

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

**MATURAÇÃO INDUZIDA, ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS,  
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA-DE-  
AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.)**

**GLAUBER HENRIQUE PEREIRA LEITE**

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

BOTUCATU – SP  
Junho – 2005

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

**MATURAÇÃO INDUZIDA, ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS,  
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA-DE-  
AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.)**

**GLAUBER HENRIQUE PEREIRA LEITE**

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol

Co-Orientador: Dr. Marcelo de Almeida Silva

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

BOTUCATU – SP  
Junho – 2005

"Mesmo quando todos os especialistas concordam, podem muito bem estar redondamente enganados."

(Bertrand Russel (1872-1970), filósofo inglês)

“No mundo dos negócios todos são pagos com duas moedas: Dinheiro e experiência. Agarre a experiência primeiro, o dinheiro virá depois.”

(Harold Geneen)

"Só é útil o conhecimento que nos faz melhores."

(Sócrates)

Aos meus pais, Benedito Aristides Pereira Leite e Emília M. M. C. Pereira Leite, 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. Vocês me ensinaram que não devemos nos comparar com os outros mas com o melhor que podemos fazer. Enfim, aprendi que na vida há coisas simples e importantes... simples como eu e importantes como vocês !!!

Aos meus irmãos, Alex e Gleice, pelo carinho e amizade; embora muitas vezes ausente, vocês sempre estiveram junto à mim em meus pensamentos.

À minha namorada Letícia Huber, pela compreensão, companheirismo e por fazer 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 as vezes nos acontecem coisas tão belas, que nunca pensamos em sonhá-las; para mim aconteceu... você !!!

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

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

Ao Prof. Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol e ao Dr. Marcelo de Almeida Silva, pela orientação, amizade e principalmente pela confiança. Muitos são professores, poucos são mestres; os professores ensinam por palavras em templos, com os mestres aprendemos por ações e exemplos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro, concedido através de bolsa de estudo.

À SQM BRASIL LTDA. pelo financiamento parcial do projeto de pesquisa.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal (Agricultura), em especial à Vera Lúcia Rossi e Ilanir Rosane R. Bocetto, pelo auxílio e, aos funcionários de campo, pela colaboração.

Aos professores Waldemar Gastoni Venturini Filho e Giuseppina Pace Pereira Lima pelos ensinamentos e incentivo, e aos amigos do Laboratório de Bebidas do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da FCA/UNESP, em especial à Camila Cristina Bueno Sacomani, Vanessa Cassoni e Andressa Milene Parente Nogueira, pela amizade e colaboração.

Ao Grupo COSAN – Unidade Barra, ao engenheiro agrônomo Sebastião Santos Ribeiro (coordenador de desenvolvimento técnico), Adauto Aparecido Biega (encarregado de desenvolvimento técnico), Fernando Zola (analista de controles operacionais), e aos auxiliares de desenvolvimento técnico de campo, Alex Sandro Bispo dos Santos, Alex Sandro Medolago, Antônio Francisco dos Santos, Dirceu Olímpio, Eduardo Rogério Olímpio, Elton Fernando Dias Nunes, Everton Carlos Barduzzi, José Osmano Santana, Junio da Silva Santana, Leandro Aparecido da Cruz, Leandro Aparecido Del Turco, Luciano Rogério Ribeiro, Paulo Roberto Ribeiro, Ricardo da Silva, Ronaldo Sidnei de Sousa, Valdemir Martins

de Oliveira, Eduardo Mariano, pela cessão das áreas agrícolas, apoio e contribuição para o desenvolvimento deste estudo.

Aos amigos da República Santa Cerva, pelos longos anos de amizade e convivência; e aos companheiros Émerson Borghi e Rogério Farinelli, pela amizade, apoio e contribuição à minha formação.

Aos colegas do curso de pós-graduação pela colaboração e incentivo; à todos, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	VII
LISTA DE FIGURAS .....	XI
1. RESUMO .....	1
2. SUMMARY .....	4
3. INTRODUÇÃO .....	7
4. REVISÃO DE LITERATURA .....	10
4.1 Importância da cultura da cana-de-açúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> L.) .....	10
4.2 Dinâmica de acúmulo de sacarose em colmos de cana-de-açúcar .....	11
4.3 Sistema de controle do acúmulo de sacarose nos colmos .....	15
4.4 Maturadores da cana-de-açúcar e inibidores de florescimento .....	18
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	28
5.1 Localização e caracterização climática da área experimental .....	28
5.2 Caracterização do solo .....	29
5.3 Caracterização das variedades .....	30
5.4 Delineamento experimental e tratamentos .....	31
5.5 Instalação e condução dos experimentos .....	31
5.6 Avaliações realizadas .....	34
5.6.1 Parâmetros bioquímicos .....	34
5.6.1.1 Determinação da quantidade e da atividade das invertases ácida solúvel e neutra em caldo de cana .....	34
5.6.1.1.1 Reação para invertase neutra .....	34
5.6.1.1.2 Reação para invertase ácida .....	34
5.6.2 Parâmetros biométricos .....	35
5.6.2.1 Altura de plantas e diâmetro dos colmos .....	35
5.6.2.2 Número de colmos e rebrota .....	35
5.6.2.3 Florescimento e brotação lateral .....	35
5.6.2.4 Chochamento .....	36

5.6.2.5 Massa dos colmos .....	36
5.6.2.6 Produtividade de colmos, açúcar e margem de contribuição agrícola .....	36
5.6.3 Parâmetros tecnológicos .....	37
5.6.3.1 pH e acidez caldo .....	37
5.6.3.3 Pol cana .....	38
5.6.3.4 Pureza caldo .....	38
5.6.3.5 Açúcares redutores cana .....	39
5.6.3.6 Açúcar teórico recuperável cana .....	39
5.6.3.7 Fibra e umidade cana .....	40
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
6.1 Experimento 1 - variedade de cana-de-açúcar “RB85-5453” .....	42
6.1.1 Invertases ácida e neutra .....	42
6.1.2 Altura de plantas e diâmetro dos colmos .....	49
6.1.3 Número de colmos e rebrota .....	51
6.1.4 Florescimento e brotação lateral .....	52
6.1.5 Chochamento .....	58
6.1.6 Massa dos colmos .....	59
6.1.7 pH e acidez caldo .....	62
6.1.8 Pol cana .....	66
6.1.9 Pureza caldo .....	69
6.1.10 Açúcares redutores cana .....	72
6.1.11 Açúcar teórico recuperável cana .....	75
6.1.12 Fibra e umidade cana .....	78
6.1.13 Produtividade de colmos, açúcar e margem de contribuição agrícola .....	83
6.2 Experimento 2 - variedade de cana-de-açúcar “SP80-3280” .....	85
6.2.1 Invertases ácida e neutra .....	85
6.2.2 Altura de plantas e diâmetro dos colmos .....	90
6.2.3 Número de colmos e rebrota .....	91
6.2.4 Florescimento e brotação lateral .....	92
6.2.5 Chochamento .....	97



6.2.6 Massa dos colmos .....	97
6.2.7 pH e acidez caldo .....	100
6.2.8 Pol cana .....	104
6.2.9 Pureza caldo .....	107
6.2.10 Açúcares redutores cana .....	109
6.2.11 Açúcar teórico recuperável cana .....	111
6.2.12 Fibra e umidade cana .....	114
6.2.13 Produtividade de colmos, açúcar e margem de contribuição agrícola .....	118
6.3 Determinação das curvas de maturação .....	119
6.3.1 Curva de maturação da variedade “RB85-5453” (Experimento 1) .....	119
6.3.2 Curva de maturação da variedade “SP80-3280” (Experimento 2) .....	124
7. CONCLUSÕES .....	127
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	129

## LISTA DE TABELAS

### Página

Tabela 1. Característica química do solo da área experimental. Fazenda São Joaquim – Grupo COSAN, Usina da Barra. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	30
Tabela 2. Característica química do solo da área experimental. Fazenda Bosque – Grupo COSAN, Usina da Barra. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	30
Tabela 3. Caracterização inicial dos parâmetros bioquímicos, biométricos e tecnológicos das variedades RB855453 e SP80-3280 .....	33
Tabela 4. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à atividade das enzimas invertases (ácida e neutra) da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	46
Tabela 5. Altura de plantas e diâmetro dos colmos aos 0 e 90 dias após a aplicação (DAA) dos maturadores químicos, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	50
Tabela 6. Avaliação do número de colmos e rebrota aos 90 dias após a aplicação (DAA) dos maturadores químicos, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	52
Tabela 7. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente ao florescimento e à brotação lateral da cana-de-açúcar variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	55
Tabela 8. Avaliação do chochamento da cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores químicos, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	59
Tabela 9. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à massa dos colmos da cana-de-açúcar variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	60
Tabela 10. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente ao pH e à acidez do caldo da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	63
Tabela 11. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à pol por cento cana da cana-de-açúcar variedade RB855453. Igaracú do Tietê SP, 2004 .....	67
Tabela 12. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à pureza do caldo da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	70

Tabela 13. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente aos açúcares redutores da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	73
Tabela 14. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente ao açúcar teórico recuperável da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	76
Tabela 15. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à fibra da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	79
Tabela 16. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à umidade da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	80
Tabela 17. Produtividade de colmos, açúcar e margem de contribuição agrícola aos 90 dias em função da aplicação de maturadores químicos na cultura da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	84
Tabela 18. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à atividade das enzimas invertases (ácida e neutra) da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	87
Tabela 19. Altura de plantas e diâmetro de colmos aos 0 e 90 dias após a aplicação (DAA) dos maturadores químicos, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	91
Tabela 20. Avaliação do número de colmos e rebrota aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA) em função da aplicação de maturadores químicos, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	92
Tabela 21. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente ao florescimento e à brotação lateral da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	94
Tabela 22. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à massa dos colmos da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	98
Tabela 23. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente ao pH e à acidez do caldo da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	101
Tabela 24. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à pol por cento cana da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	105

Tabela 25. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à pureza do caldo da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	107
Tabela 26. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente aos açúcares redutores da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	109
Tabela 27. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente ao açúcar teórico recuperável da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	112
Tabela 28. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à fibra da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	115
Tabela 29. Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à umidade da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	115
Tabela 30. Produtividade de colmos, açúcar e margem de contribuição agrícola aos 174 dias em função da aplicação de maturadores químicos na cultura da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	119

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Síntese de amido e de sacarose, processos competitivos que ocorrem em diferentes compartimentos celulares .....	13
Figura 2. Precipitação (mm dia <sup>-1</sup> ), temperaturas máxima e mínima (°C) e velocidade do vento (km h <sup>-1</sup> ), registradas durante a condução do experimento no ano agrícola de 2004 .....	29
Figura 3. Invertase ácida (µg de glicose g <sup>-1</sup> matéria fresca) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	48
Figura 4. Invertase neutra (µg de glicose g <sup>-1</sup> matéria fresca) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	45
Figura 5. Florescimento (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	56
Figura 6. Brotação lateral (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	57
Figura 7. Massa dos colmos (kg colmo <sup>-1</sup> ) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	61
Figura 8. pH do caldo em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	64
Figura 9. Acidez do caldo (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 100 ml <sup>-1</sup> caldo) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	65
Figura 10. Pol cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	68

Figura 11. Pureza do caldo (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	71
Figura 12. Açúcares redutores cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	74
Figura 13. Açúcar teórico recuperável (kg açúcar t <sup>-1</sup> cana) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	77
Figura 14. Fibra cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	81
Figura 15. Umidade cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	82
Figura 16. Invertase ácida (µg de glicose g <sup>-1</sup> matéria fresca) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	88
Figura 17. Invertase neutra (µg de glicose g <sup>-1</sup> matéria fresca) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	89
Figura 18. Florescimento (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	95
Figura 19. Brotação lateral (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	96
Figura 20. Massa dos colmos (kg colmo <sup>-1</sup> ) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	99
Figura 21. pH do caldo em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	102

Figura 22. Acidez do caldo (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 100 ml <sup>-1</sup> caldo) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	103
Figura 23. Pol cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	106
Figura 24. Pureza do caldo (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	108
Figura 25. Açúcares redutores cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	110
Figura 26. Açúcar teórico recuperável (kg açúcar t <sup>-1</sup> cana) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	113
Figura 27. Fibra da cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	116
Figura 28. Umidade da cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	117
Figura 29. Curvas de maturação da cana-de-açúcar, variedade RB855453, em função da aplicação de maturadores químicos. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	123
Figura 30. Curvas de maturação da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280, em função da aplicação de maturadores químicos. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004 .....	126

## 1. RESUMO

O projeto de pesquisa teve por objetivo avaliar as alterações fisiológicas na cana-de-açúcar decorrente da aplicação de maturadores químicos com diferentes mecanismos de ação e os reflexos na produtividade e qualidade tecnológica. Dessa forma foram instalados e conduzidos dois experimentos em cana soca nas Fazendas São Joaquim e Bosque, situadas no município de Igarapé do Tietê, Estado de São Paulo, pertencentes ao Grupo COSAN – Unidade Barra (Usina da Barra). O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados com cinco repetições. No experimento 1 (Fazenda São Joaquim) utilizou-se a variedade de cana-de-açúcar RB855453 e no Experimento 2 (Fazenda Bosque) a variedade SP80-3280. Os tratamentos consistiram na aplicação de sete maturadores químicos ( $\text{KNO}_3$  (p.c. Krista Kana), Etil-trinexapac (p.c. Moddus), Sulfometuron metil (p.c. Curavial), Etefon (p.c. Ethrel),  $\text{KNO}_3$  + boro (p.c. Krista Kana Plus), Glifosato (p.c. Roundup) e Compostos de radicais carboxílicos orgânicos + Glifosato (p.c. MTD + Roundup)) e uma testemunha, maturação natural. As doses empregadas foram, respectivamente: 3 kg p.c.  $\text{ha}^{-1}$ , 0,8 L p.c.  $\text{ha}^{-1}$ , 20 g p.c.  $\text{ha}^{-1}$ , 2 L p.c.  $\text{ha}^{-1}$ ,



3,0 kg p.c. ha<sup>-1</sup>, 0,4 L p.c. ha<sup>-1</sup> e 1,0 L p.c. ha<sup>-1</sup> + 0,15 L p.c. ha<sup>-1</sup>. A aplicação dos maturadores ocorreu nos meses de março (Experimento 1) e maio (Experimento 2) de 2004, utilizando-se equipamento costal pressurizado (CO<sub>2</sub>). As parcelas foram constituídas de 8 linhas de 10m de comprimento com espaçamento de 1,5m. Foram avaliados os seguintes parâmetros bioquímicos, biométricos e tecnológicos: atividade das enzimas invertases ácida solúvel e neutra em caldo de cana; altura de plantas, diâmetro dos colmos, número de colmos, rebrota, florescimento, chochamento, brotação lateral, produtividade de colmos e açúcar; pH, acidez, pol, pureza, açúcares redutores, açúcar teórico recuperável, fibra e umidade. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste DMS a 5% de probabilidade. A aplicação de maturadores da classe dos inibidores e reguladores do crescimento vegetal na variedade de cana-de-açúcar RB855453, no mês de março, possibilitou as seguintes conclusões: a atividade das invertases ácida e neutra foi afetada de forma e intensidade distinta em função do princípio ativo utilizado como maturador; o emprego de Etil-trinexapac como maturador aumentou a rebrota da soqueira; o Glifosato, Etil-trinexapac e Sulfometuron metil interromperam o crescimento da planta em altura e promoveram os maiores índices de chochamento; o Glifosato, Etefon, Etil-trinexapac e Sulfometuron metil, em ordem decrescente, foram os que proporcionaram os maiores índices de brotação lateral; a aplicação de Glifosato, Sulfometuron metil, Etil-trinexapac e Etefon anteciparam a maturação da cana-de-açúcar em 45, 30, 30 e 15 dias, respectivamente, em relação à testemunha; o Sulfometuron metil proporcionou o maior retorno econômico por hectare. A aplicação de maturadores da classe dos inibidores e reguladores do crescimento vegetal na variedade de cana-de-açúcar SP80-3280, no mês de maio, possibilitou as seguintes conclusões: os maturadores induziram alterações na atividade das invertases ácida e neutra, embora, de forma

e intensidade diferentes; os maturadores não afetaram a rebrota da soqueira, contudo, o Sulfometuron metil proporcionou o maior número de plantas por metro; o processo de crescimento em altura das plantas não foi interrompido pela aplicação de Glifosato, Etil-trinexapac e Sulfometuron metil; os maturadores não influenciaram o processo de florescimento e chochamento; a aplicação de Glifosato proporcionou o maior índice de brotação lateral, seguido do Etil-trinexapac,  $KNO_3$  e Etefon, respectivamente; o Glifosato e  $KNO_3$  + Boro mostraram-se eficientes em antecipar a maturação da cana-de-açúcar em relação à testemunha em 11 dias. O Sulfometuron metil, Etil-trinexapac e Etefon permitiram a antecipação em 6 dias; o emprego de  $KNO_3$ , Sulfometuron metil e Comp. carboxílicos + Glifosato, em ordem decrescente, proporcionaram o maior retorno econômico por hectare.

INDUCED RIPENING, PHYSIOLOGICAL ALTERATIONS, PRODUCTIVITY AND TECHNOLOGICAL QUALITY OF SUGARCANE. Botucatu, 2005. 140 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: GLAUBER HENRIQUE PEREIRA LEITE

Adviser: CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL

Co-adviser: MARCELO DE ALMEIDA SILVA

## 2. SUMMARY

The purpose of research was to evaluate physiological alterations in sugarcane due to the application of chemical compounds with different actions and its reflects in the productivity and technological quality. Two experiments were carried out in ratoon cane in São Joaquim Farm and Bosque Farm, in Igaracú do Tietê, São Paulo State, Brazil, belonging to Grupo COSAN – Unidade Barra (Usina da Barra). The experimental design used was random blocks with five repetitions. In experiment one (São Joaquim Farm) sugarcane RB855453 was used, and in experiment two (Bosque Farm) sugarcane SP80-3280. The treatments consisted of seven chemical compounds (potassium nitrate (trademark Krista Kana), Ethyl-trinexapac (trademark Moddus), Sulfometuron methyl (trademark Curavial), Ethephon (trademark Ethrel), potassium nitrate + boron (trademark Krista Kana Plus), Glyphosate (trademark Roundup) and compounds of organic carboxylic radicals + Glyphosate (trademark MTD + Roundup)), and one control. The doses were, respectively: 3.0 kg ha<sup>-1</sup> Potassium nitrate, 0.8 L ha<sup>-1</sup> Ethyl-trinexapac, 20 g ha<sup>-1</sup> Sulfometuron methyl, 2.0 L ha<sup>-1</sup> Ethephon, 3.0 kg ha<sup>-1</sup> KNO<sub>3</sub> + Boro, 0.4

L ha<sup>-1</sup> Glyphosate, 1.0 L ha<sup>-1</sup> Comp. carboxílicos + 0.15 ha<sup>-1</sup> Glyphosate. The applications of chemicals were performed in March (Experiment one) and in May (Experiment two) in 2004, with constant spraying pressure. The blocks had eight 10 meters rows with 1.5 m spacing. The results were submitted to variance analyses and averages compared by DMS's test at 5 % probability level. The following technological, biochemical and biometric parameters were assessed: activity of the enzymes soluble and neutral acid invertases in cane juice; height of plants, diameter of the stems, number of stems, regrowth, pith, budshoot, productivity of stems and sugar; pH, acidity, pol, purity, sugars reducers, recoverable theoretical sugar, fiber and humidity. The application of maturators of the class of the inhibitors and regulators of the vegetable growth in the sugar-cane variety RB855453, in March, made the following conclusions possible: the activity of the acid and neutral invertases was affected with different intensity due to the active principle used as maturator; the use of Ethyl-trinexapac as the maturator increased the regrowth of the ratoon cane; Glyphosate, Ethyl-trinexapac and Sulfometuron metil maturators interrupted the height growth of the plant and promoted the highest pith rates; the Glyphosate, Ethephon, Ethyl-trinexapac and Sulfometuron methyl, in decreasing order, promoted the highest rates of budshoot; the application of Glyphosate, Sulfometuron methyl, Ethyl-trinexapac and Ethephon advanced the maturation of the sugarcane in 45, 30, 30 and 15 days, respectively, in relation to the witness; the Sulfometuron methyl provided the largest economical return for hectare. The application of maturators of the class of the inhibitors and regulators of the vegetable growth in the sugar-cane variety SP80-3280, in the month of May, made possible the following conclusions: the maturators induced alterations in the activity of the acid and neutral invertases, although, of form and different intensity; the maturators didn't affect the regrowth of the ratoon cane, however, Sulfometuron

metil provided the largest number of plants for meter; the growth process in height of the plants was not interrupted by the application of Glyphosate, Ethyl-trinexapac and Sulfometuron methyl; the maturators didn't influence the flowering process and pith; the application of Glyphosate provided the largest index of budshoot, followed by Ethyl-trinexapac,  $\text{KNO}_3$  and Ethephon, respectively; the Glyphosate and  $\text{KNO}_3$  + Boro were shown efficient in advancing the maturation of the sugarcane in relation to the witness in 11 days. The Sulfometuron methyl, Etil-trinexapac and Ethephon allowed the anticipation in 6 days; the  $\text{KNO}_3$ , Sulfometuron methyl and Comp. carboxílicos + Glyphosate, in decreasing order, provided the largest economical return for hectare.

---

Keywords: *saccharum officinarum* L., chemical compounds, ripening, flowering, pith, biometric and technological analyses, invertases enzymes, productivity.

### 3. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é cultivada no Brasil desde o século XVI. Favorecida pela crise do petróleo expandiu-se em nosso território e, por conseqüência, o país é atualmente o maior produtor mundial de açúcar e de álcool. Hoje a cultura tem destaque entre as principais plantas cultivadas no país, sendo, portanto, de grande importância econômica.

O processo de florescimento, um aspecto importante na produção da cana-de-açúcar, implica em alterações morfo-fisiológicas da planta, sendo considerado uma característica altamente indesejável quando acompanhada de intensa chochamento, além de poder modificar, sobremaneira, a qualidade da matéria-prima sob o ponto de vista tecnológico. São atribuídas ao florescimento, perdas substanciais em tonelagem de cana e teor de sacarose durante a colheita. O chochamento (ou isoporização) do colmo têm início com a ocorrência do florescimento, ocasionando a desidratação do tecido e uma conseqüente perda de peso final, assim sendo, torna-se de suma importância a quantificação do grau de chochamento e as possíveis modificações na qualidade da matéria-prima para o dimensionamento da área a ser plantada de cada variedade e determinação dos períodos mais propícios para a respectiva industrialização. Entretanto, dependendo da variedade e da condição ambiental a que a mesma

está submetida, a intensidade dos processos é variável, bem como a intensidade dos problemas advindos destes fenômenos.

