaram melhor qualidade de matéria prima do que a Testemunha;

c) A Margem de Contribuição Agrícola (MCA) caracterizou melhores resultados dos maturadores, principalmente na safra 2009/2010 quando a reaplicação dos maturadores proporcionou maiores retornos econômicos.

VI REFERÊNCIAS

AGUIRRE JUNIOR, J.M. Criação de novas variedades de cana no Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico, 1936. 64p. (Boletim técnico, 34).

ALMEIDA, J. C. V. *et. al.* Efeito de maturadores nas características tecnológicas na cana-de-açúcar com e sem estresse hídrico. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 26, n. 4, p. 441-448, out./dez. 2005.

ANTUNES, L. M.; ENGEL, A. Manual de administração rural. Guaíba: Livraria e Ed. Agropecuária, 1994. p.230.

AZANIA, C. A. M. ; AZANIA, A. A. P. M. ; ROLIM, J. C. ; PIZZO, I. V. ; SCHIAVETTO, A. R. . Dinâmica e controle de corda-de-viola em cana-de-açúcar. In: Boletim Informativo Notesalq, 2007, Piracicaba. Boletim Informativo Notesalq. Piracicaba, 2007. v. 16. p. 03-03

AZANIA, A.A.P.M.; AZANIA, C.A.M.; MARQUES, M.O.; PAVANI, M.C.M.D. Emergência e desenvolvimento de guanxuma (Sida rhombifolia), capim-braquiária (Brachiaria decumbens) e cana-de-açúcar (Saccharum spp.) infuenciados por subprodutos da destilação do álcool. Planta Daninha, v.22, p.331-336, 2004.

AZANIA, A. A. P. M. ; AZANIA, C. A. M. ; ALVES, P. L. C. A. ; MELO, M. N. ; CARNEIRO, I. L. R. . Potencialidade alelopática de diferentes cultivares de cana-de-açúcar (Saccharum spp). STAB - Açúcar Alcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 21, n. 3, p. 06-08, 2003.

AZEVEDO, H. J. Fisiologia da cana-de-açúcar. Araras: Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar, 1981. 108 p. Apostila.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

CAMARGO, P. N. Fisiologia de la caña de azúcar. México: Comisión Nacional de la Industria Azucareira/ Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar, 1976. 59p.

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

CASTRO, P.R.C.; MIYASAKI, J.M.; BEMARDI, M.; MARENGO, D.; NOGUEIRA, M.C.S. Efeito do Etefon na maturação e produtividade da cana-de-açúcar. Rev. Agric. (Piracicaba), v.76, n.2, p.277-290, 2001.

CASTRO, P. R. C. Fisiologia da cana-de-açúcar. In: ENCONTRO DE CANA-DE-AÇÚCAR, Anais... São Paulo, 1992. p. 5-8.

CLEMENTS, H. F. Sugar cane crop logging and crop control:principles and practices. Hawaii: The University Press of Hawaii,1980.520p.

COLETI, J.T.O preparo de solo sob a ótica conservacionista. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. Cana-de-açúcar. 1.ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. p.573-584.

CONSECANA. Regulamento dos negócios de compra e venda de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: Manual de Instruções. Piracicaba: 2006. 16p. Apostila.

COPERSUCAR. COOPERATIVA DOS PRODUTORES DE CANA, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *5ª geração de variedades*. Piracicaba, 1995. p.16-23 (Boletim Técnico).

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

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

FERNANDES, A. C. Cálculos na agroindústria de cana-de-açúcar. Piracicaba: STAB, 2000. p. 66.

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

FERNANDES, A. C. Refratômetro de campo. *Boletim Técnico Copersucar*, São Paulo, v. 19, p. 5-12, 1982.

FERNANDES, A.J. Manual da Cana de Açúcar. Piracicaba: LivroCeres, 1984. 196 p.

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

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.

GALLI, A. J. B. Roundup como maturador de cana-de-açúcar. A melhor opção para flexibilizar o manejo de corte. In: SEMINÁRIO ROUNDUP EFEITO MATURADOR,1., Anais... Guarujá 1993, p. 18-23.

GHELLER, A. C. A. Resultados da aplicação de maturadores vegetais em cana-de-açúcar, variedades RB72454 e RB835486 na região de Araras, SP. In: 4 Jornada Científica da UFSCar, 2001, São Carlos. *Resumos*... 2001.

GUIDI, R. H. Comportamento das características tecnológicas e da fermentação etanólica do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), variedade SP70-1143 tratada com maturadores químicos. 1996. 79 f. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

HUMBERT, R.P. El cultivo de la caña-de-azucar. 6. ed. México: Continental, 1984. 719p.