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 frequência 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.

Os maturadores, definidos como reguladores vegetais, agem alterando a morfologia e a fisiologia da planta, podendo levar a modificações qualitativas e quantitativas na produção. Podem atuar promovendo a diminuição do crescimento da planta, possibilitando incrementos no teor de sacarose, precocidade de maturação, aumento na produtividade, e também atuar sobre as enzimas (invertases), que catalisam o acúmulo de sacarose nos colmos. Sua aplicação no sistema de produção da cana-de-açúcar tem proporcionado uma maior flexibilidade no gerenciamento da colheita, altamente relevante para o planejamento da produtividade da cultura, além de propiciar a industrialização de uma matéria-prima de melhor qualidade. Porém, a viabilidade da utilização depende de uma série de fatores, sejam eles climáticos, técnicos, econômicos e, sobretudo, das respostas que cada variedade possa proporcionar a mais esta prática de cultivo.

Dentre os produtos químicos utilizados como maturadores destacam-se: o Etefon (Ethrel), regulador vegetal; o Glifosato (Roundup), inibidor de crescimento que pode ocasionar a destruição da gema apical da planta e estimular a brotação lateral (prejudicial à qualidade da matéria-prima); o Etil-trinexapac (Moddus), reduz a síntese de giberelinas sem afetar a fotossíntese e a integridade da gema apical; além de outros como a Hidrazida maleica, o Paraquat, o Imazapyr, o Sulfometuron metil (SM), o Fluazifop-butil (Fuzilade) e o ácido giberélico.

Atualmente, produtos cuja composição química apresenta o potássio, têm sido empregados como maturadores em lavouras de cana-de-açúcar. São produtos

considerados ecologicamente corretos que atuam induzindo a maturação porém sem paralisar o crescimento da planta, eleva os níveis de sacarose e não afeta a brotação de soqueira.

A utilização de maturadores e inibidores de florescimento na cultura da cana-de-açúcar tem como objetivo aumentar a produtividade em açúcar e antecipar o corte, permitindo pois, o indispensável manejo da cultura em seu moderno sistema de produção (Pontin, 1995).

O presente trabalho tem por objetivo determinar as alterações fisiológicas na planta da cana-de-açúcar decorrentes da aplicação de maturadores químicos com diferentes mecanismos de ação e suas implicações na produtividade da cultura e na qualidade tecnológica.



## **4. REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 Importância da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) (AGRIANUAL, 2005)**

A indústria sucroalcooleira é responsável pela geração de milhões de empregos diretos e indiretos, sendo considerada dessa forma, extremamente importante no contexto social. Considerando-se a produção de açúcar e álcool, o Brasil destaca-se no cenário internacional por apresentar tecnologia bastante avançada quando comparada com os demais países produtores e seus custos de produção são os menores observados no mundo.

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil apresenta uma área colhida, safra 2004/05, de aproximadamente 5,42 milhões de hectares, resultando numa produção total de cana-de-açúcar de aproximadamente 375 milhões de toneladas, ou seja, um crescimento da ordem de 5 % sobre a safra anterior. O aumento da área colhida em relação à safra 2003/04 foi conseqüência da satisfatória rentabilidade apresentada pelo setor nos últimos anos, o que estimulou a expansão dos canaviais das usinas existentes e a implantação de novas unidades, principalmente nos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais. Para a safra 2004/05 a

produção de açúcar deverá ficar praticamente estabilizada em 23,9 milhões de toneladas, no entanto a produção de álcool deverá crescer significativamente, tanto a de hidratado como a de anidro, totalizando 15,14 bilhões de litros. A forte expansão da demanda doméstica devido ao aumento das vendas de veículos flex fuel (bicom bustível) como consequência do grande diferencial de preços entre o álcool e a gasolina, bem como o aumento da demanda externa pelo álcool brasileiro, explicam o incremento na produção de álcool na safra atual. O mix de moagem (produção de cana destinada à produção de açúcar) correspondente a essa safra deve ficar próximo de 47,5 % devido a maior rentabilidade oferecida pelo álcool.

No Brasil, as maiores regiões produtoras de cana-de-açúcar são as seguintes: Sudeste (3,4 milhões de hectares (MMha)), destacando-se o estado de São Paulo com 2,8 MMha; Nordeste (1,2 MMha), destacando-se os estados de Alagoas e Pernambuco com 417 mil hectares (Mha) e 364 Mha, respectivamente; Centro-Oeste (521 Mha), Sul (442 Mha) e Norte (12 Mha). Os Estados de Minas Gerais com 89,2 t ha<sup>-1</sup>, Paraná com 88,8 t ha<sup>-1</sup>, Goiás com 87,7 t ha<sup>-1</sup> e São Paulo com 85,8 t ha<sup>-1</sup> possuem as maiores médias de produtividade de cana. Os principais produtores mundiais de cana-de-açúcar, em ordem decrescente são: Brasil, Índia, China, México e Tailândia.

#### **4.2 Dinâmica de acúmulo de sacarose em colmos de cana-de-açúcar (Glasziou & Bull, 1965; Gayler & Glasziou, 1972; Alexander, 1973; Legendre, 1975; Moore, 1995; Lingle, 1999 e Castro, 2002)**

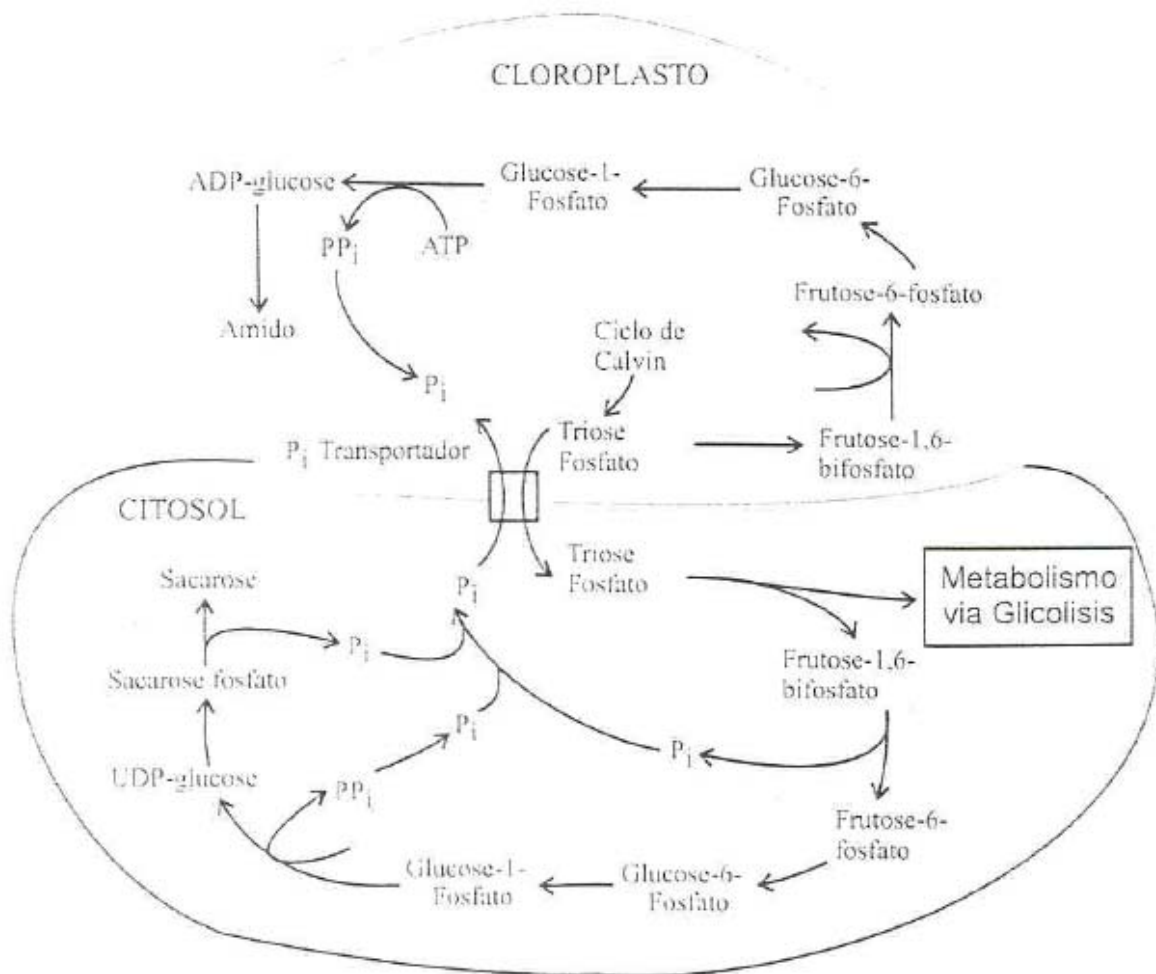
A cana-de-açúcar é uma planta eficiente na utilização da luz solar para a fotossíntese. Cada entrenó produz uma nova folha em cerca de dez dias, e uma folha mais velha senesce, deixando um número constante de oito a nove folhas por colmo. A maior porção de luz incidente é interceptada pelas seis folhas mais apicais.

Flutuações rápidas de temperatura pouco afetam o processo fotossintético, dentro dos limites de 8 a 34°C. Temperaturas de 17-18°C parecem ser particularmente favoráveis para a partição de fotossintetizados para o interior da reserva de açúcar e para o acúmulo de altos níveis de sacarose. Entretanto, baixas temperaturas levam a um rápido declínio na eficiência fotossintética, sendo que altos níveis de açúcar não são

retidos, ou seja, afetam o desenvolvimento do colmo, o transporte de açúcar e seu armazenamento, levando a um acúmulo de sacarose nas folhas. Há efeito interativo entre luz solar, temperatura, ocorrência de chuvas e variedades de cana-de-açúcar em resposta ao processo de maturação.

A síntese de sacarose que ocorre no citosol e a síntese de amido que verifica-se no cloroplasto, são processos competitivos que se estabelecem nas folhas de cana-de-açúcar. As vias metabólicas de síntese de sacarose e de amido possuem diversas fases em comum, envolvendo determinadas enzimas, porém essas enzimas possuem isoenzimas que têm diferentes propriedades e são únicas para um apropriado compartimento celular. O excesso de triose fosfato pode ser utilizado tanto para a síntese de sacarose no citosol, como para a síntese de amido no cloroplasto, sendo que as condições que promovem um deles, inibem o outro. Os componentes chave do sistema, que regulam sua partição, envolvem as concentrações relativas de ortofosfato (Pi) e de triose fosfato no citosol e no cloroplasto, além da concentração de frutose 2,6-bifosfato no citosol. A comunicação entre os compartimentos é feita através do transportador fosfato/triose fosfato, que catalisa o movimento em direções opostas. Uma baixa concentração de ortofosfato no citosol limita a exportação de triose fosfato através do transportador, sendo utilizada para a síntese de amido. Inversamente, uma abundância de ortofosfato no citosol inibe a síntese de amido no interior do cloroplasto e promove a exportação de triose fosfato para o interior do citosol, onde ela é convertida em sacarose (Figura 1).

A síntese citosólica de sacarose é fortemente regulada pela frutose 2,6-bifosfato. Esse composto é encontrado em concentrações mínimas no citosol e exerce um efeito regulador na interconversão citosólica de frutose 1,6-bifosfato em frutose 6-fosfato. Aumentos em 2,6-bifosfato no citosol estão associados com taxas de decréscimo da síntese de sacarose. Por outro lado, uma baixa razão triose fosfato/ortofosfato no citosol promove a formação de frutose 2,6-bifosfato, que por sua vez inibe a hidrólise de frutose 1,6-bifosfato citosólica e aumenta lentamente a taxa de síntese de sacarose. Uma alta razão triose fosfato/ortofosfato no citosol, possui efeito oposto (Figura 1).



**Figura 1.** Síntese de amido e de sacarose, processos competitivos que ocorrem em diferentes compartimentos celulares.

A sacarose, produto final da fotossíntese, antes de depositar-se no vacúolo, caminha através do floema e em seu final sofre transformações nas células de armazenamento. A inversão da sacarose, interconversão e fosforilação de glicose e frutose, síntese de sacarose fosfato e acúmulo ativo através do tonoplasto, constituem o processo de armazenamento. Este processo caracteriza-se pelo movimento da sacarose contra um gradiente de concentração. Através da inversão a frutose e glicose, a sacarose pode deixar o vacúolo novamente.

No parênquima, na célula de armazenamento, a sacarose é invertida através da mediação de uma invertase ácida ( $\beta$ -fructofuranosidade, EC 3.2.1.26) situada na região externa da parede celular. O movimento de frutose e glicose para dentro da área metabólica, bem como para o meio externo, é passivo e com igual facilidade. Por não haver impedimento contra o processo de difusão dos açúcares (sacarose, glicose e frutose), mesmo dentro do tecido de armazenamento os açúcares poderão retornar para o meio externo.

A frutose e a glicose sofrem rápida interconversão e fosforilação, no compartimento metabólico. Devido a presença de alguns grupos de enzimas, são garantidas quantidades adequadas de UDPG (uridina difosfato glicose), frutose, e frutose 6-P, coenzimas essenciais para a síntese de sacarose, mesmo quando um dos açúcares é fornecido no meio externo. Há em abundância entre as enzimas essenciais: hexoquinases (fosforilação de glicose e frutose), fosfohexose isomerase (interconversão de glicose 6-P e frutose 6-P), sacarose fosfato sintetase (UDP-glicose: D-frutose-6-P-2-D-glicotransferase, EC 2.4.1.14), sacarose sintetase (UDP-glicose: D-frutose-2-D-glicosiltransferase, EC 2.4.1.13), bem como fosfatases não específicas e uma fosfatase específica para a sacarose fosfato. Atuando conjuntamente, estas enzimas catalisam a reconstituição da sacarose ou da sacarose-P, sendo a última hidrolisada pela sacarose-P fosfatase.

Através da quebra da ligação fosfato da sacarose-P e a conseqüente liberação de energia, ocorre a etapa ativa do acúmulo, que envolve o transporte ativo da sacarose-P para o interior da célula, o que não ocorre com a sacarose devido a sua concentração no interior da célula ser maior em relação ao meio externo, nesse caso transporte passivo. Quando no interior do vacúolo, efetivamente a sacarose é armazenada.

Independentemente da maturidade dos tecidos, o mecanismo de acúmulo ativo de sacarose parece ser o mesmo; entretanto, há diferença entre estes tecidos (maduros e imaturos) com relação ao acúmulo de sacarose devido à concentração de invertase e à necessidade de crescimento. Os tecidos de armazenamento imaturos caracterizam-se pela expansão celular, nestes a sacarose acumulada é rapidamente hidrolisada pela invertase ácida vacuolar e as hexoses produzidas movem-se livremente até o citoplasma para serem utilizadas no processo de crescimento. Como parte do mecanismo cíclico, as hexoses podem, ainda, ser novamente acumuladas. Nos tecidos maduros do colmo, onde os processos de crescimento

estão praticamente acabados, ocorre um declínio da concentração da invertase ácida vacuolar e então a invertase neutra torna-se predominante (enzima aparentemente situada no citoplasma). Esta enzima conjuntamente com a invertase ácida de parede governa o acúmulo ativo de sacarose no vacúolo. Posteriormente, em tecidos com maior maturidade, que apresentam teores de sacarose em torno de 15 a 20%, há um armazenamento de sacarose nos espaços intercelulares. A sacarose pode assumir um papel importante no movimento de açúcar, dependendo da condição fisiológica das plantas, condicionada pelo ambiente; podendo ocorrer por difusão passiva entre o espaço intercelular e o vacúolo e, por translocação para áreas de metabolismo intenso de açúcares.

A síntese de sacarose é de fundamental importância para o enriquecimento dos entrenós do colmo, enquanto a síntese de amido revela imaturidade da planta de cana-de-açúcar. Plantas jovens e a região apical do colmo são ricas em amido, bem como plantas que perderam a dominância apical por efeito da aplicação de produtos químicos, por manejo inadequado ou por fatores ambientais desfavoráveis.

Na fase de alongamento, alguns dos assimilados são empregados na construção da estrutura dos internódios, desse modo a taxa de perda de assimilados é maior que sua utilização porque glicose, frutose e sacarose começam a ser acumuladas durante esta fase. A invertase ácida e a sacarose sintetase alcançam o máximo de sua atividade neste processo, apresentando correlação com o mesmo. O conteúdo de água apresenta correlação negativa com a atividade da sacarose fosfato sintetase e, esta última guarda correlação positiva com o conteúdo de sacarose.

### **4.3 Sistema de controle do acúmulo de sacarose nos colmos**

As invertases têm função fundamental na partição dos fotossintetizados entre armazenamento e crescimento. A atividade da SAI (invertase ácida solúvel) pode ser alta ou baixa, respectivamente, em condições favoráveis ao crescimento ou em condições desfavoráveis (estresse hídrico, fotoperíodo curto, temperaturas baixas, aplicação de maturadores). A somatória das invertases do espaço externo (parede celular) e do vacúolo (encontrada em quantidade superior e praticamente em tecidos imaturos) constituem a

SAI. O balanço entre as taxas de síntese e de degradação refletem a quantidade de SAI no vacúolo. O processo de síntese da SAI é influenciado por reguladores vegetais (auxinas) e condicionada a um sistema dependente da concentração de frutose e glicose no citoplasma, ou seja, o processo é inibido caso haja alta concentração de hexoses no citoplasma e vice-versa (Machado, 1987). Também Vieira et al. (1996a, 1996b) enfatizaram a função das invertases solúveis (ácida e neutra) e da invertase ácida ligada à parede celular na mobilização, utilização e acúmulo de sacarose em diferentes cultivares de cana-de-açúcar.

Para Lingle (1999) as invertases (ácida e neutra) e a sacarose sintetase apresentaram correlação positiva com a taxa de alongamento. Terauchi et al. (2000) relatou que a atividade da invertase ácida diminuiu sobre condições frias, provavelmente a maior atividade da sacarose fosfato sintetase e menor atividade da invertase ácida resultou em um aumento na concentração de sacarose no inverno, sobre baixas temperaturas.

A SAI vacuolar aparenta ser inativada com a maturação e com a queda na taxa de crescimento, pois sua quantidade diminui gradativamente com a idade do internódio. A atividade da NI (invertase neutra) e o teor de sacarose, em internódios maduros, guardam uma estreita relação. A SAI vacuolar permite o acúmulo e o efetivo armazenamento de sacarose, quando praticamente ausente (Suzuki, 1983).

Zhu et al. (1997) demonstraram que a SAI reduz a sacarose, mas não totalmente seu acúmulo, quando encontra-se em alta atividade, estando este resultado de acordo com Vieira et al. (1996a). A elevada taxa de acúmulo de sacarose em genótipos de maior rendimento foi atribuída não somente à genética mas também à diferença de atividade entre a SAI e a SPS (sacarose fosfato sintetase), devido a baixa atividade da enzima SAI por si só não ter sido capaz de explicar o fato. Como a rota do transporte de sacarose para o acúmulo envolve hidrólise e ressíntese desta molécula, este resultado é esperado.

Células em zona de expansão de crescimento nos internódios demonstraram maior atividade das invertases ácida e neutra que células já expandidas e em zonas intermediárias, indicando que essas enzimas podem estar associadas com o processo de expansão celular do caule (Shetiya et al., 1991). Lingle (1997), de acordo com seus resultados, sugeriu que a atividade da invertase ácida foi responsável pelo controle do crescimento diretamente em plantas de cana-de-açúcar. Observou que a concentração total de açúcar e sacarose aumentou enquanto que a atividade da invertase ácida diminuiu durante a maturação

dos internódios, levando-o a concluir que esta enzima suprime o acúmulo de açúcar. No crescimento rápido dos tecidos, carboidratos são utilizados para suprir de energia o processo; o acúmulo uniforme de açúcar durante este processo, demonstra que mais carboidratos são importados no alongamento dos internódios que podem ser utilizados.

Botha & Black (2000) mediram as taxas de acúmulo de sacarose, a atividade da SPS e da SuSy (sacarose sintetase) em tecidos dos entrenós da cana, constatando que a taxa de acúmulo de sacarose aumenta entre os entrenós 3 a 11, e que em entrenós mais velhos a atividade da SPS era no mínimo três vezes maior que a atividade da SuSy. Encontrou-se correlação positiva entre a atividade da SPS e o teor de sacarose; por outro lado, não se observou para a SuSy essa mesma correlação significativa. A glicose radioativa fornecida aos entrenós com alta taxa de acúmulo de sacarose foi igualmente distribuída nos monômeros de hexose da sacarose, indicando maior atividade de síntese no colmo de cana-de-açúcar para a SPS. Observou-se ainda, que podem existir diferentes formas cinéticas da SPS nos tecidos dos entrenós em diferentes estágios de maturação. Terauchi et al. (2000) sugeriu que a atividade da sacarose fosfato sintetase é um dos fatores envolvidos no controle do acúmulo de sacarose em cana-de-açúcar.

Para Lingle (1999), para cada fase (alongamento, acúmulo de matéria seca, etc) há um afluxo de sacarose que é particionada entre utilização e armazenamento. Observou-se correlação entre a fase de alongamento e a atividade da invertase ácida e, para esta mesma fase, correlação inversa com a atividade da sacarose fosfato sintetase. Com relação à fase de acúmulo de matéria seca verificou-se baixa atividade da invertase ácida e sacarose sintetase, em contra partida à maior atividade da invertase neutra e sacarose fosfato sintetase.

Rose & Botha (2000) extraíram açúcares e NI (invertase neutra) de tecidos de entrenós do colmo em diferentes estágios de desenvolvimento (entrenós 3, 6 e 9) e encontraram correlação significativa entre o teor de sacarose e o nível de NI.

A invertase ácida isoforma de parede celular comparativamente à isoforma solúvel (SAI) ainda é pouco caracterizada na cana-de-açúcar e em outras espécies têm sido objeto de restritas pesquisas. A distinção da isoforma de parede da isoforma solúvel é complicada, devido ao fato de possuírem propriedades muito similares, associada a



possibilidade de haverem diferentes isoformas da própria invertase ácida de parede (Albertson et al., 2001).

Lingle et al. (1991) relataram aumento na concentração de açúcar invertido (glicose e frutose) em comparação à concentração de sacarose durante o alongamento dos internódios sendo a concentração de glicose maior que a concentração de frutose. Após o processo de alongamento, a taxa de acúmulo de sacarose aumentou, enquanto a concentração de açúcar invertido, após ter atingido seu máximo, iniciou o declínio, sendo que a concentração de frutose declinou mais rapidamente que a glicose. A atividade da sacarose sintetase e das invertases ácidas (a atividade da invertase neutra foi maior em internódios maduros) foram claramente associadas com o processo de alongamento, sendo que a cana-de-açúcar particionou os fotoassimilados do colmo entre crescimento e armazenamento.

Lingle et al. (1994) concluíram que o processo de amadurecimento foi acompanhado de uma lenta taxa de alongamento. Este processo evidenciou um aumento na concentração de açúcar total nos internódios do terço superior do colmo e um incremento no percentual de sacarose de açúcar total no alongamento dos internódios.

#### **4.4 Maturadores da cana-de-açúcar e inibidores de florescimento**

A fisiologia da maturação tem sido objeto de estudo há mais de 30 anos. 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 a translocação e o armazenamento dos açúcares, e confere resistência ao tombamento (facilita a operação de corte, reduz as perdas no campo e a quantidade de matéria estranha levada para a indústria) (Fernandes, 1984).

Fatores como 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 Etefon, o Glifosato, o imazapyr, a hidrazida maleica, o sulfometuron metil, o Etil-trinexapac, entre outros.

O florescimento da cana-de-açúcar tem sido encarado como prejudicial ao processo de acúmulo de sacarose, uma vez que a formação da flor drena considerável quantidade de sacarose. As condições que propiciam a indução floral na região Sudeste, que ocorre de 25 de fevereiro a 20 de março, são valores de temperatura entre um máximo de 31°C, durante o dia, e um mínimo de 18°C, à noite, na maior parte do período indutivo e bom suprimento de água. A formação das flores e sua posterior emissão dependem da continuidade do suprimento de água. Outro aspecto refere-se ao fenômeno do chochamento, relacionado com o florescimento e maturação da cana, esse fenômeno ocorre em algumas variedades e caracteriza-se pelo secamento do interior do colmo, a partir da parte superior. A quantificação do grau de chochamento, e das possíveis modificações na qualidade da matéria-prima, pode fornecer dados de suma importância para o dimensionamento da área a ser plantada de cada variedade, bem como os períodos mais indicados para a respectiva industrialização. A intensidade do processo de florescimento e as conseqüências na qualidade da matéria-prima variam com a variedade e com o clima. A redução do volume de caldo é o principal fator no qual o florescimento interfere (Salata & Ferreira, 1977; Deuber, 1988).

Etefon (ácido-2-cloroetilfosfônico) é um regulador de crescimento de plantas. Penetra nos tecidos das plantas, é translocado e progressivamente decomposto em etileno, com efeito no processo de crescimento. Sua utilização é justificada pelo fato deste produto químico evitar o florescimento em cana-de-açúcar e aumentar o perfilhamento. O produto químico Arvest apresenta, assim como o Ethrel, a fórmula de ácido fosfônico e a denominação técnica de Etefon; podem porém apresentar diferenças no pH de manutenção da estabilidade da formulação, na inclusão de agentes químicos surfactantes ou outras e, a concentração do princípio ativo do Arvest (480 g L<sup>-1</sup>) corresponde ao dobro da concentração do Ethrel (240 g L<sup>-1</sup>). No que se refere à liberação do etileno, ambos os produtos, tendo por fórmula o ácido fosfônico, são mantidos estáveis através de um pH menor ou igual a 3,5

(ácido), perdendo essa estabilidade no contato com o tecido vegetal (pH mais próximo da neutralidade), liberando etileno ( $C_2H_4$ ) gasoso.

Segundo Ide et al. (1985) para áreas não florescidas o produto químico Etefon tem causado melhoria na qualidade tecnológica pol cana, e quando o florescimento se fez presente observou-se melhoria na produção de cana. Pontin (1995) também observou aumentos significativos de pol cana; entretanto, Deuber et al. (1987) não encontraram diferenças significativas para a qualidade da matéria-prima e Gururaja et al. (1996) quanto à produção de cana, encontraram respostas distintas para diferentes variedades de cana-de-açúcar.

Estudos do Etefon na maturação e produtividade da cana-de-açúcar, variedade SP70-1143, enfatizaram que Ethrel ( $1,0 L ha^{-1}$  ou  $2,0 L ha^{-1}$ ) aplicados em pulverização aérea, mostraram-se eficientes em provocar a maturação e incrementar o teor de sacarose; ambos permitiram antecipar em pelo menos 30 dias a colheita com redução significativa do chochamento do colmo. Estes produtos químicos não diferiram significativamente entre si quanto à pol cana aos 33, 66, 95 e 123 DAT (dias após tratamento) (Castro et al., 2001).

A aplicação de Etefon e Glifosato tem proporcionado aumento no perfilhamento da soqueira e intensa brotação lateral, respectivamente, fato observado para diferentes variedades de cana-de-açúcar (Yang & Pao, 1974; Shetiya & Dendsay, 1991; Gheller et al., 2003).

Para Gururaja Rao et al. (1996) o Etefon foi capaz de inibir o florescimento de variedades de cana-de-açúcar de forma significativa, embora a magnitude dessa redução tenha variado e melhorou o conteúdo de açúcar e sua recuperação, resultados que concordam com Deuber et al. (1987) e Ide et al. (1985). Isto pode ser um benefício para áreas onde a moagem da cana sofre atraso por um motivo ou outro e onde ocorreu perda de sacarose por ocasião do florescimento.

Melotto et al. (1987) estudaram o desenvolvimento da cana-de-açúcar, cultivar NA56-79, proveniente da propagação de colmos tratados com Etefon, concluíram que não foram observadas diferenças entre colmos tratados com Etefon e não tratados quanto ao número de gemas danificadas, entumescidas e brotadas. A dose de  $2 L ha^{-1}$  de Ethrel promoveu aumento no número de gemas por unidade linear de colmo em relação ao controle

e, para essa mesma dosagem observou-se aumento na altura dos colmos em relação as doses de 0 e 3 L ha<sup>-1</sup>. Estes mesmos autores verificaram que os valores da pol e de pureza dos colmos não foram influenciados pelas diferentes concentrações de Etefon, mas houve uma ligeira redução do Brix nas concentrações de 2 e 3 L ha<sup>-1</sup> e do teor de fibras na região apical em colmos tratados com 3 L ha<sup>-1</sup> do produto.

Os produtos comerciais Krista Kana Maturação<sup>1</sup> (KNO<sub>3</sub>), Crop-Finisher (KNO<sub>3</sub>) e K-Fol (KNO<sub>3</sub>) referem-se a produtos ecologicamente corretos e possuem em sua formulação, potássio, um elemento fundamental para a cultura que contribui para a redução na taxa de respiração foliar, proporciona aumento na fotossíntese, aumento no movimento da sacarose das folhas para os tecidos e aumento da síntese e translocação de proteínas e, reduz a atividade hidrolítica da invertase ácida acarretando maior quantidade de sacarose. Atuam como indutores de maturação, sem paralisar o crescimento da planta; tem a função de nutrir a cultura; aumentar a produtividade e elevar os níveis de açúcar; diminuir a susceptibilidade ao estresse hídrico devido às ações do potássio sem afetar a brotação de soqueira.

Ensaio de pesquisa<sup>3</sup> envolvendo a comparação entre o KNO<sub>3</sub> Maturação e os produtos utilizados comercialmente (Etil-trinexapac, sulfometuron metil + Glifosato), concluíram que o KNO<sub>3</sub> Maturação possui efeito maturador, pois proporcionou aumento do açúcar teórico recuperável (ATR) por hectare, sem paralisar o desenvolvimento da cultura, tendo reflexos no aumento da produtividade, permitindo ganho em brix e pol cana, bem como verificou-se redução na fibra cana.

Estudando a eficiência de diferentes maturadores (Glifonox (Glifosato 48%), Roundup 747, KNO<sub>3</sub> e KNO<sub>3</sub> + uréia) aplicados à cultura da cana-de-açúcar, determinou-se que o KNO<sub>3</sub> em doses de 300 g ha<sup>-1</sup>, 30 dias após aplicação (DDA), proporcionou o melhor resultado em libras de açúcar t<sup>-1</sup> cana (283,99) constituindo, segundo análise econômica, como a melhor opção para ser aplicado como maturador, pois permitiu uma taxa de retorno líquido próximo de 1000 %. Os autores também determinaram que aos 43 DDA todos os tratamentos foram superiores à testemunha e aos 50 DDA, o Roundup 747 (400

---

<sup>1,3</sup> Extraído de ensaios de maturação induzida nas Fazendas N. S. Fátima e Miroma, responsabilidade Canagrill-Cana Agrícola Ltda ([canagrill@netsite.com.br](mailto:canagrill@netsite.com.br)) e Hydro Agri Brasil (11-4191 0149), 03/09/2003.

g ha<sup>-1</sup>) permitiu obter 293,28 libras de açúcar t<sup>-1</sup> cana, referindo-se ao melhor resultado (Haro et al.<sup>2</sup>, s/d).

A utilidade de KNO<sub>3</sub> como maturador para a cultura da cana-de-açúcar permitiu obter resultados, quando comparados à aplicação de Roundup 747, satisfatórios, ou seja, 116,25 e 114,43 kg de açúcar t<sup>-1</sup> cana, respectivamente; ressalta-se que o custo envolvendo os tratamentos foram de US\$ 0,11 ha<sup>-1</sup> para KNO<sub>3</sub> e US\$ 4,40 ha<sup>-1</sup> para o Roundup 747. O KNO<sub>3</sub> pode ser utilizado em áreas agrícolas problemáticas, isto é, em áreas cuja cultura próxima à lavoura de cana-de-açúcar, seja sensível ao mecanismo de ação do Glifosato (Haro et al.<sup>1</sup>, s/d).

O KNO<sub>3</sub> constituiu opção convincente de aplicação como maturador para a cultura da cana-de-açúcar quando não foi possível mais de 23 dias entre a aplicação e a colheita, permitindo uma taxa de retorno marginal de 1.052,77 % em relação à testemunha, entretanto, sendo possível um mínimo de 43 dias entre a aplicação e colheita, a taxa de retorno marginal obtida ao se utilizar 3 kg deste produto químico foi de 1.831,92 %. Crop Finisher foi uma alternativa utilizada quando não houve mais de 15 dias entre a aplicação e colheita, com taxa marginal de retorno próxima de 697,27 % em comparação à testemunha. Glifosato mostrou-se o melhor tratamento quando se dispôs de ao menos 30 dias entre a aplicação e colheita, nesse caso a taxa de retorno marginal foi de 1.205,33 % em relação à testemunha. Ao se dispor uma margem de tempo entre a aplicação e colheita de pelo menos 37 dias, o K-Fol foi o produto indicado, com taxa de retorno marginal de 1.759,99 % em comparação à testemunha. Os produtos K-Fol, Crop Finisher e KNO<sub>3</sub>, embora não apresentem ação herbicida, reduziram o crescimento das plantas, assim como o Glifonox e Roundup; outra vantagem destes produtos químicos é que são menos agressivos ao meio ambiente e podem substituir o uso de herbicidas quando houver nas proximidades à cultura da cana-de-açúcar, culturas sensíveis ao modo de ação destes produtos químicos (Haro et al., 2001).

Ensaio de pesquisa envolvendo diferentes variedades de cana-de-açúcar que apresentam hábito de florescimento, todas indicadas para o Estado de São Paulo,

---

<sup>2</sup> Extraído de ensaio sobre a eficiencia de maduradores quimicos en caña de azucar destinada al tercer tercio de corte. Autores: HARO, M.; GUEVARA, C.; FORS, A. 27/09/2001.

<sup>1</sup> Extraído do ensaio de maturação Aplicaciones comerciales de productos no herbicidas usados como maduradores de caña de azucar. Autores: HARO, M.; FORS, A.; MAFLA, H.; MÁRQUEZ, C. s/d.

ênfatizam que a chochamento acompanha o florescimento, havendo diferenças de comportamento entre as variedades para algumas características tecnológicas. Foram observadas diferenças de maior relevância para as características tecnológicas (brix, pol, pureza, fibra e chochamento) entre as diferentes regiões dos colmos em comparação às fases da cultura (não florescidas, em florescimento, florescidas) (Salata et al., 1982; Peixoto et al., 1983; Melotto et al., 1987).

A hidrazida maleica (MH) é uma substância inibidora do crescimento vegetal que tem por fórmula 1,2-dihidro-3,6-piridazinadiona, considerada um possível agente maturador para a cana-de-açúcar. Este regulador causa a perda da dominância apical das plantas, sendo que algumas monocotiledôneas apresentam aumento no teor de açúcares quando tratadas com MH. Castro et al. (1985) concluíram que sua aplicação promoveu redução no crescimento da cana-de-açúcar, havendo uma relação direta entre o aumento na concentração aplicada e o efeito inibitório.

O Imazapyr, herbicida não seletivo, sistêmico, absorvido pelas folhas e raízes, com rápida translocação no xilema e floema, para as regiões meristemáticas, onde é acumulado. Bloqueia a síntese de aminoácidos de cadeia ramificada, isto é, valina, leucina e isoleucina, através da inibição da acetohidroxi ácida sintase (enzima ALS), interrompendo a síntese protéica, a qual leva à interferência na síntese de DNA e desenvolvimento celular (Tomlin, 1994). Ambos, portanto, interferem no desenvolvimento da cana-de-açúcar, retardando-o. Os carboidratos sintetizados durante a fotossíntese, não sendo temporariamente utilizados para o crescimento da planta, acumulam-se no colmo, aumentando sua concentração, o que está relacionado com o processo de amadurecimento, uma vez que ocorrem hidrólises da sacarose em menor proporção do que seu acúmulo no colmo.

Lavanholi et al. (2002) ênfatizou que a aplicação de imazapyr não afetou o processo de florescimento em cana-de-açúcar; embora tenha mostrado a tendência dos valores médios da acidez total do caldo serem maiores durante o período de 03/05 até 12/07/1997; discordando de Guidi (1996), que observou antecipação do processo de maturação e nenhuma influência sobre a acidez sulfúrica e sobre o pH, quanto à aplicação de Etefon.

Segundo Deuber (1986) a segunda quinzena do mês de fevereiro é a mais indicada para a aplicação de maturadores químicos, para as latitudes do Estado de São

Paulo, o que está de acordo com Deuber et al. (1987), que afirmam que a melhor época para a aplicação parece estar entre 20 e 25 de fevereiro, início do período indutivo.

Segundo Rodella (1974) houve variação na correlação entre fibra cana e caldo extraído conforme a época do ano, provavelmente dependente de fatores climáticos, sendo esta correlação afetada pelo tipo de solo e independente da influência varietal. Para o autor, o segundo parâmetro variou em razão inversa com a evaporação potencial aumentando o teor de fibra linearmente com a idade da cana.

Já Celestine (1990) constatou que o conteúdo de sacarose e açúcares totais diminuem na parte superior dos colmos quando aumenta a concentração de ácido aconítico e ácidos orgânicos totais, encontrando correlações lineares entre a sacarose e açúcares totais, bem como para o ácido trans-aconítico. Com relação as etapas de maturidade da cana-de-açúcar, constatou influência sobre os níveis e distribuição de ácidos e açúcares nos colmos.

Produtos do grupo químico sulfoniluréia, caracterizam-se como potentes inibidores do crescimento vegetal, afetando tanto o crescimento como a divisão celular, sem interferir diretamente no sistema mitótico e na síntese de DNA. Aparentemente não bloqueiam diretamente a ação de promotores de crescimento (auxinas, giberelinas, citocininas), sendo que estimulam fortemente a produção de etileno devido ao efeito estressante causado pela fitotoxicidez. Moléculas de sulfoniluréia originárias da absorção foliar ou radicular, quando atingem o meio da parede celular, podem mostrar-se neutras, forma altamente permeável e suscetível de sofrer carregamento no floema. Nesse meio alcalino, as moléculas se dissociam na forma aniônica, tornam-se presas e movem-se de modo sistêmico por fluxo de massa através do floema.

Pesquisas realizadas têm relatado o produto químico Sulfometurom Methyl (SM), grupo químico sulfoniluréia, quanto ao potencial efeito maturador em variedades de cana-de-açúcar, não havendo prejuízos à produção de cana-de-açúcar ( $t\ ha^{-1}$ ) e influência sobre as características agronômicas da cultura. Os resultados obtidos indicam consistência no incremento na pol cana, brix e redução do índice de chochamento (Oliveira, 1992; Pontin, 1995).

O produto químico Sulfometuron metil (grupo químico sulfoniluréia), quando aplicado em diferentes variedades de cana-de-açúcar, possibilitou melhoria da

qualidade tecnológica da cana, ou seja, determinou resposta significativa com relação a ganhos de Pol, aumentos da pureza e redução no teor de ácidos orgânicos do caldo, e maior possibilidade de se produzir açúcar de melhor qualidade (Fernandes et al., 2002). Os ácidos orgânicos, e outros constituintes indesejáveis como polissacarídeos (amido), são responsáveis por aumentar a viscosidade de massas e méis e são precursores da formação de cores, como por exemplo a relação aminoácidos e açúcares redutores (AR), e diminuem a esgotabilidade do melação devido à relação açúcares redutores e cinzas.

O Glifosato inibe a síntese de triptofano, tirosina e fenilalanina (aminoácidos de cadeia aromática), sendo o primeiro, precursor da síntese de ácido indol acético (AIA), um regulador vegetal. O Fuzilade (fluazifop-butil) que tem por fórmula o propionato de 2-(4-(5-trifluorometil-2 iloxipiridina) fenoxi) – N – butila, possui rápida absorção foliar, translocação pelo xilema e floema, acumula-se nos meristemas e pode provocar necrose. Interfere na produção de ATP, inibe a ação da acetil-CoA carboxilase que catalisa a reação de ácidos graxos, e chega a afetar a integridade da membrana plasmática e suas funções de permeabilidade.

Trabalhos relatam o Glifosato como alternativa técnica e econômica que permite flexibilizar o período de corte e manejar o comportamento das variedades. Segundo resultados obtidos observa-se melhoria da qualidade da matéria-prima para a indústria, paralização do florescimento (redução da chochamento), otimização do potencial de maturação das variedades e maximização da margem de contribuição agrícola e industrial. Na literatura freqüentemente encontramos resultados demonstrando que a aplicação de Roundup e Polaris (Glifosato), e Fuzilade (fluazifop-butil) têm promovido incrementos na pol cana, redução do chochamento e no teor de fibra, menor perda de volume de caldo, redução no número médio de entrenós por colmo e no peso da produção da cana-de-açúcar (Nunes Júnior et al., 1982; Galli, 1993; Castro et al., 2002).

Estudos relatam que o emprego de Glifosato em cana-de-açúcar como maturador promoveu incremento no teor de açúcares recuperáveis e, conseqüentemente na produção de açúcar. Há informações na literatura revelando diferenças mínimas entre as distintas formulações de Glifosato aplicado à cultura da cana-de-açúcar, entretanto, todas as formulações promoveram incremento no teor de sacarose e na produção de açúcar em relação ao controle (Villegas et al., 1993; Bennett et al., 2003; Viator et al., 2003).



Para distintas variedades de cana-de-açúcar enfatiza-se um comportamento diferente do Glifosato com relação aos parâmetros florescimento, rendimento industrial, umidade, brix, pol e pureza (Nickell, 1984; Subiros, 1990). Su et al. (1992) inibiram o crescimento da cana-de-açúcar através da aplicação de Glifosato e observaram redução na atividade da invertase ácida, mas não na atividade da sacarose sintetase.

O Etil-trinexapac é um regulador vegetal que, se aplicado corretamente, na época e dose adequada, induz um maior acúmulo de sacarose nos colmos, permitindo o planejamento e o aproveitamento agroindustrial da cana-de-açúcar. Atua inibindo a síntese de formas ativas do ácido giberélico, um regulador vegetal envolvido com o crescimento e divisão celular. Gheller et al. (2003) enfatizou um encurtamento dos entrenós após a aplicação de Etil-trinexapac em diferentes variedades de cana-de-açúcar, na região de Araras, Estado de São Paulo. Este produto químico também influenciou negativamente o desenvolvimento dos colmos, melhorando sua qualidade tecnológica e proporcionando ganhos de açúcar teórico recuperável (ATR) por tonelada de cana.

Em ensaios empregando-se o Etil-trinexapac (p.c. Moddus), a taxa de açúcares redutores foi relativamente baixa enquanto o acréscimo em brix sempre foi acompanhado de aumento proporcional de pureza no caldo. O efeito supressor sobre o alongamento apical, a formação de internódios mais curtos e uma possível redução sobre o peso das amostras analisadas não têm influído nos resultados finais de produtividade da cana e do açúcar obtido. O produto também paralisa o florescimento e não afeta a soqueira (Moddus, s.d.).

O ácido giberélico, quando pulverizado em cana-de-açúcar, promove aumentos no comprimento do colmo e na tonelagem de cana na colheita. O estímulo gerado pelo ácido giberélico para a síntese de açúcar é de suficiente magnitude para satisfazer tanto as necessidades adicionais de crescimento, como também para produzir sacarose adicional para reserva. Estudos realizados relatam aumento no comprimento dos entrenós, maior período de atividade fotossintética, aumento na sacarose, pureza do caldo, brix, pol e açúcares, bem como incremento na porcentagem de fibra (Weaver, 1972; Castro, 1983). Entretanto, Martins et al. (1999) observaram redução da quantidade de fibras na cana-de-açúcar.

Conforme Tymowska-Lalane e Kreis (1998), o ácido giberélico tem influência regulatória nos níveis e na atividade das invertases em diferentes espécies vegetais, inclusive em cana-de-açúcar, embora o mecanismo e loco de ação não sejam conhecidos.

A aplicação de GA nas concentrações de 200 e 100 ppm diminuiu efetivamente a produção de frutos, na época da safra normal e, sua aplicação na época de emergência da gema, não diminuiu o número de ramos com estruturas reprodutoras, porém reduziu significativamente o número de flores e frutos por ramo, reduzindo a produção de frutos na colheita, para a limeira ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka) (Barros et al., 1992).