LAVANHOLI, M. das G.D.P.; CASAGRANDE, A.A.; OLIVEIRA, L.A.F.; FERNANDES, G.A.; ROSA R.F. Aplicação de ethephon e imazapyr em cana-de-açúcar em diferentes épocas e sua influência no florescimento, acidez do caldo e teores de açúcares nos colmos – variedade SP 70-1143. Revista STAB, v.20, p.42-45, 2002.

LAVANHOLI, M. G. D. P.. Aplicação de ethephon e imazapyr como inibidores de florescimento em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp, var. SP70-1143). 2001. 217 f. Tese (Trabalho de Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

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, 2009a.

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, mai-jun, 2009b.

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 Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2005. 141p.

LEONE, G. G. Curso de Contabilidade de Custos. São Paulo: Atlas, 1997. p.123.

MACHADO, E. C. Fisiologia de produção de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 56-87.

MIOCQUE, J. Fenômenos que alteram a fotossíntese da cana. Stab – Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 10, n. 6, p. p 36-38. 1992.

MUTTON, M. J. R. et al. Avaliação da atividade de invertase em caldo de cana-de-açúcar, submetida a corte ou queima. Stab – Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v 7, n. 2, p. p 51-54. 1988.

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

NAGUMO, M. Elevação do teor de sacarose com uso de Roundup em solo de alta fertilidade. In: SEMINÁRIO ROUNDUP EFEITO MATURADOR, 1., 1993, Guarujá. Anais... Guarujá, 1993p. 47-60.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. Journal of Biological Chemistry, Baltimore, v.153, n. 3, p. 375-379, 1944.

PATREZZE, A. Efeito do glifosate como maturador químico da cana-de-açúcar, nas características tecnológicas do caldo, na microbiologia e no rendimento do processo fermentativo. 1994. 52 f. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

PÉREZ, E.R.; CARDOSO, D.R.; FRANCO, D.W. Análise dos álcoois, ésteres e compostos carbonílicos em amostras de óleo fúsel. Química Nova, v.24, p.10-12, 2001.

PROCÓPIO, S. O. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150 p.

ROMERO, E. et al. Características y beneficios de la maduración química de la caña de azúcar de Tucumán. Avance Agroindustrial,Tucumam, v.18, n.68, p.3-8, 1997.

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. Avance Agroindustrial, v.19, p.7-10, 1998.
SANT'ANNA, L. A. C. Influência da aplicação de maturadores químicos, sobre as características químico-tecnológicas da cana-de-açúcar (*Saccharum spp,* var. SP 70-1143). 1991. 95 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. Sugarcane maturity estimation through aphicclimatic parameters. Scientia Agricola, v.13, n.8, p.8, 2004.

SCHENEIDER, F. (Ed.). Sugar analysis ICUMSA methods. Copenhagen. 1979. 265 p.

SILVA, G. M. *et al*. The use of ethephon to manage sugarcane varieties in different locations of the central – southern region of Brazil. In: CONGRESS OF I.S.S.C.T., 20., 1989, São Paulo. *Proceedings*… p. 623-645.

SLACK, C. R. The physiology of sugarcane. *Australian Journal of Biological Sciences*, v. 18, n. 4, p. 781-788, 1965.

STUPIELLO,J.P. Matéria-prima: qualidade total. In: SEMINARIO ROUNDUP EFEITO MATURADOR,1, 1993, Guarujá. Anais ... Guarujá, 1993, p. 83.

STURM, A. Invertases. Primary structures, functions, and roles in plant development and sucrose partitioning. *Plant physiology*, v. 121, p. 1-7, 1999.

TANIMOTO, T. The press method of cane analysis. Hawaiian in Plater's Record, Aila, v. 57, p. 133-150, 1964.

TAVARES, A. C. Deterioração da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.)* queimada em pós-colheita, submetida à aplicação de maturadores químicos. 1997. 63 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

TRAVAGLINI JÚNIOR, N. Eficiência de doses crescentes de vinhaça, com e sem complementação com potássio, na qualidade tecnológica, produtividade e maturação, em soqueira de cana-de-açúcar. 1999. 50f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VIANA, R. S. *et al.* Efeito da aplicação de maturadores químicos na cultura da cana-de-açúcar (Saccharum spp.) variedade SP81-3250. Maringá, v. 30, n. 1, p. 65-71, 2008.

VIANA, R. S. Aplicação de maturadores químicos no final de safra, associada à eliminação de soqueira em área de reforma do canavial. 2007. 46 f. Dissertação (Trabalho de Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.