A aplicação de Paraquat (grupo químico bupiridilo, inibidor do FSI) pode ou não afetar a qualidade dos colmos industrializáveis, bem como o brix caldo e o brix cana, fato relacionado à dose empregada quando usado como dessecante na cultura da cana-de-açúcar. O uso deste produto químico em pré-colheita, melhorou a qualidade da queima do canavial e proporcionou matéria-prima com menor quantidade de impurezas vegetais transportada para a indústria (Christoffoletti et al., 1993).

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

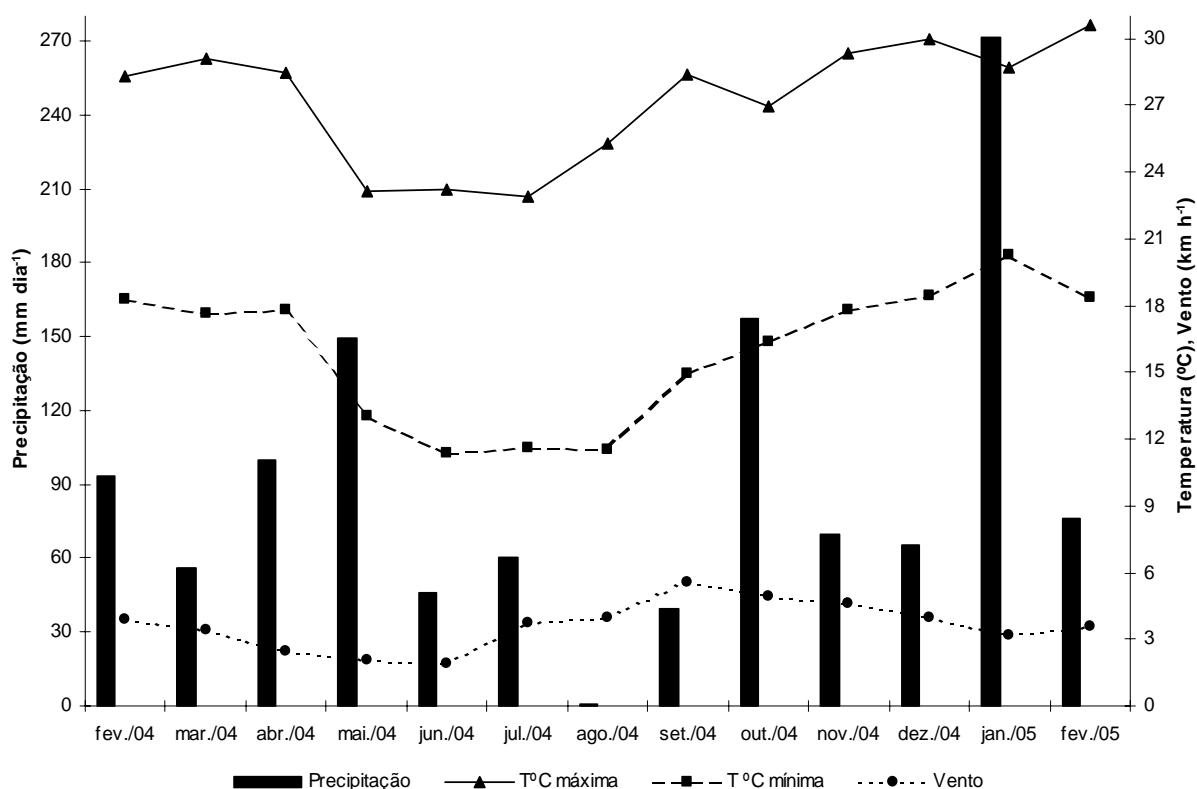
### **5.1 Localização e caracterização climática da área experimental**

O projeto de pesquisa foi constituído de dois experimentos conduzidos no ano de 2004. O experimento 1 foi instalado na Fazenda São Joaquim no dia 29 de março de 2004 e o experimento 2, posteriormente, na Fazenda Bosque no dia 10 de maio de 2004, utilizando as variedades de cana-de-açúcar RB855453 (3º corte) e SP80-3280 (2º corte), respectivamente.

As Fazendas, pertencentes ao Grupo COSAN – Unidade Barra, localizam-se no município de Igarapu do Tietê, Estado de São Paulo. A Fazenda São Joaquim apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 22° 38' 45''S e longitude 48° 36' 29''W numa altitude de 620 m. A Fazenda Bosque apresenta latitude de 22° 33' 18''S e longitude 48° 31' 51''W numa altitude de 509 m.

O clima predominante da região é o Aw (Köppen), com clima seco definido, temperatura média anual de 21,6°C, umidade relativa média de 70%, com extremos de 77% em fevereiro e 59% em agosto. A média pluviométrica é próxima de 1.344mm.

Os dados diários referentes às temperaturas máxima, mínima, precipitação pluvial e a velocidade do vento durante o ano de condução do experimento, coletados na Estação Metereológica da Fazenda Bosque estão contidos na Figura 2.



**Figura 2.** Precipitação (mm dia<sup>-1</sup>), temperaturas máxima e mínima (°C) e velocidade do vento (km h<sup>-1</sup>), registradas durante a condução do experimento no ano agrícola de 2004.

## 5.2 Caracterização do solo

O solo das duas áreas experimentais, Fazenda São Joaquim (Experimento 1) e Fazenda Bosque (Experimento 2), são atualmente denominados de Nitossolo Vermelho estruturado e Latossolo Roxo eutrófico, respectivamente (Embrapa, 1999).

Na Tabela 1 encontram-se os resultados da análise química do solo para as profundidades de 0-0,25 m e 0,25-0,50 m, referente à Fazenda São Joaquim (Experimento 1), pertencente ao Grupo COSAN - Unidade Barra, município de Igaracú do Tietê (SP), zona 264, talhões 3 a 7, área total de 54,43 ha.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados da análise química do solo para as profundidades de 0-0,25 m e 0,25-0,50 m, referente à Fazenda Bosque (Experimento 2), pertencente ao Grupo COSAN - Unidade Barra, município de Igaracú do Tietê (SP), zona 206, talhões 7, área total de 18,62 ha.

**Tabela 1.** Características químicas do solo da área experimental. Fazenda São Joaquim – Grupo COSAN, Usina da Barra. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Prof.	pH	M.O.	P <sub>(resina)</sub>	H+Al	Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
(m)	(CaCl <sub>2</sub> )	(g dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	_____ (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) _____							
0 - 0,25	4,5	24	13	64	2	3,3	36	12	51	115	44
0,25 -0,50	4,9	15	6	38	0	0,8	47	10	58	96	60

**Tabela 2.** Características químicas do solo da área experimental. Fazenda Bosque – Grupo COSAN, Usina da Barra. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Prof.	pH	M.O.	P <sub>(resina)</sub>	H+Al	Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
(m)	(CaCl <sub>2</sub> )	(g dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	_____ (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) _____							
0 -0,25	4,5	30	22	62	6	2,9	42	9	54	116	47
0,25 -0,50	4,3	21	13	56	8	2,4	29	10	41	97	42

### 5.3 Caracterização das variedades de cana-de-açúcar

A variedade RB855453 caracteriza-se por apresentar média produtividade de colmos, altíssimo teor de sacarose com alta precocidade de maturação, média

exigência em fertilidade de solos, com boa brotação de soqueira e bom perfilhamento, touceiras eretas, florescimento intenso e chochamento médio (Universidade Federal de São Carlos, 1998).

A variedade SP80-3280 tem como características alto teor de sacarose e produtividade em soqueira, maturação média para tardia, média exigência em fertilidade de solos, boa brotação de soqueiras, floresce, no entanto apresenta pouca chochamento, além de um perfilhamento intermediário (Cooperativa de produtores de cana, açúcar e álcool do Estado de São Paulo, 1997).

#### **5.4 Delineamento experimental e tratamentos**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco repetições. Os tratamentos empregados foram representados pela aplicação de sete maturadores químicos ( $\text{KNO}_3$ , Etil-trinexapac, Sulfometuron metil, Etefon,  $\text{KNO}_3$  + boro, Glifosato e Compostos de radicais carboxílicos orgânicos (C.C.) + Glifosato) e a testemunha (maturação natural). As parcelas foram constituídas de 8 linhas de 10m de comprimento com espaçamento de 1,5m.

#### **5.5 Instalação e condução do experimento**

O experimento foi conduzido em cana soca. No plantio da cana-de-açúcar foi aplicado  $2 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário e a adubação foi de  $220 \text{ kg ha}^{-1}$  de uréia, ou seja,  $96,8 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio, segundo recomendações de Raij *et al.* (1996). Foram aplicados os inseticidas Metarhizium ( $10 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e Deltametrina ( $0,250 \text{ L ha}^{-1}$ ) e os herbicidas Glifosato ( $1,07 \text{ L ha}^{-1}$ ) e Isoxaflutole ( $0,178 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Antes da aplicação dos tratamentos foi realizada a caracterização bioquímica, biométrica e tecnológica das variedades (Tabela 3).

A aplicação dos maturadores foi executada nos meses de março e maio de 2004 para as variedades de cana-de-açúcar RB855453 (Experimento 1) e SP80-3280

(Experimento 2), respectivamente, utilizando-se equipamento costal pressurizado ( $\text{CO}_2$ ). A barra apresentava 6 m de comprimento, em forma de U invertido, com quatro bicos AXI 11002 amarelo plástico, possibilitando a aplicação do produto simultaneamente em quatro linhas. A pressão de trabalho foi de 50 PSI para a vazão de  $100 \text{ L ha}^{-1}$ .

A aplicação e a dosagem dos produtos seguiu as especificações recomendadas pelos fabricantes, sem a adição de adjuvantes. Assim foram empregadas as seguintes doses:  $\text{KNO}_3$  (produto comercial Krista Kana,  $3 \text{ kg p.c. ha}^{-1}$ ), Etil-trinexapac (produto comercial Moddus,  $0,8 \text{ L p.c. ha}^{-1}$ ), Sulfometurom metil (produto comercial Curavial,  $20 \text{ g p.c. ha}^{-1}$ ), Etefon (produto comercial Ethrel,  $2 \text{ L p.c. ha}^{-1}$ ),  $\text{KNO}_3$  + Boro (produto comercial Krista Kana Plus,  $3 \text{ kg p.c. ha}^{-1}$ ), Glifosato (produto comercial Roundup,  $0,4 \text{ L p.c. ha}^{-1}$ ) e Compostos de radicais carboxílicos orgânicos + Glifosato (produto comercial MTD + Roundup,  $1 \text{ L p.c. ha}^{-1}$  e  $0,15 \text{ L p.c. ha}^{-1}$ , respectivamente).

Para a variedade RB855453 (Experimento 1) a instalação do experimento deu-se em 29 de março de 2004, momento da aplicação dos produtos químicos. Realizou-se a primeira amostragem por ocasião da instalação do experimento e posteriormente as amostragens foram realizadas quinzenalmente até o momento da colheita, assim sendo, as épocas foram: 29/março/2004, 13/abril/2004, 29/abril/2004, 13/maio/2004, 29/maio/2004, 14/junho/2004, 29/junho/2004 e 06/julho/2004.

Para a variedade SP80-3280 (Experimento 2) a instalação do experimento ocorreu em 10 de maio de 2004, momento de aplicação dos produtos químicos. As amostragens foram realizadas com o mesmo intervalo utilizado no experimento 1. As épocas foram: 10/maio/2004, 25/maio/2004, 10/junho/2004, 25/junho/2004, 10/julho/2004, 25/julho/2004, 10/agosto/2004 e 24/novembro/2004.

**Tabela 3.** Caracterização inicial dos parâmetros bioquímicos, biométricos e enzimáticos das variedades RB855453 e SP80-3280.

Parâmetros Bioquímicos, Biométricos e Tecnológicos	Variedades de Cana-de-Açúcar	
	0 DAA	
	Experimento 1 RB855453	Experimento 2 SP80-3280
Altura (m)	1,93	2,66
Diâmetro (mm)	29,68	28,57
Nº de colmos (nº colmos m <sup>-1</sup> )	13,08	12,78
Florescimento (%)	0,00	0,00
Brotação lateral (%)	0,00	0,00
Pol cana (%)	10,66	9,30
AR cana (%)	0,80	0,93
Pureza caldo (%)	78,92	75,61
ATR (kg açúcar t <sup>-1</sup> cana)	105,80	94,36
Massa dos colmos (kg colmo <sup>-1</sup> )	1,29	1,35
Fibra cana (%)	10,97	10,42
Umidade cana (%)	77,17	76,79
pH	5,37	5,30
Acidez (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 100 ml <sup>-1</sup> caldo)	0,072	0,047
Invertase ácida (µg de glicose g <sup>-1</sup> matéria fresca)	96,86	102,80
Invertase neutra (µg de glicose g <sup>-1</sup> matéria fresca)	91,66	83,51



## **5.6 Avaliações realizadas**

### **5.6.1 Parâmetros bioquímicos**

#### **5.6.1.1 Determinação da quantidade e da atividade das invertases ácida solúvel e neutra em caldo de cana (SAI e NI) (Vieira et al., 1996a; Vieira et al., 1996b)**

A extração do suco envolveu as seguintes etapas: as amostras foram filtradas em papel de filtro 12,5 cm para melhor limpeza do suco; desse filtrado foi pego 5 ml, colocado em tubos de 20 ml para centrifugar e acrescentado mais 5 ml do tampão de mercaptoetanol (pH 7,5); em seguida as amostras foram centrifugadas a 10.000 rpm, por 30 minutos a uma temperatura de 4°C; o sobrenadante foi guardado em frascos etiquetados e o precipitado foi novamente centrifugado com 5 ml do tampão fosfato de sódio (pH 7,0) 50mM, a 10.000 rpm por 30 minutos; esse segundo sobrenadante foi guardado em frascos etiquetados como “precipitado”.

##### **5.6.1.1.1 Reação para invertase neutra**

Em tubos de ensaio foram pipetados 1,25 ml do extrato, 6,25 ml do tampão fosfato de sódio (pH 7,5) e 2,5 ml sacarose 200mM; em seguida foram colocados em um banho Maria a uma temperatura de 37°C por 30 minutos; após esse tempo foi tirado do banho e acrescentado 1 ml do reativo de Somogy; foi colocado novamente no banho Maria por mais 10 minutos a 37°C; passado esse tempo, foi retirado do banho e acrescentado 1 ml do reativo de Nelson; em seguida foi feita a leitura no espectrofotômetro a 530nm.

##### **5.6.1.1.2 Reação para invertase ácida**

Em tubos de ensaio foram pipetados 1,25 ml do extrato, 6,25 ml do tampão acetato de sódio (pH 4,5) e 2,5 ml sacarose 200mM; em seguida foram colocados em

um banho Maria a uma temperatura de 37°C por 30 minutos; após esse tempo foi tirado do banho Maria e acrescentado 1 ml do reativo de Somogy; foi colocado novamente no banho por mais 10 minutos a 37°C; passado esse tempo, foi retirado do banho e acrescentado 1 ml do reativo de Nelson; em seguida foi feita a leitura no espectrofotômetro a 530nm.

## **5.6.2 Parâmetros biométricos**

Dentro da área útil das parcelas foram estabelecidas duas linhas de plantas e dentro destas 1 m aleatório para as avaliações de altura, diâmetro, número de colmos, florescimento, brotação lateral, chochamento e massa do colmo.

### **5.6.2.1 Altura de plantas e diâmetro dos colmos**

A altura foi determinada por meio de medição, com régua graduada em metros, da distância entre o solo até a região auricular da folha +1, de acordo com a numeração sugerida por Kuijper (Dillewijn, 1952).

Por meio de paquímetro realizou-se a determinação do diâmetro do colmo medindo-se o terceiro entrenó acima do solo nas mesmas plantas utilizadas para a avaliação da altura.

As avaliações foram realizadas na implantação do experimento e na colheita.

### **5.6.2.2 Número de colmos e rebrota**

O número de colmos e a rebrota foi determinado pela contagem do número de colmos por ocasião da colheita.

### **5.6.2.3 Florescimento e brotação lateral**

Após a aplicação dos produtos químicos foi realizada mensalmente até o momento da colheita a contagem do número de colmos florescidos e que apresentavam brotações laterais.

O florescimento foi avaliado mediante observação da alteração morfológica da gema apical. Determinou-se para cada unidade experimental a partir da relação número de colmos florescidos pelo número total de colmos, multiplicado por cem.

A brotação lateral foi determinada através da observação de emissão de brotos laterais no terço superior da planta. Foi estabelecida a relação número de colmos com brotos laterais pelo número total de colmos, multiplicados por cem.

#### **5.6.2.4 Chochamento**

Parâmetro avaliado durante o momento da colheita.

A determinação deu-se mediante a realização do corte longitudinal dos colmos, para a verificação da existência de tecido branco e esponjoso característico. O resultado foi obtido da mesma forma descrita anteriormente para o florescimento e brotação lateral.

#### **5.6.2.5 Massa dos colmos**

Este parâmetro foi determinado em cada época de amostragem através da pesagem dos colmos por meio de balança de precisão, expresso em  $\text{kg colmo}^{-1}$ .

#### **5.6.2.6 Produtividade de colmos, açúcar e margem de contribuição agrícola**

Por ocasião da colheita foi realizada a pesagem dos colmos dos 5 sulcos centrais de cada parcela, com célula de carga. O peso determinado em 50 m de linha foi extrapolado para a obtenção da produtividade em  $\text{t ha}^{-1}$ .

A margem de contribuição agrícola (MCA) foi determinada a partir do cálculo do açúcar teórico recuperável (ATR, em  $\text{kg açúcar t}^{-1}$  cana) e representa a diferença

entre a receita com a matéria-prima entregue na indústria e os custos variáveis do corte, carregamento e transporte, tratos culturais da soqueira e arrendamento (Fernandes, 2003).

Foi empregada a seguinte fórmula para o cálculo da MCA, conforme Fernandes (2003):

$$\text{MCA} = \text{VTC} \times (\text{TCH} - \text{G}) - \text{GCCT} \times \text{TCH} - \text{GTS}, \text{ onde:}$$

- VTC refere-se ao preço da tonelada de cana (Sistema PCTS) em R\$ t<sup>-1</sup> cana;
- TCH refere-se à produtividade da cana em t cana ha<sup>-1</sup>;
- G refere-se ao custo do arrendamento em t cana ha<sup>-1</sup>;
- GCCT engloba os gastos com o corte, carregamento e transporte da cana em R\$ t<sup>-1</sup> cana;
- GTS engloba os gastos variáveis dos tratos culturais da soqueira em R\$ ha<sup>-1</sup>.

### 5.6.3 Parâmetros tecnológicos

Foi estabelecido um metro de linha fora de cada unidade experimental e todos os colmos presentes foram coletados. As amostragens, independente da variedade de cana-de-açúcar, iniciaram-se por ocasião da instalação do experimento, isto é, no momento da aplicação dos produtos químicos e posteriormente a cada 15 dias até o momento da colheita. A seguir todos os colmos foram submetidos ao desponte na altura da gema apical (ponto de quebra), assim sendo, parte dos colmos foi encaminhado para o Laboratório de Pagamento de PurezaCana da Unidade de Produção do Grupo COSAN – Unidade Barra, para serem processados segundo a metodologia do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (SPCTS) conforme atualizações semestrais da CONSECANA e outra parte foi enviada ao Laboratório de Bebidas do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da FCA/UNESP, Câmpus de Botucatu, onde foram realizadas as seguintes determinações químico-tecnológicas:

#### 5.6.3.1 pH e acidez caldo

Os ácidos orgânicos, como o acético, cis-acotínico, fórmico, fumárico, itacônico, láctico, maléico, oxálico, trans-aconítico, succínico, shikímico, são os responsáveis pelo pH do caldo de cana-de-açúcar, que quando madura e fresca oscila normalmente entre 5,2 e 5,8. Os ácidos acético e láctico são resultantes do processo de deterioração da cana pós corte (Fernandes, 2003).

Segundo recomendação da COPERSUCAR (1987), através de titulação do caldo em agitação com NaOH padrão 0,1N; expressa em g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100 ml<sup>-1</sup> de caldo.

O pH foi determinado por leitura direta em peagâmetro digital.

#### **5.6.3.2 Pol cana**

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

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

#### **5.6.3.3 Pureza caldo**

A pureza reflete a porcentagem de sacarose contida nos sólidos solúveis, sendo denominada “pureza real”, entretanto quando esta determinação é realizada numa solução açucarada impura, diz-se “pureza aparente”. A pureza expressa quantos por cento dos sólidos (brix) são representados pela sacarose (pol) (Fernandes, 2003).

Determinada através da seguinte relação:  $P$  (Pureza) = (Pol % caldo / Brix % caldo) x 100.

#### **5.6.3.4 Açúcares redutores cana**

Os açúcares redutores (AR) referem-se a um termo utilizado para designar os açúcares (monossacarídeos), glicose e frutose, principalmente. Os açúcares redutores são produtos precursores de cor no processo industrial, isto é, participam de reações que aumentam a cor do açúcar, depreciando a qualidade do produto. Durante a maturação da cana-de-açúcar, à medida que o teor de sacarose se eleva os açúcares redutores decrescem de aproximadamente 2,0 % para valores abaixo de 0,5 %, entre março/abril e setembro/outubro no Hemisfério Sul, podendo chegar a 0,2 %. Esse comportamento torna importante a análise do teor de açúcares redutores para acompanhamento e julgamento da maturação, principalmente nos primeiros meses de safra (Fernandes, 2003).

Os açúcares redutores (AR) por cento cana foram determinados pela equação ARC (AR % cana) =  $AR * (1 - 0,01 * F) * C$ , onde C foi descrito anteriormente, F refere-se à fibra cana e AR aos açúcares redutores do caldo. O AR pode ser calculado pela fórmula:  $AR \% \text{ caldo} = 3,641 - 0,0343 * P$ , onde P trata-se da pureza aparente do caldo, expressa em porcentagem.

#### **5.6.3.5 Açúcar teórico recuperável cana**

O açúcar teórico recuperável (ATR) constitui um dos parâmetros do sistema de pagamento de cana implantado em São Paulo a partir da safra de 1998/99, e reflete o resultado da diferença entre o ART (açúcares redutores totais) da cana e as perdas na lavagem de cana, no bagaço final, na torta do filtro ou prensa e as “indeterminadas”, considerando a eficiência média padrão, ou seja, representa a quantidade de açúcares (na forma de açúcares invertidos ou ART) que são recuperados na usina assumindo perdas de 12 % na lavagem de cana, extração (perda de pol no bagaço final), torta dos filtros ou prensas e as “indeterminadas” (Fernandes, 2003).

O açúcar teórico recuperável (ATR), dado em kg açúcar t<sup>-1</sup> de cana, foi calculado através da fórmula regulamentada pelo CONSECANA (1999):

$$\text{ATR} = 10 \times 0,88 \times 1,0526 \times \text{PCC} + 10 \times 0,88 \times \text{ARC}, \text{ onde:}$$

- o fator 10, refere-se à Transformação de kg Pol/100 kg cana (%) em kg Pol t<sup>-1</sup> cana;

- o fator 0,88, refere-se à Eficiência industrial de lavagem, extração e tratamento caldo juntas, ou seja, coeficiente de recuperação, para uma perda industrial de 12%;

- o fator 1,0526, refere-se ao Fator que transforma a Pol em AR, ou seja, coeficiente estequiométrico para a conversão de pol em açúcares redutores.

$\text{AR} = (9,9408 - 0,1049 \times \text{Pureza}) \times (1 - 0,01 \times \text{Fibra}) \times (1,0313 - 0,00575 \times \text{Fibra})$ , sendo:

- primeiro parênteses: Regressão que correlaciona Pureza da cana com teor de AR;

- segundo parênteses: Regressão que transforma a AR do caldo para AR da cana;

- terceiro parênteses: Regressão que corrige a extração da prensa para extração real.

### 5.6.3.6 Fibra e umidade cana

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. A umidade da cana, por sua vez, reflete a porcentagem de água contida na cana (Fernandes, 2003). No sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose (PCTS) a fibra é estimada em função do peso de bagaço úmido da prensa.

Determinada pelo método da prensa hidráulica, conforme determinado no Ato 13/83, de 21/04/1983 – IAA, citado por Mutton (1984) e atualizações semestrais do CONSECANA.  $F = 0,08 * \text{PBU} + 0,876$ , onde F é a Fibra cana e PBU refere-se ao peso do bagaço úmido da prensa, em gramas.

As avaliações tecnológicas de pH e acidez total do caldo extraído foram realizadas mensalmente enquanto as demais avaliações (Pol, Pureza, AR e ATR, Fibra, Umidade) foram realizadas quinzenalmente.

Ressalta-se que toda a análise tecnológica obedeceu as Normas de Avaliação da Qualidade da Cana-de-Açúcar regulamentada pela CONSECANA, com exceção da determinação da acidez total do caldo extraído que seguiu a recomendação da COPERSUCAR (1987).



## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 Experimento 1 – variedade de cana-de-açúcar “RB855453”**

#### **6.1.1 Invertases ácida e neutra**

Analisando-se a Tabela 4, desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação, é possível constatar que, de modo geral, a atividade invertase ácida foi superior à atividade da enzima invertase neutra. Para todas as épocas de amostragem os tratamentos revelaram comportamentos distintos em promover a atividade das invertases ácida e neutra. Por outro lado, Vieira et al. (1996a) observaram para a variedade NA56-79 que a atividade da isoenzima neutra predominou sobre a ácida.

Para a invertase ácida, nota-se que aos 30 DAA o menor valor foi observado através da aplicação do maturador  $\text{KNO}_3$  + Boro, enquanto que aos 60 e 90 DAA, mesmo não mostrando a menor atividade, não ocorreu diferença significativa para os tratamentos  $\text{KNO}_3$ , Etil-trinexapac e Comp. carboxílicos + Glifosato, os quais revelaram baixa atividade da enzima.

Em relação à invertase neutra, aos 30 DAA nota-se comportamento semelhante ao observado para a invertase ácida do tratamento  $\text{KNO}_3$  + Boro. Aos 60 DAA este tratamento induziu baixa atividade enzimática, não apresentando diferença significativa para a testemunha. Aos 90 DAA a atividade foi maior daquela encontrada na testemunha, diferenciando significativamente. Isto evidencia provavelmente o comportamento do  $\text{K}^+$  em reduzir a atividade hidrolítica da enzima invertase, acarretando, portanto, em menor quantidade de açúcares redutores em relação à sacarose (Travaglini Júnior, 1999).

O Glifosato proporcionou aos 30 e 60 DAA os maiores valores para a invertase neutra; com relação aos valores obtidos para a invertase ácida, o comportamento dos maturadores químicos variou bastante e de forma significativa dentro de cada época.

A enzima responsável pela hidrólise da sacarose, invertase ácida, apresentou tendência crescente no tempo quando se aplicou maturadores químicos da classe dos reguladores de crescimento (Figura 3). Provavelmente, este efeito foi devido ao processo de crescimento da planta, embora em ritmo menor, o qual acarretou na maior necessidade de açúcares (glicose e frutose) para a manutenção do seu metabolismo, implicando assim na maior atividade da referida enzima. Esta observação sugere a existência de estreita relação entre o crescimento da cana-de-açúcar e a atividade da invertase ácida conforme relatos de vários autores (Hatch & Glasziou, 1963; Glasziou & Bull, 1965; Lingle, 1999). Contudo Lingle & Irvine (1994) e Terauchi et al. (2000) enfatizaram redução na atividade da enzima invertase ácida sob condições de temperaturas baixas, correlacionando-a com o aumento na concentração de sacarose no inverno. Zhu et al. (1997) correlacionaram a menor atividade da invertase ácida com a elevação no teor de sacarose durante o processo de maturação da cana-de-açúcar.

O Glifosato não influenciou significativamente a atividade da invertase ácida, embora Su et al. (1992) tenham demonstrado que o emprego de Glifosato, como maturador químico em cana-de-açúcar, induziu à redução na taxa de alongamento de internódios imaturos e concomitantemente o decréscimo na atividade da invertase ácida com o incremento na concentração de açúcar. Por outro lado, constatou-se efeito quadrático significativo para os maturadores Etefon, Etil-trinexapac, Comp. Carboxílicos + Glifosato e  $\text{KNO}_3$ , assim como para a testemunha e para os maturadores químicos Sulfometuron metil e  $\text{KNO}_3$  + Boro ocorreu efeito linear significativo em nível de 1 % (Figura 3). De acordo com

Vieira et al. (1996b), as variedades de cana-de-açúcar SP70-1143 e SP71-799 apresentaram tendência de diminuição da invertase ácida e, invariavelmente, seu desaparecimento com a maturidade do tecido, portanto, neste trabalho os efeitos quadráticos são os que melhor evidenciam o comportamento biológico da planta. Também Vieira et al. (1996a) encontraram resultado semelhante trabalhando com a variedade de cana-de-açúcar CB41-76.

Com relação à atividade da invertase neutra (Figura 4), embora valores menores do que os observados para a invertase ácida tenham ocorrido, nota-se tendência crescente com o transcorrer das épocas de amostragem, evidenciando sua relação com o processo de maturação da cana-de-açúcar, com exceção do Glifosato e testemunha. Conforme observado, é esperado que com o desenvolvimento da planta, a atividade desta enzima aumente com a finalidade de garantir a integridade da sacarose. Suzuki (1983) determinou estreita relação entre a atividade da invertase neutra e o teor de sacarose em internódios maduros de cana-de-açúcar. Por outro lado, diversos autores relataram altos níveis de atividade da isoenzima neutra em relação à isoenzima ácida, no entanto concordam que esta relação pode estar estreitamente ligada à capacidade de acumular sacarose (Hatch & Glasziou, 1963; Ricardo & Sovia, 1974; Vieira et al., 1996b).

Por meio das Figuras 10 e 12, PCC e AR, respectivamente, foi possível verificar que a taxa de armazenamento da sacarose aumentou em função do nível da atividade da invertase neutra (Figura 4), bem como a presença de açúcares redutores mostrou-se em declínio, concordando com os resultados descritos por Hatch & Glasziou (1963) e Viera et al. (1996b). Também Rose & Botha (2000) encontraram correlação significativa entre o teor de sacarose e o nível da atividade da invertase neutra. Para Vieira et al. (1996a), o aumento de açúcares redutores no transcorrer do tempo foi acompanhado de queda na atividade da isoenzima ácida. A relação inversa entre os níveis de atividade de invertases e açúcares redutores é uma indicação da rápida hidrólise durante o desenvolvimento dos internódios (Batta & Singh, 1986).

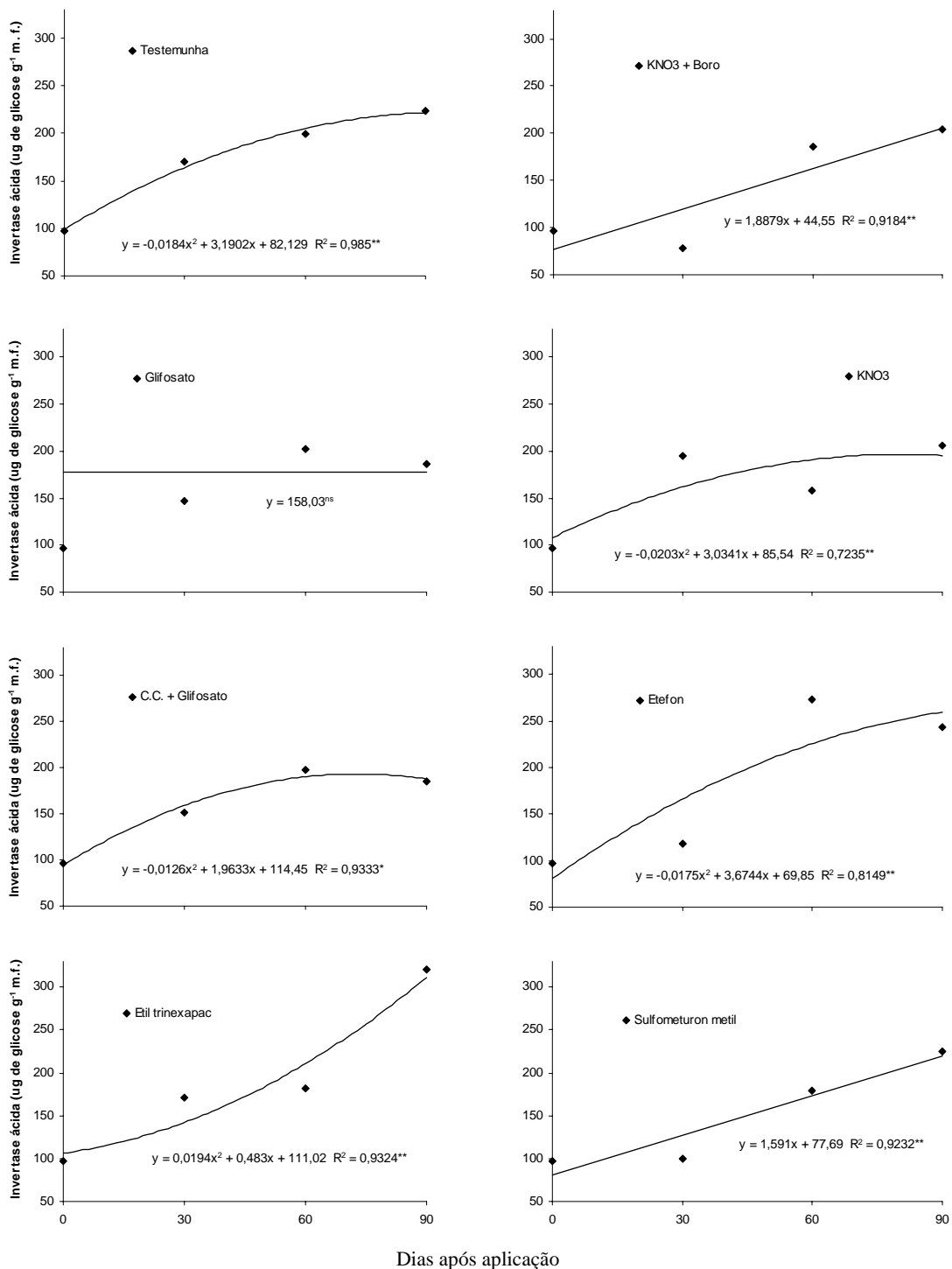
Foi constatado que apenas a testemunha e o Glifosato não apresentaram efeito significativo sobre a atividade desta enzima, todos os demais maturadores empregados apresentaram efeito linear significativo, com exceção do  $\text{KNO}_3$  + Boro, onde se verificou efeito quadrático (Figura 4).

Os processos bioquímicos associados com os mecanismos reguladores do sistema fonte-dreno estão diretamente ligados à atividade de enzimas durante o desenvolvimento da cana-de-açúcar. Essas mudanças estão estreitamente relacionadas com o metabolismo da sacarose, o que sugere que tanto as invertases como as sintetases desempenham função vital no controle desse sistema, além do que, as invertases interferem em todos os ciclos do desenvolvimento da cana-de-açúcar (Vieira et al., 1996a).

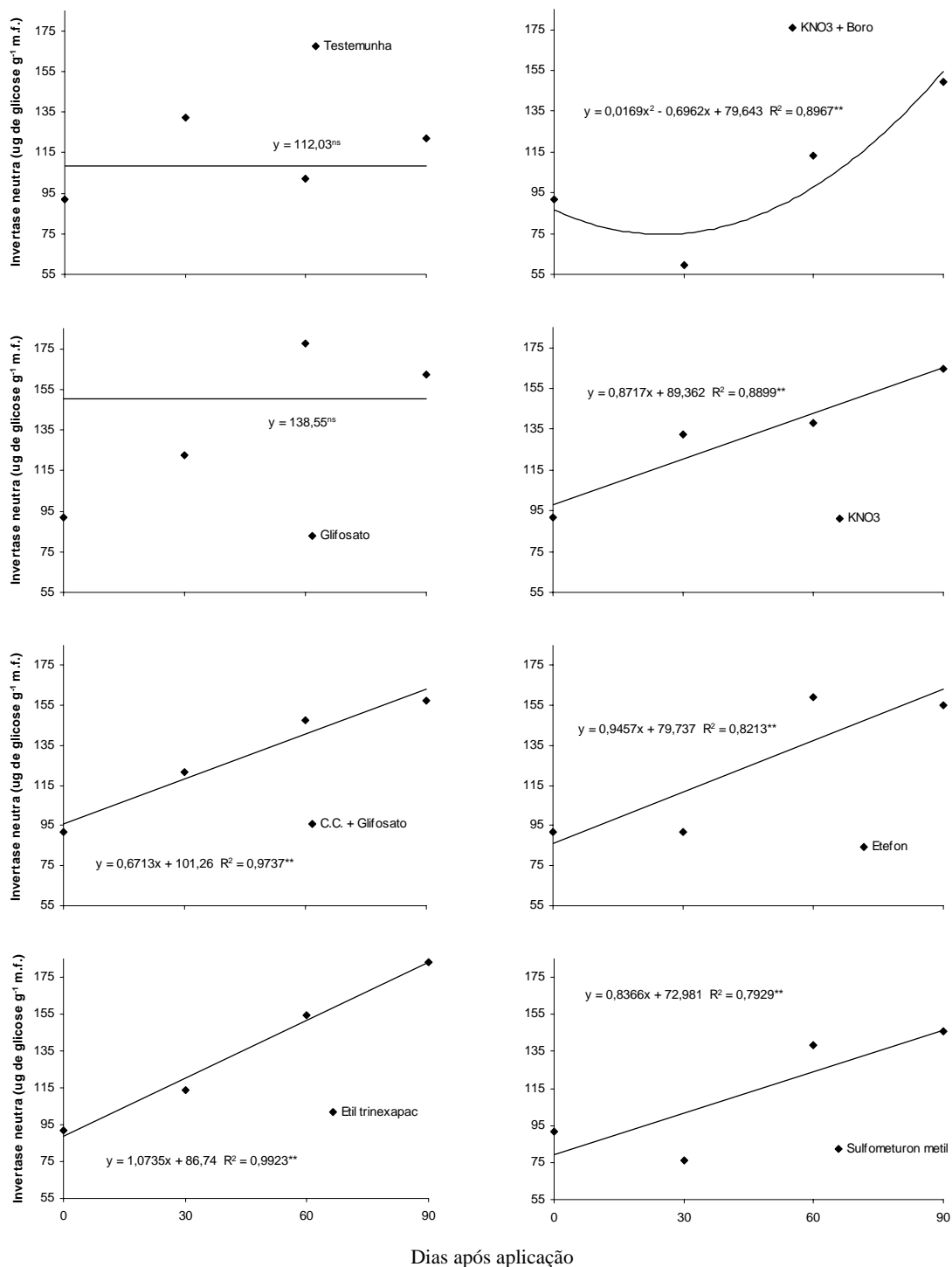
**Tabela 4.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à atividade das enzimas Invertases ácida e neutra da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Invertase ácida ( $\mu\text{g}$ de glicose $\text{g}^{-1}$ matéria fresca)		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
Testemunha	170,284 ab	198,498 b	223,568 bc
Glifosato	146,832 bc	201,710 b	186,712 d
C. C. + Glifosato	151,234 b	197,544 b	185,284 d
Etil-trinexapac	170,758 ab	182,188 bc	321,116 a
KNO <sub>3</sub> + Boro	78,496 e	185,356 bc	203,664 cd
KNO <sub>3</sub>	195,142 a	157,664 c	206,472 cd
Etefon	118,188 cd	273,522 a	243,524 b
Sulfometuron metil	99,688 de	179,330 bc	225,330 bc
<b>CV (%) = 14,15</b>			
Tratamento	Invertase neutra ( $\mu\text{g}$ de glicose $\text{g}^{-1}$ matéria fresca)		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
Testemunha	132,426 a	102,070 d	121,948 c
Glifosato	122,462 a	177,664 a	162,424 ab
C. C. + Glifosato	121,832 a	147,330 b	157,664 ab
Etil-trinexapac	113,856 ab	154,096 ab	183,092 a
KNO <sub>3</sub> + Boro	59,568 d	113,284 cd	149,378 b
KNO <sub>3</sub>	132,662 a	138,140 bc	164,450 ab
Etefon	92,068 bc	159,140 ab	155,094 b
Sulfometuron metil	75,880 cd	138,260 bc	145,616 bc
<b>CV (%) = 16,16</b>			

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 3.** Invertase ácida ( $\mu\text{g}$  de glicose  $\text{g}^{-1}$  matéria fresca) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.



**Figura 4.** Invertase neutra ( $\mu\text{g}$  de glicose  $\text{g}^{-1}$  matéria fresca) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

### 6.1.2 Altura de plantas e diâmetro dos colmos

Os maturadores químicos afetaram a continuidade do processo de crescimento em altura aos 90 dias após a aplicação (DAA), podendo-se observar também variações significativas entre as épocas de avaliação (Tabela 5). Diferentemente do observado quanto à altura das plantas, os resultados obtidos com relação ao diâmetro dos colmos não revelaram efeito dos tratamentos.

Conforme se pôde observar, o emprego de maturadores químicos da classe dos reguladores vegetais permitiu a continuação do processo de crescimento em altura das plantas, porém não refletindo em aumento no diâmetro dos colmos; por outro lado, os maturadores químicos da classe dos inibidores de crescimento caracterizaram-se por inibir o processo de crescimento das plantas (Tabela 5). Os colmos tratados com Glifosato manifestam uma rápida e progressiva diminuição de crescimento em altura, efeito derivado principalmente do menor alongamento dos entrenós imaturos.

Romero et al. (1998a) observaram reduções mais severas na altura dos colmos quando realizou aplicação de Glifosato, em doses superiores a  $0,9 \text{ L p.c. ha}^{-1}$ , no final de março, mas sua aplicação no mês de abril e início de maio, para a dose recomendada ( $0,6 \text{ p.c. ha}^{-1}$ ), pouco afetou o crescimento em altura das plantas. Conforme Clowes (1978), doses entre  $0,3$  e  $0,6 \text{ kg ha}^{-1}$  de Glifosato são eficientes em promover a maturação da cana-de-açúcar sem afetar o processo de crescimento da planta.

Para Castro et al. (2002) a aplicação de Etefon no início de março não afetou o número médio de entrenós por colmo, por outro lado o Glifosato reduziu esse número aos 172 DAA; quando aplicado em meados de abril, o Etefon reduziu o número de entrenós por colmo aos 52 DAA e o Glifosato diminuiu esse número aos 52 e 99 DAA.



**Tabela 5.** Altura de plantas e diâmetro dos colmos aos 0 e 90 dias após a aplicação (DAA) dos maturadores químicos, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Altura (m)		Diâmetro (mm)	
	0 DAA	90 DAA	0 DAA	90 DAA
Maturadores				
Testemunha	1,93 aB	2,27 abA	29,68 aA	28,78 aA
Glifosato	1,87 aA	1,90 cA	29,47 aA	27,72 aA
C. C. + Glifosato	1,91 aB	2,20 abA	28,94 aA	29,31 aA
Etil-trinexapac	1,89 aA	1,90 cA	29,51 aA	27,71 aA
KNO <sub>3</sub> + Boro	1,95 aB	2,36 aA	28,89 aA	28,25 aA
KNO <sub>3</sub>	1,92 aB	2,26 abA	29,76 aA	28,32 aA
Etefon	1,94 aB	2,14 abcA	29,79 aA	29,24 aA
Sulfometuron metil	1,99 aA	2,02 bcA	28,99 aA	27,57 aA
CV (%)	11,18		5,13	

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).

Os colmos tratados com glifosato manifestam uma rápida e progressiva redução na taxa de alongamento dos entrenós, favorecendo o armazenamento de açúcar nos entrenós maduros e em especial nos entrenós imaturos (Romero et al., 1996).

O K<sup>+</sup> participa direta ou indiretamente de inúmeros processos bioquímicos do metabolismo dos carboidratos, como a fotossíntese e respiração, razão pela qual a sua carência se reflete numa falta de crescimento (Glória, 1985). Esta afirmação pode explicar o maior crescimento observado para os tratamentos que envolveram a aplicação de KNO<sub>3</sub> e KNO<sub>3</sub> + Boro, maturadores que contém em sua formulação o elemento K<sup>+</sup>, conforme revela a Tabela 5.

Os resultados obtidos quanto à aplicação de Etefon, estão de acordo com os obtidos por Melloto et al. (1987), todavia, resultado distinto foi observado por Castro et al. (1985), onde concluíram que o Etefon causou drástica diminuição na altura da cana-de-açúcar, sendo que doses crescentes promoveram maior ação retardante.

### 6.1.3 Número de colmos e rebrota

Para o número de colmos houve diferença significativa entre os tratamentos aos 90 DAA (Tabela 6). Nesta época os maturadores químicos Etefon,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3 + \text{Boro}$  e Etil-trinexapac proporcionaram o maior número de colmos, sem no entanto diferirem estatisticamente entre si.

Melloto et al. (1987) concluíram que o número de colmos proveniente de toletes obtidos de plantas tratadas com Etefon não diferiram estatisticamente do controle. Os resultados observados quanto à aplicação de Etefon condizem com o revelado pela literatura, na qual seu uso é justificado entre outros motivos, por permitir o aumento do perfilhamento da cultura (Yang & Pao, 1974; Shetiya & Dendsay, 1991).

O maturador Etil-trinexapac proporcionou a maior rebrota na cultura (Tabela 6).

Romero et al. (1998a) determinaram que a dose de 0,6 L p.c.  $\text{ha}^{-1}$  de Glifosato não influenciou a brotação posterior da cana-de-açúcar. Para as condições do presente experimento, no qual aplicou-se 0,4 L p.c.  $\text{ha}^{-1}$  de Glifosato, constatou-se que o mesmo não influenciou a rebrota quando comparado à testemunha.

Segundo Romero et al. (2000) doses elevadas de Glifosato, superiores a 0,43 L i.a.  $\text{ha}^{-1}$ , podem causar, retardamento do processo de brotação e crescimento do canavial no ciclo seguinte, além de causar amarelecimento severo e dessecar rapidamente a planta, embora os autores recomendem esta dose para emprego em cana-soca que logo após a colheita será renovada. Romero et al. (1996) observaram maiores riscos de efeitos residuais na brotação, crescimento e produção da soca quando aplicado à cultura da cana-de-açúcar dose de 0,58 L i.a.  $\text{ha}^{-1}$  de Glifosato, contudo recomendam essa dosagem para canaviais que serão reformados.

Romero et al. (1998a) ainda relatou que aplicações de doses elevadas de Glifosato (superiores a 0,9 L p.c.  $\text{ha}^{-1}$ ) podem causar atraso na brotação da cana-de-açúcar, contudo não provocam efeito negativo e significativo nos componentes de rendimento e na produção de cana.

**Tabela 6.** Avaliação do número de colmos e rebrota aos 90 dias após a aplicação (DAA) dos maturadores químicos, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Número de colmos		Rebrota
	Nº de colmos m <sup>-1</sup>		Nº de brotos m <sup>-1</sup>
	90 DAA		
Testemunha	13,0 b		21,0 bc
Glifosato	14,0 b		21,0 bc
C. C. + Glifosato	12,0 c		20,0 c
Etil-trinexapac	14,0 a		24,0 a
KNO <sub>3</sub> + Boro	14,0 a		22,0 b
KNO <sub>3</sub>	14,0 a		21,0 bc
Etefon	14,0 a		22,0 b
Sulfometuron metil	12,0 c		22,0 b
<b>CV (%)</b>	<b>8,85</b>		<b>8,34</b>

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).

#### 6.1.4 Florescimento e brotação lateral

Os dados ocorridos de florescimento e de brotação lateral na cana-de-açúcar em função das diferentes épocas de amostragem, expressos em porcentagem, estão contidos na Tabela 7. Inicialmente, isto é, no momento de instalação do experimento não foi observado a ocorrência de nenhum destes fenômenos, daí os valores iniciais serem nulos, indicando sua ausência (Tabela 1). Posteriormente verifica-se, dentro de cada época, a influência dos maturadores químicos no índice de florescimento e brotação lateral.

O maturador Comp. carboxílicos + Glifosato e Sulfometuron metil foram mais eficientes em minimizar o processo de florescimento aos 30 DAA, apresentando um índice de 46,60 % e 44,40 %, respectivamente. Com exceção do Etil-trinexapac, todos os outros maturadores foram eficientes em reduzir o índice de florescimento aos 60 DAA. Por ocasião da colheita, aos 90 DAA, destacaram-se os maturadores Etefon, KNO<sub>3</sub> + Boro e

Glifosato, com índices de 46,60 %, 47,00 % e 40,00 %, respectivamente. Para Subiros (1990) o momento propício à aplicação de Glifosato refere-se ao início da diferenciação floral, no caso de variedades de cana-de-açúcar que florescem, porém nas que não florescem, sua aplicação deverá realizar-se quando estas alcançarem o pleno desenvolvimento vegetativo.

Por meio da Figura 5 verifica-se que os tratamentos não influenciaram significativamente a ocorrência de inflorescência. Lavanholi et al. (2002) relataram que o florescimento não foi influenciado por nenhum maturador químico aplicado à cultura, nesse caso, Etefon e imazapyr. No entanto, Deuber et al. (1987) indicaram controle eficiente do florescimento para a variedade de cana-de-açúcar SP70-1143 e ineficiente para SP70-1078, quando da aplicação de Etefon; para estes autores mesmo os altos índices de florescimento ocorridos não afetaram o acúmulo de sacarose ou o processo normal de maturação da cana-de-açúcar. Ide et al. (1985) também determinaram controle eficiente do processo de florescimento através da aplicação de Etefon.

Segundo Deuber (1988) a formação e a emissão de flores não afetam o processo de acúmulo de sacarose, uma vez que seu teor continua a crescer normalmente, juntamente com a formação de flores por um período de vários meses. A explicação reside no fato da formação da flor requerer quantidades pequenas de energia uma vez que a matéria seca formada é mínima e a quantidade de açúcar nas hastes florais é muito pequena. Além disso raramente são produzidas sementes viáveis que demandariam maior consumo de energia e reservas.

Com relação à ocorrência de brotação lateral, pode-se verificar que a aplicação de maturadores químicos da classe dos inibidores de crescimento causou os maiores índices deste parâmetro (Tabela 7), destacando-se os maturadores Glifosato e Sulfometuron metil. De acordo com Gheller et al. (2003), a aplicação de Glifosato, em variedades de cana-de-açúcar, tem ocasionado intensa brotação lateral. Para Clowes (1978), o emprego de elevadas doses de Glifosato causa, com frequência, a formação de brotos laterais, principalmente no terço superior da planta de cana-de-açúcar. Isto pode ser explicado pelo fato dos maturadores da classe dos inibidores de crescimento afetarem a integridade da gema apical. Através da manifestação da dominância apical, todas as demais gemas permanecem em dormência; no entanto quando esta dominância é perdida ocorre a brotação lateral através do desenvolvimento das gemas laterais. Durante o crescimento ativo da planta e em condições

normais da manifestação da dominância apical, ocorre na gema apical, a produção de auxinas. Este hormônio é translocado do ápice para a base da planta, garantindo assim a dormência das gemas laterais, além de estimular o crescimento. Por outro lado, pode-se observar que os maturadores químicos da classe dos reguladores vegetais caracterizaram-se por revelarem baixos índices de brotação lateral, justamente por não atuarem quebrando a dominância apical da planta. A dominância apical atua também como dreno para as citocininas (reguladores da divisão celular), hormônios produzidos principalmente nos meristemas apicais radiculares e translocados para a parte aérea da planta, assim sendo, com a perda desta dominância, há um desequilíbrio na relação auxinas/citocininas associado à redução na síntese de auxinas. O aumento do nível de citocininas na parte aérea do vegetal estimula o desenvolvimento das gemas laterais resultando no processo de brotação lateral e depreciando a qualidade tecnológica da matéria-prima.

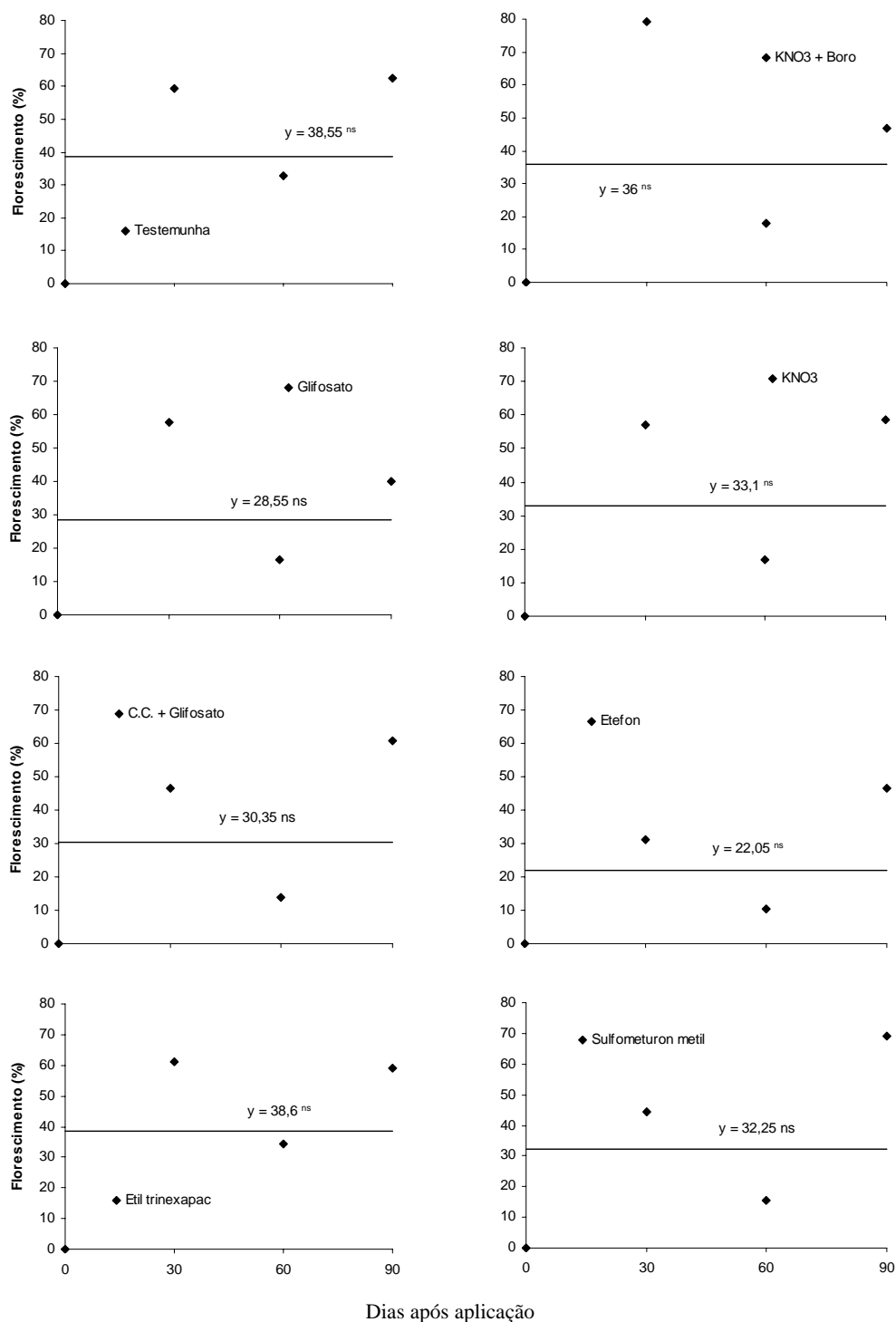
Pela análise de desdobramento verificou-se efeito significativo para os maturadores Glifosato, Etefon e Etil-trinexapac, e efeito significativo linear para o Sulfometuron metil (Figura 6).

Ressalta-se que quanto maior a ocorrência de brotação lateral, principalmente próximo à base do colmo, maior será a queda na qualidade tecnológica dos mesmos, uma vez que a formação destes brotos tardios mobiliza uma grande quantidade de energia da planta, causando a redução no teor de sacarose.

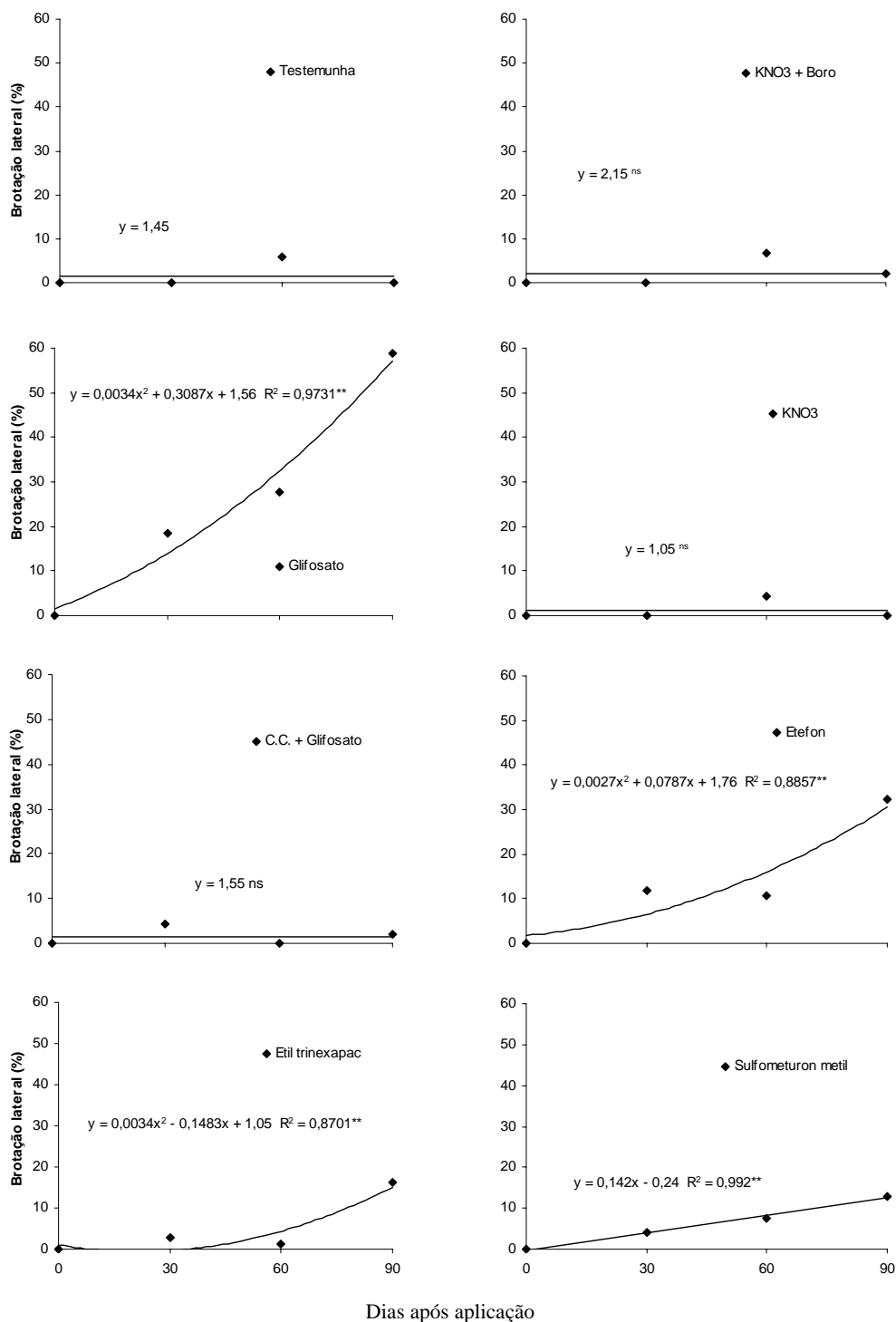
**Tabela 7.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente ao florescimento e à brotação lateral da cana-de-açúcar variedade RB855453. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Florescimento (%)		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
<b>Maturadores</b>			
Testemunha	59,20 b	32,60 a	62,40 ab
Glifosato	57,80 b	16,40 b	40,00 c
C. C. + Glifosato	46,60 c	14,00 b	60,80 ab
Etil-trinexapac	61,00 b	34,40 a	59,00 b
KNO <sub>3</sub> + Boro	79,20 a	17,80 b	47,00 c
KNO <sub>3</sub>	57,00 b	16,80 b	58,60 b
Etefon	31,20 d	10,40 b	46,60 c
Sulfometuron metil	44,40 c	15,40 b	69,20 a
<b>CV (%) = 28,59</b>			
Tratamento	Brotação lateral (%)		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
<b>Maturadores</b>			
Testemunha	0,00 d	5,80 c	0,00 d
Glifosato	18,60 a	27,80 a	58,80 a
C. C. + Glifosato	4,20 c	0,00 e	2,00 d
Etil-trinexapac	2,80 cd	1,20 de	16,20 c
KNO <sub>3</sub> + Boro	0,00 d	6,60 c	2,00 d
KNO <sub>3</sub>	0,00 d	4,20 cd	0,00 d
Etefon	11,80 b	10,80 b	32,20 b
Sulfometuron metil	4,00 cd	7,60 bc	13,00 c
<b>CV (%) = 49,76</b>			

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 5.** Florescimento (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.



**Figura 6.** Brotação lateral (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.



### 6.1.5 Chochamento

A mais importante consequência do florescimento de algumas variedades de cana refere-se ao chochamento (ou chochamento) gradativo do colmo, resultando na perda de caldo, aumento do teor de fibra e perda de açúcares. As canas chochadas, com baixa densidade, além dos problemas do transporte de volume, ocasionam perdas de capacidade de moagem e dificultam a extração, além de levarem maior quantidade de bagacilho às dornas (Mutton e Mutton, 1992).

Por ocasião da colheita do experimento realizou-se a contagem dos colmos isoporizados em valores expressos em porcentagem (Tabela 8). Observa-se que a testemunha, Comp. carboxílicos + Glifosato,  $\text{KNO}_3$  + Boro,  $\text{KNO}_3$  e Etefon proporcionaram os menores índices de chochamento. O Sulfometuron metil destacou-se por causar o maior índice de chochamento, ou seja, da ordem de 65,20 %. Tal fato era esperado, uma vez que o processo de chochamento acompanha o processo de florescimento, no entanto, esse raciocínio não pode ser aplicado para a testemunha, Glifosato e Comp. carboxílicos + Glifosato.

De acordo com Mutton e Mutton (1992) o emprego da determinação de umidade % cana, pode ser usado como um bom indicador da evolução da chochamento, exceção feita quando de estresse hídrico. Desta forma, comparando-se as Tabelas 8 e 16, verifica-se que os teores de umidade nos tratamentos como Etil-trinexapac, Glifosato e, em especial, o Sulfometuron metil, resultaram de modo geral, nos menores valores com o transcorrer das épocas de amostragem, corroborando a afirmação dos autores supracitados.

Os resultados encontrados respaldam os de Castro et al. (2002) e Castro et al. (2001) quando verificaram que o Etefon, aplicado no início de março, reduziu a chochamento aos 62 e 94 DAA, enquanto o Glifosato diminuiu esse parâmetro aos 62, 94 e 172 DAA. Também Pontin (1995) constatou que o Etefon reduziu o índice de chochamento em relação à testemunha, contudo diferentemente do observado na Tabela 8, o Sulfometuron metil reduziu o índice de chochamento quando comparado à testemunha.

**Tabela 8.** Avaliação da chochamento da cana-de-açúcar aos 90 DAA em função da aplicação de maturadores químicos, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

<b>Tratamento</b>	<b>Chochamento (%)</b>
<b>Maturadores</b>	<b>90 DAA</b>
Testemunha	27,40 c
Glifosato	43,80 b
C. C. + Glifosato	27,80 c
Etil-trinexapac	51,20 b
KNO <sub>3</sub> + Boro	33,00 c
KNO <sub>3</sub>	33,40 c
Etefon	33,40 c
Sulfometuron metil	65,20 a
<b>CV (%) = 15,26</b>	

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).

### 6.1.6 Massa dos colmos

Aos 30 DAA nenhuma variação significativa foi encontrada, contudo a partir dos 60 DAA os maturadores passaram a influenciar o desenvolvimento da massa dos colmos; destacando-se os maturadores Comp. carboxílicos + Glifosato, Glifosato, KNO<sub>3</sub> e KNO<sub>3</sub> + Boro (Tabela 9).

É possível constatar que embora os maturadores tenham apresentado tendência de incrementar a massa dos colmos, a testemunha, apresentou valores superiores aos tratamentos. A explicação para tal resultado está associada ao fato da planta, no caso da testemunha, continuar o processo de crescimento, uma vez que a dominância apical não foi afetada e somente as condições ambientais regularam o processo natural de sua maturação, assim sendo, pode-se dizer que a testemunha, provavelmente apresentou um maior número de internódios e/ou alongamento em relação aos maturadores, embora não refletindo numa maior produção de cana e açúcar (Tabela 17).

Almeida et al. (2003) concluíram que o produto Sulfometuron metil (SM) não afetou o peso do colmo da variedade SP81-3250, como também não reduziu a produção, corroborando com os dados observados no presente experimento (Tabela 9 e Tabela 17).

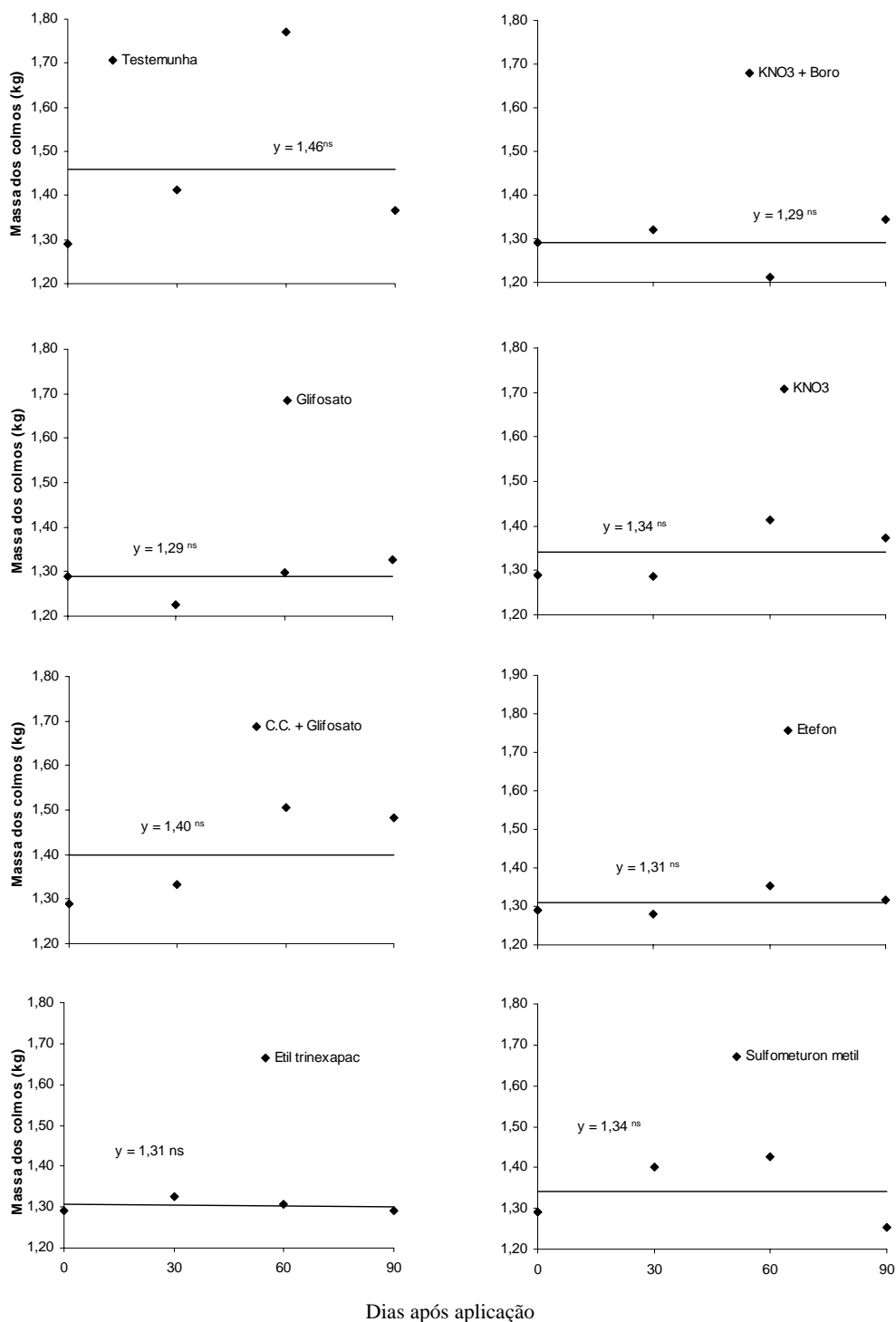
De acordo com Romero et al. (1998a) a aplicação de Glifosato melhora a qualidade dos entrenós do colmo, com um incremento relativo mais importante no terço apical do mesmo. Este comportamento permite a possibilidade de realizar um desponte mais alto dos colmos tratados, o que incrementa o rendimento em cana ou no mínimo compensa as perdas de peso que pode ser induzido por esse produto. Também para Romero et al. (1996) a aplicação de Glifosato pode favorecer um ganho de 2 a 4 entrenós devido ao desponte mais alto. Segundo Romero et al. (1998b) a dose de 0,6 L p.c. ha<sup>-1</sup> de Glifosato é capaz de eliminar os riscos de perda de peso dos colmos.

A massa individual dos colmos não sofreu influência significativa de nenhum dos tratamentos aplicados (Figura 7).

**Tabela 9.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à massa dos colmos da cana-de-açúcar variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Massa dos colmos (kg colmo <sup>-1</sup> )		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
Maturadores			
Testemunha	1,41 a	1,77 a	1,37 ab
Glifosato	1,23 a	1,30 bc	1,33 a
C. C. + Glifosato	1,33 a	1,51 a	1,48 a
Etil-trinexapac	1,33 a	1,31 bc	1,29 b
KNO <sub>3</sub> + Boro	1,32 a	1,21 c	1,34 a
KNO <sub>3</sub>	1,29 a	1,41 bc	1,37 a
Etefon	1,28 a	1,35 bc	1,32 ab
Sulfometuron metil	1,40 a	1,43 bc	1,25 ab
<b>CV (%) = 19,73</b>			

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 7.** Massa dos colmos (kg colmo<sup>-1</sup>) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

### 6.1.7 pH e acidez do caldo

Na Tabela 10 encontram-se os valores obtidos para o pH do caldo da cana-de-açúcar; os resultados permitem afirmar que, de modo geral, estes apresentaram comportamento semelhante para os diversos tratamentos empregados nas diferentes épocas de amostragem concordando com os resultados obtidos por Mutton (1984).

Quando se realizou o desdobramento de dias após aplicação dentro de maturadores não foi verificado nenhum efeito significativo, revelando que a época de amostragem não teve qualquer influência sobre os valores do pH do caldo da cana-de-açúcar (Figura 8).

Diferentemente dos valores observados para o pH do caldo, os valores da acidez sulfúrica apresentaram maior variabilidade (Tabela 10), observação também relatada por Mutton (1984). Verifica-se que, com exceção de 30 DAA, os tratamentos foram diferentes significativamente dentro de todas as demais épocas de amostragem. De maneira geral, a aplicação dos maturadores químicos ocasionou maiores valores para a acidez sulfúrica do caldo, uma vez que a testemunha apresentou os menores valores em praticamente todas as épocas. Lavanholi et al. (2002) constataram diferença estatística entre parcelas tratadas e não tratadas com maturadores químicos, sendo o maior valor referente àquelas tratadas, havendo a hipótese do ataque de bactérias, cujos produtos metabólicos são ácidos, aos tecidos lesados pelos maturadores.

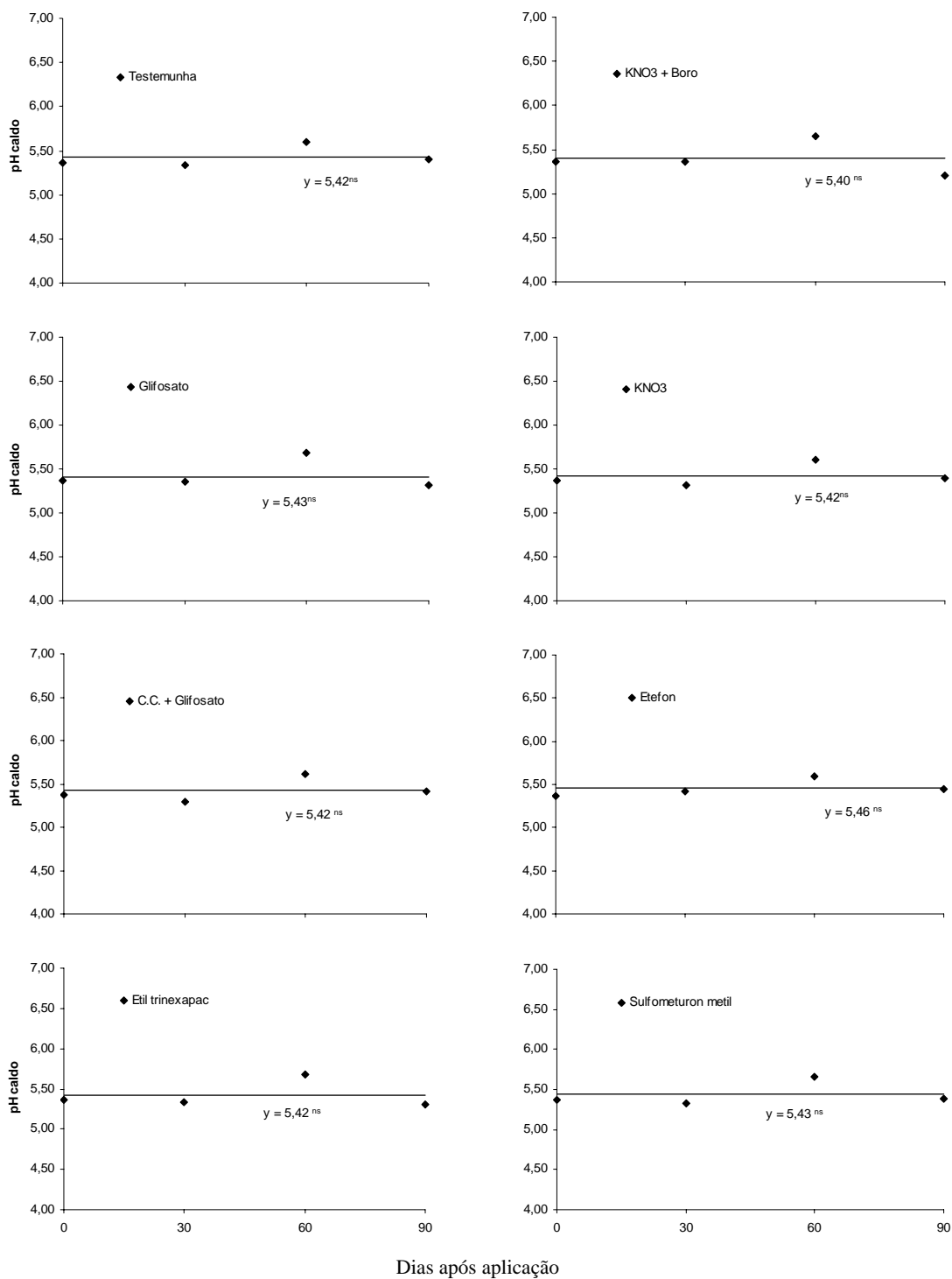
A acidez sulfúrica do caldo sofreu influência significativa apenas dos maturadores químicos  $\text{KNO}_3$ , Comp. Carboxílicos + Glifosato e Etefon; os dois primeiros maturadores apresentaram efeito linear significativo, bem como a testemunha, enquanto que o terceiro revelou efeito quadrático significativo (Figura 9).

A deterioração da cana-de-açúcar, provocada pela presença de microorganismos, relaciona-se com a acidez do caldo, em virtude do produto de seu metabolismo (ácido acético, láctico, butírico), incrementarem os valores dessa variável. Mas a acidez também pode advir de matéria-prima, ainda imatura, devido à presença de ácidos, dentre eles, o trans-aconítico (Celestine-Myrtill-Martin, 1990).

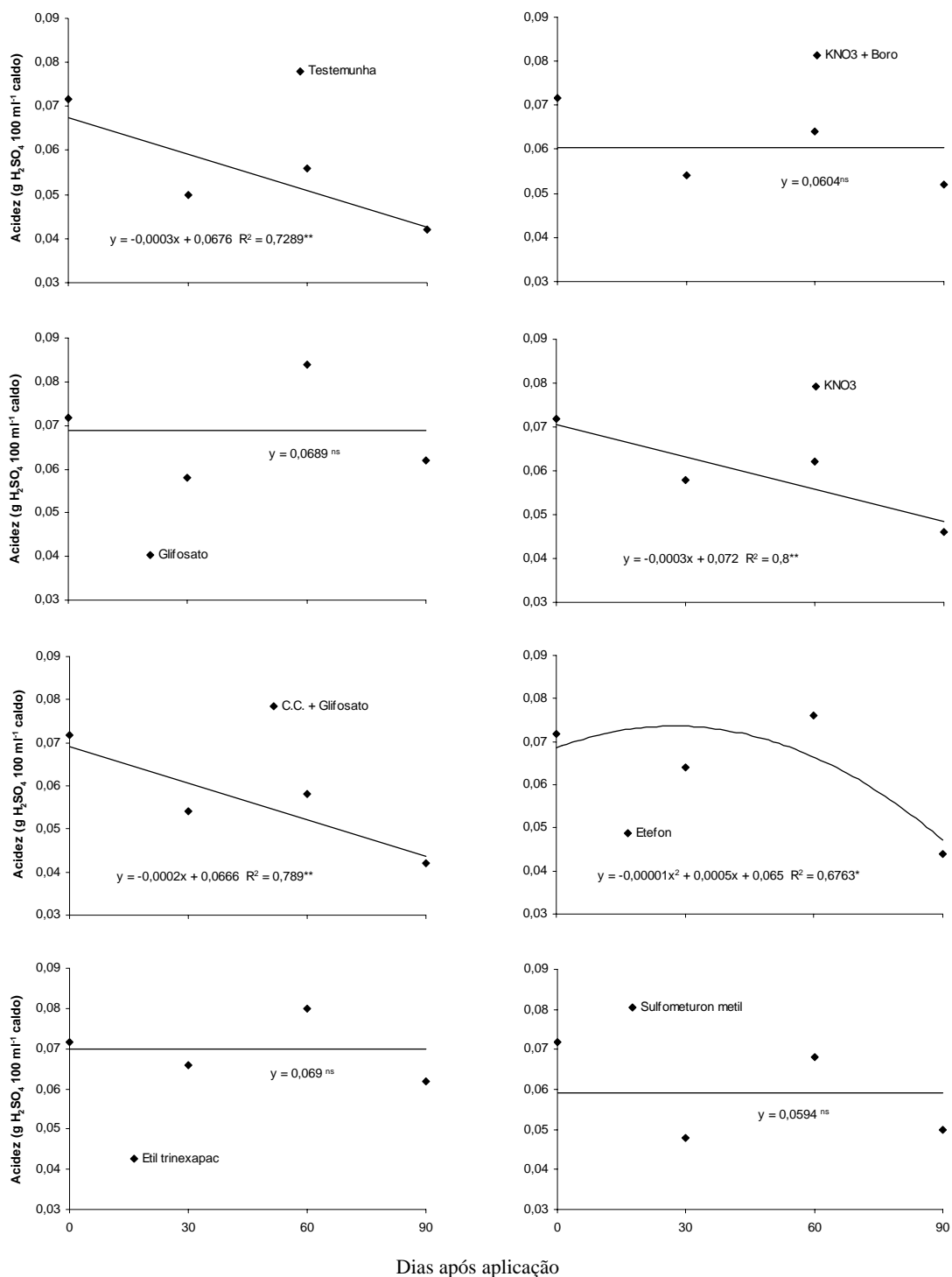
**Tabela 10.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente ao pH e à Acidez do caldo da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	pH caldo		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
Testemunha	5,33 a	5,61 a	5,40 a
Glifosato	5,36 a	5,68 a	5,31 ab
C. C. + Glifosato	5,30 a	5,61 a	5,41 a
Etil-trinexapac	5,34 a	5,68 a	5,30 ab
KNO <sub>3</sub> + Boro	5,37 a	5,65 a	5,21 b
KNO <sub>3</sub>	5,32 a	5,60 a	5,39 a
Etefon	5,42 a	5,59 a	5,45 a
Sulfometuron metil	5,32 a	5,66 a	5,39 a
<b>CV (%) = 2,88</b>			
Tratamento	Acidez do caldo (g de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 100 ml <sup>-1</sup> caldo)		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
Testemunha	0,050 bc	0,056 d	0,042 b
Glifosato	0,058 abc	0,084 a	0,062 a
C. C. + Glifosato	0,054 abc	0,058 d	0,042 b
Etil-trinexapac	0,066 a	0,080 ab	0,062 a
KNO <sub>3</sub> + Boro	0,054 abc	0,064 cd	0,052 ab
KNO <sub>3</sub>	0,058 abc	0,062 cd	0,046 b
Etefon	0,064 ab	0,076 abc	0,044 b
Sulfometuron metil	0,048 c	0,068 bcd	0,050 ab
<b>CV (%) = 20,52</b>			

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 8.** pH do caldo em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.



**Figura 9.** Acidez do caldo (g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100 ml<sup>-1</sup> caldo) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004.



### 6.1.8 Pol cana

Mediante o desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (Tabela 11), verifica-se que, para todas as épocas de amostragem houve diferença significativa entre os maturadores empregados; contudo, apenas aos 15 DAA os tratamentos não diferiram entre si. Dentro de cada época os maturadores tiveram comportamento distinto em proporcionar incremento da PCC. O maturador Glifosato aumentou a PCC em relação à testemunha na ordem de 5,60 %, 12,06 % e 7,59 % aos 30, 75 e 90 dias após aplicação, respectivamente, enquanto que os maturadores Sulfometuron metil e Etil-trinexapac incrementaram este parâmetro na ordem de 11,26 % e 10,32 % aos 45 e 60 dias respectivamente. Castro et al. (2002) afirmaram que o Glifosato possibilitou aumento da PCC aos 20 e 62 dias após o tratamento na ordem de 17,66 % e 14,55 % respectivamente, e o Etefon aos 20, 41 e 62 dias, na ordem de 11,25 %, 14,73 % e 15,69 % respectivamente.

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

Romero et al. (2000) relataram que a aplicação de Glifosato incrementou significativamente a qualidade dos entrenós apicais da cana-de-açúcar, permitindo um desponte mais alto, contribuindo para o incremento da produção da cana-de-açúcar, corroborando com Romero et al (1998a) e Romero et al. (1996). A aplicação de Glifosato induz a um aumento significativo do conteúdo de sacarose em todas as seções do colmo, com o máximo incremento relativo na porção apical (Romero et al., 2003). Fernandes et al. (2002) verificaram ganhos significativos de pol, nos colmos e ponteiros, e aumentos da pureza do caldo, decorrentes da aplicação de Sulfometuron metil, para três variedades diferentes de cana-de-açúcar.

É possível afirmar que, independentemente da aplicação dos tratamentos, os valores da PCC apresentaram tendência de incremento ao longo das épocas amostradas (Figura 10). Pela análise de desdobramento verificou-se efeito quadrático significativo para os maturadores Glifosato, Etefon, Etil-trinexapac e Sulfometuron metil, e

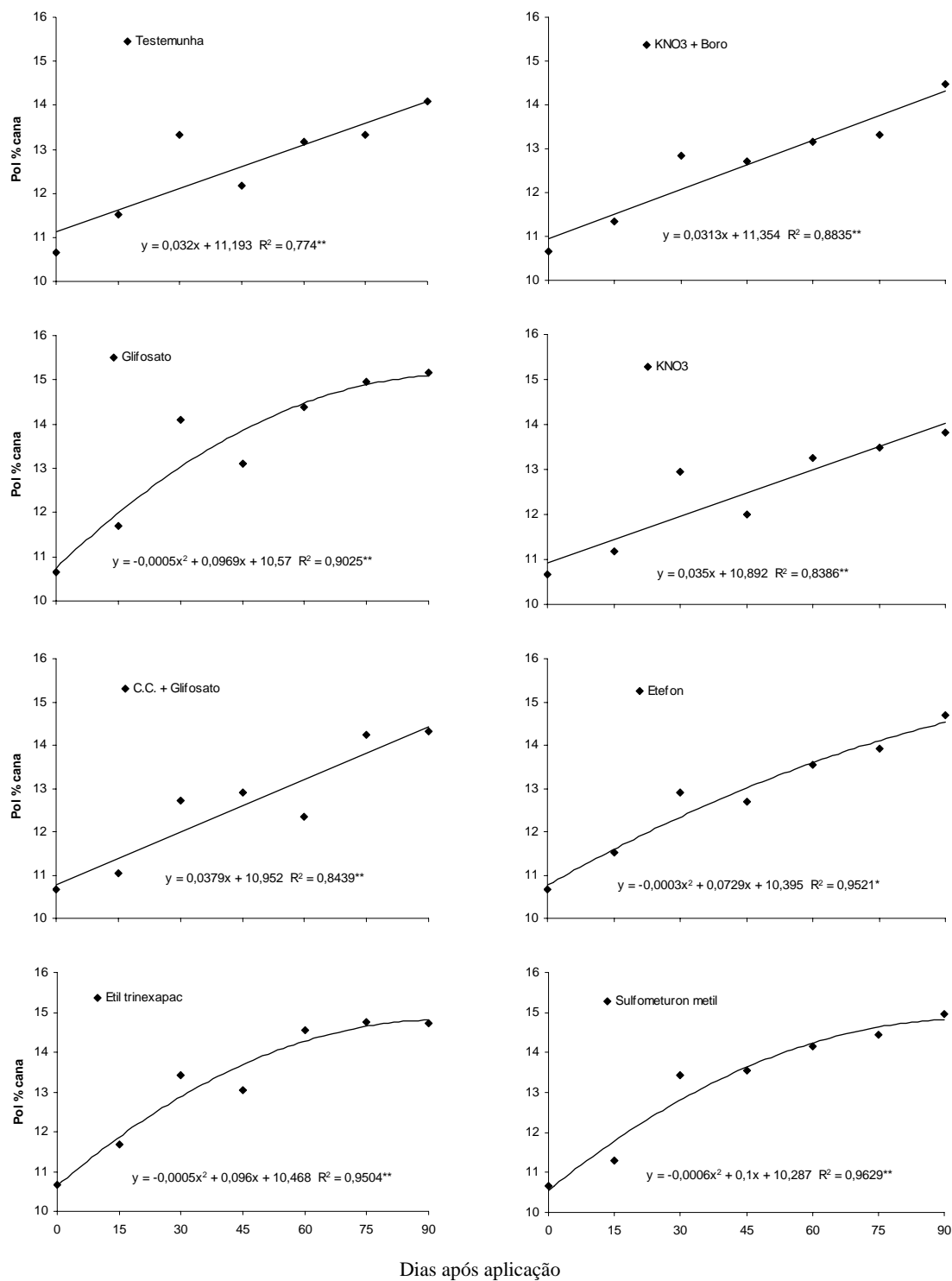
efeito linear para os demais maturadores. Ressalta-se que as equações quadráticas melhor representam este incremento da PCC no transcorrer do período de amostragem, pois este incremento tende à estabilização. Com o decorrer do tempo o declínio dos valores da PCC é esperado, já que a planta tende a retomar seu crescimento quando o ambiente lhe proporciona condições favoráveis.

Os valores de PCC obtidos a partir da aplicação dos maturadores químicos  $\text{KNO}_3$  e  $\text{KNO}_3 + \text{Boro}$ , que apresentam em sua composição o elemento  $\text{K}^+$ , estão entre os menores valores observados dentre todos os tratamentos aplicados e, praticamente, persistindo ao longo das épocas de amostragem (Tabela 11).

**Tabela 11.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à Pol por cento cana corrigida (PCC) da cana-de-açúcar variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Pol cana (%)					
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	75 DAA	90 DAA
Testemunha	11,52 a	13,34 ab	12,17 cd	13,18 c	13,34 d	14,10 cd
Glifosato	11,72 a	14,09 a	13,17 ab	14,38 ab	14,95 a	15,17 a
C. C. + Glifosato	11,04 a	12,71 b	12,89 abc	12,33 d	14,24 abc	14,33 bcd
Etil-trinexapac	11,68 a	13,41 ab	13,04 ab	14,54 a	14,74 ab	14,74 abc
$\text{KNO}_3 + \text{Boro}$	11,34 a	12,84 b	12,70 bcd	13,16 cd	13,31 d	14,47 abcd
$\text{KNO}_3$	11,17 a	12,94 b	12,01 d	13,25c	13,48 cd	13,83 d
Etefon	11,51 a	12,91 b	12,69 bcd	13,55 bc	13,92 bcd	14,70 abc
Sulfometuron metil	11,29 a	13,42 ab	13,54 a	14,16 ab	14,43 ab	14,96 ab
<b>CV (%) = 6,86</b>						

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 10.** Pol cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

### 6.1.9 Pureza caldo

Os valores de pureza do caldo, calculados com base no Brix e na Pol do caldo, encontram-se na Tabela 12. A análise de desdobramento revela que ao longo das épocas de amostragem houve elevação dos valores da pureza, mas com tendência de estabilização. 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. Ressalta-se que os valores de pureza do caldo sofreram influência negativa das condições ambientais, ou seja, não houve a caracterização de período seco definido no presente ano de condução do experimento (Figura 2) o que contribuiria para o incremento ainda maior deste parâmetro.

Os maturadores químicos apresentaram comportamento distinto dentro de cada época de amostragem, com destaque para o Glifosato, Etil-trinexapac e Sulfometuron metil, cujos valores de pureza, de forma geral, estiveram sempre entre os maiores (Tabela 12) em razão desses maturadores terem proporcionado maiores incrementos na PCC (Tabela 11). Da mesma forma Fernandes et al. (2002) observaram aumentos da pureza do caldo para três variedades distintas de cana-de-açúcar na aplicação de Sulfometuron metil.

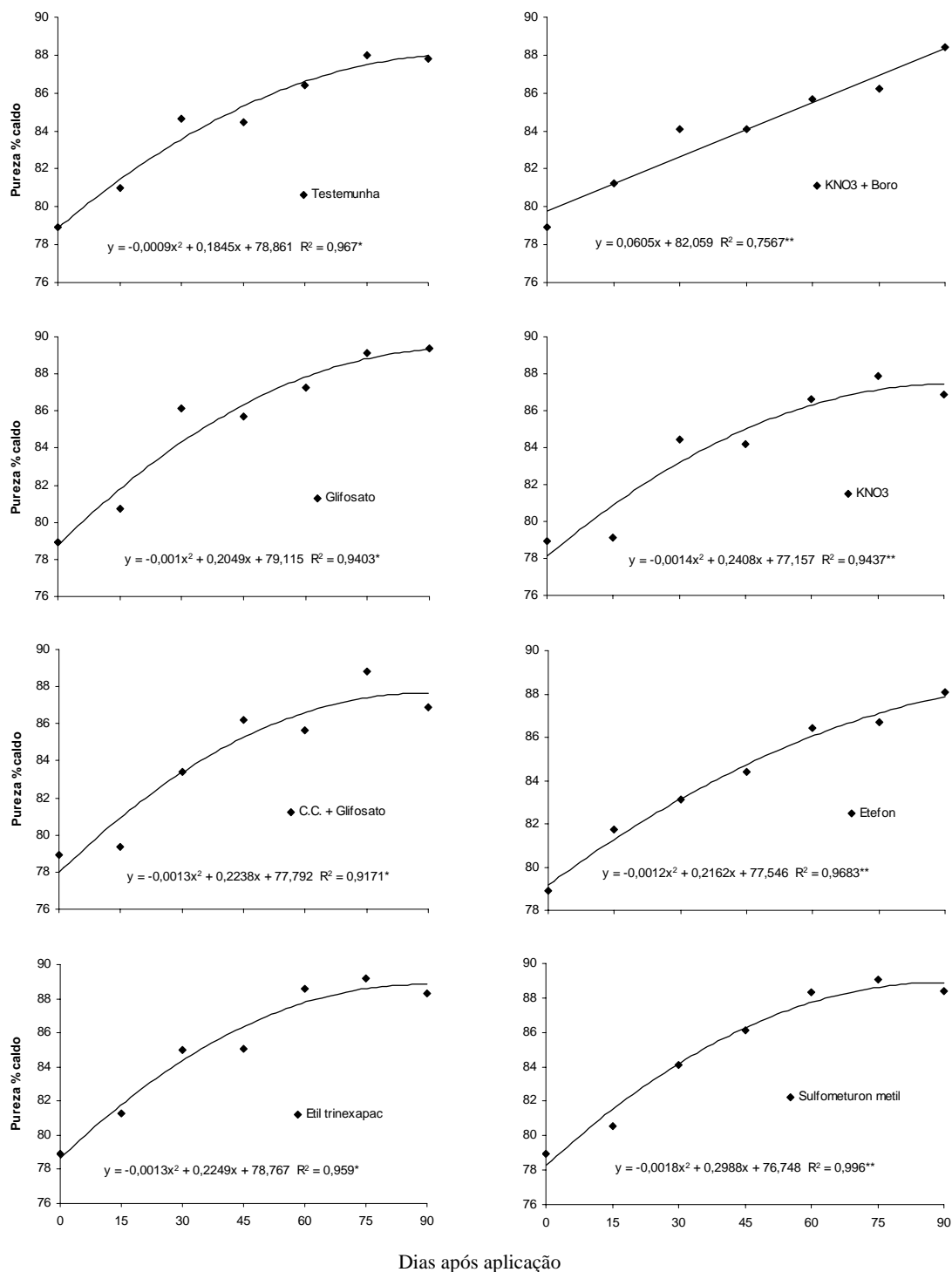
Diferentemente dos resultados contidos na Tabela 12, Castro et al. (2001) relataram que Etefon causou variação significativa na pureza do caldo a partir dos 66 DAA e assim permaneceu até o momento da colheita.

Com exceção do maturador  $\text{KNO}_3$  + Boro, os demais maturadores proporcionaram efeito significativo quadrático (Figura 11).

**Tabela 12.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à Pureza do caldo da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Pureza caldo (%)					
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	75 DAA	90 DAA
Testemunha	80,96 ab	84,63 ab	84,47 a	86,42 ab	87,98 ab	87,80 a
Glifosato	80,71 ab	86,11 a	85,69 a	87,25 ab	89,13 a	89,35 a
C. C. + Glifosato	79,33 ab	83,39 b	86,22 a	85,65 b	88,80 a	86,90 a
Etil-trinexapac	81,29 ab	84,97 ab	85,09 a	88,55 a	89,19 a	88,33 a
KNO <sub>3</sub> + Boro	81,23 ab	84,08 ab	84,08 a	85,65 b	86,25 b	88,39 a
KNO <sub>3</sub>	79,13 b	84,43 ab	84,17 a	86,61 ab	87,89 ab	86,90 a
Etefon	81,74 a	83,10 b	84,41 a	86,40 ab	86,72 ab	88,07 a
Sulfometuron metil	80,54 ab	84,14 ab	86,09 a	88,31 a	89,06 a	88,40 a
<b>CV (%) = 2,96</b>						

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 11.** Pureza do caldo (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

### 6.1.10 Açúcares redutores cana

Pode-se observar que dentro de cada época de amostragem, em geral os maiores valores de AR foram obtidos para os tratamentos que envolveram a aplicação de maturadores químicos da classe dos reguladores vegetais, enquanto que os menores valores tem sido observados para a classe dos inibidores de crescimento vegetal, ou seja, como a primeira classe de maturadores químicos não afeta a integridade da gema apical, a planta pode mesmo num ritmo menor de crescimento dar continuidade a esse processo, e para tanto é essencial a disponibilidade de glicose e frutose para a manutenção de seu metabolismo, explicando, portanto, os maiores valores de AR observados e uma discreta tendência de queda (Tabela 13 e Figura 12).

É comum à totalidade dos produtos empregados a tendência de queda nos valores de AR ao longo das épocas de amostragem (Figura 12). Essa tendência de queda é clara mesmo na ausência da aplicação dos produtos, como revela a testemunha, segundo o processo natural de maturação da cana-de-açúcar; contudo, o declínio para os valores de AR torna-se mais acentuado quando da aplicação dos maturadores químicos, independente de sua classe. Todos os tratamentos manifestaram efeito significativo quadrático e demonstram corretamente a tendência de estabilização da queda do AR a valores baixos. Somente o maturador  $\text{KNO}_3$  + Boro revelou efeito significativo linear, podendo induzir a um erro em se afirmar que essa queda dá-se de forma indistinta a nível zero.

Os açúcares redutores da cana foram reduzidos pelos maturadores Etil-trinexapac e Etefon em 2,70 % e 4,05 %, em relação à testemunha, aos 15 dias após o tratamento, respectivamente. O Glifosato reduziu esse parâmetro em 6,35 % aos 30 dias, o Etil-trinexapac e o Sulfometuron metil aos 60 dias reduziram em 10,53 % e 8,77 %, aos 75 dias após o tratamento o Glifosato, Comp. carboxílicos + Glifosato, Etil-trinexapac e Sulfometuron metil reduziram o AR cana em 5,66 % e aos 90 dias a redução foi de 11,11 % para o Glifosato (Tabela 13). Resultado bastante semelhante foi alcançado por Fernandes et al. (2002) quando relataram redução nos valores de AR cana, variedade SP81-3250, em 14 % para a aplicação do Sulfometuron metil aos 67 dias após o tratamento. Travaglini Júnior (1999) verificou que o fornecimento de  $\text{K}^+$ , seja através da aplicação de vinhaça ou de  $\text{KCl}$ , permitiu maior redução nos valores de AR quando comparado ao não fornecimento, sugerindo

que o  $K^+$  favorece a maior conversão de açúcares redutores em sacarose, discordando dos resultados obtidos no presente experimento (Tabela 13).

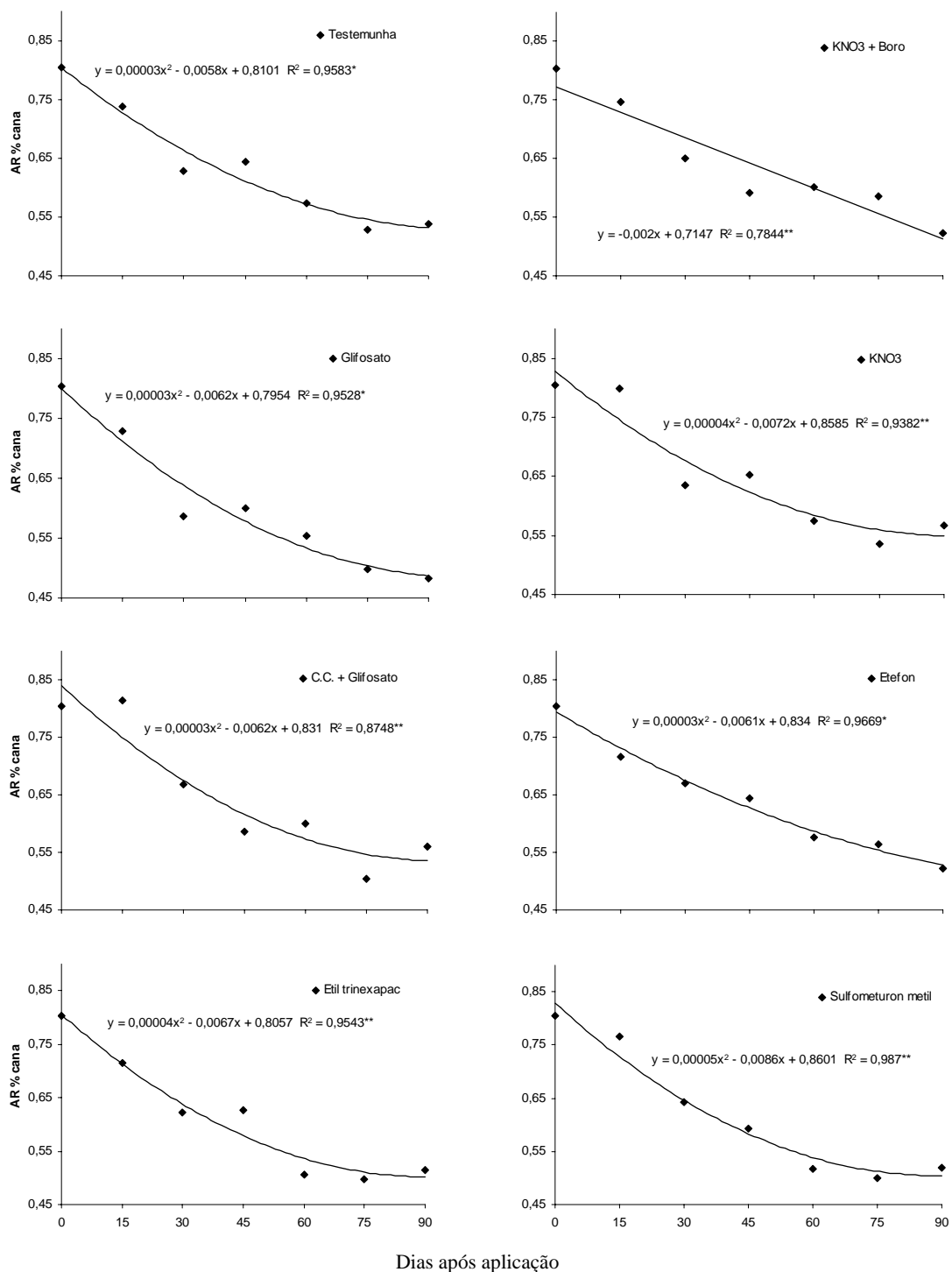
Os resultados contidos na Tabela 8 corroboram com os de Romero et al. (2000) que afirmaram que a aplicação de Glifosato foi capaz de diminuir, de forma marcante, os níveis de açúcares redutores da cana-de-açúcar, principalmente dos entrenós apicais.

**Tabela 13.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente aos açúcares redutores (AR % cana) da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	AR cana (%)					
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	75 DAA	90 DAA
Testemunha	0,74 bc	0,63 ab	0,64 a	0,57 ab	0,53 ab	0,54 ab
Glifosato	0,73 bc	0,59 b	0,60 a	0,55 ab	0,50 b	0,48 b
C. C. + Glifosato	0,81 a	0,67 a	0,59 a	0,60 a	0,50 b	0,56 a
Etil-trinexapac	0,71 c	0,62 ab	0,63 a	0,51 b	0,50 b	0,51 ab
KNO <sub>3</sub> + Boro	0,75 abc	0,65 ab	0,59 a	0,60 a	0,59 a	0,52 ab
KNO <sub>3</sub>	0,80 ab	0,64 ab	0,65 a	0,57 ab	0,54 ab	0,57 a
Etefon	0,72 c	0,67 a	0,64 a	0,58 ab	0,56 ab	0,52 ab
Sulfometuron metil	0,77 abc	0,64 ab	0,59 a	0,52 b	0,50 b	0,52 ab
<b>CV (%) = 11,65</b>						

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).





**Figura 12.** Açúcares redutores cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

### 6.1.11 Açúcar teórico recuperável cana

Mediante a fórmula preconizada pela Consecana (1999) calculou-se os valores de açúcar teórico recuperável (ATR), em kg de açúcar  $t^{-1}$  de cana e, os valores obtidos para cada tratamento nas diferentes épocas de amostragem estão contidos na Tabela 14. Verifica-se que somente aos 15 DAA os tratamentos não afetaram o ATR.

O maturador Glifosato aumentou o ATR em 5,07 %, 11,5 % e 7,0 % em relação à testemunha aos 30, 75 e 90 dias após aplicação, respectivamente, enquanto que o Sulfometuron metil aos 45 e aos 90 DAA incrementou esse valor em 10,36 % e 5,8 %, respectivamente. O Etil-trinexapac destacou-se aos 60 DAA elevando o valor do ATR em 16,41 % em relação à testemunha (Tabela 14). Estes resultados são explicados pelos valores obtidos para PCC (Tabela 11), com os maiores incrementos proporcionados por esses maturadores nas mesmas épocas mencionadas. 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. Por outro lado, Romero et al. (1998b) determinaram maiores incrementos no ATR através da aplicação de Glifosato.

Verifica-se que à medida que amadurece a cana-de-açúcar, há a tendência de incremento nos valores de ATR (Figura 13), uma vez que a PCC, uma das variáveis de cálculo do ATR, também incrementou com o avanço das épocas de amostragem (Figura 9), conforme observado também por Travaglini Júnior (1999). Por outro lado, Mutton (1984) verificou que à medida que aumentou o período de armazenamento dos colmos ocorreu uma diminuição nos valores de ATR.

Constatou-se efeito linear significativo para os maturadores  $KNO_3$ ,  $KNO_3 + Boro$ , Comp. carboxílicos + Glifosato e Etefon, assim como para a testemunha (Figura 13). No entanto, a tendência de incremento nos valores de ATR para a testemunha foi mais suave comparada aos maturadores químicos, uma vez que a testemunha somente na última época de amostragem alcançou os valores de ATR obtidos pelos maturadores Glifosato e Sulfometuron metil aos 60 DAA. Nesta última época os valores de ATR destes maturadores foram muito superiores à testemunha, revelando portanto, a influência dos maturadores químicos, com destaque para o Glifosato e o Sulfometuron metil, em promover maiores incrementos de ATR.

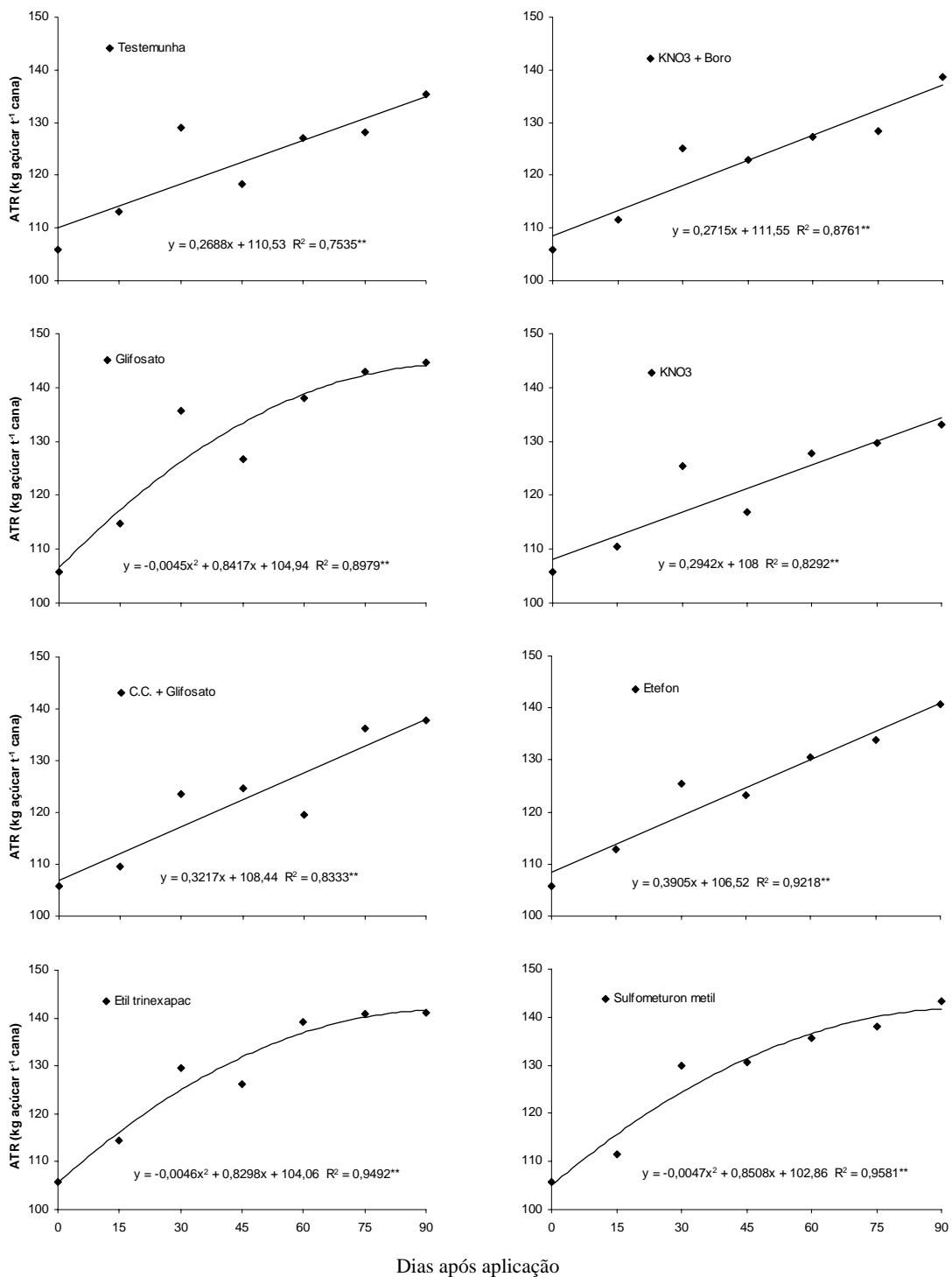
Para os maturadores Glifosato, Etil-trinexapac e Sulfometuron metil, foi observado efeito quadrático significativo (Figura 13). Ressalta-se que o comportamento destes maturadores revela de forma mais clara e verdadeira o real comportamento deste parâmetro, isto é, que os valores da ATR apresentam tendência à estabilização e não um incremento indistinto ao longo das épocas de amostragem, fato observado para a PCC (Figura 10).

O período ótimo e seguro de colheita da cana-de-açúcar, quanto ao Glifosato, acontece em geral, entre a 6<sup>o</sup> e 11<sup>o</sup> semana após sua aplicação, sendo que não se deve efetuar a colheita antes da 4<sup>o</sup> semana e atrasá-la além da 13<sup>o</sup> (Romero et al., 2000). Resultado semelhante foi obtido por Romero et al. (1998a) e Romero et al. (1998b). Da mesma forma Romero et al. (1996) relataram que os máximos incrementos percentuais obtidos com o Glifosato ocorreram entre a 5<sup>o</sup> e 12<sup>o</sup> semana posterior à sua aplicação, destacando-se esse período como ótimo para efetuar a colheita.

**Tabela 14.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente ao açúcar teórico recuperável (ATR, kg açúcar t<sup>-1</sup> cana) da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Açúcar teórico recuperável (kg açúcar t cana <sup>-1</sup> )					
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	75 DAA	90 DAA
Maturadores						
Testemunha	113,19 a	129,09 ab	118,39 cd	127,15 c	128,20 d	135,32 bc
Glifosato	114,85 a	135,64 a	126,78 ab	138,04 a	142,90 a	144,75 a
C. C. + Glifosato	109,48 a	123,63 b	124,60 abc	119,51 d	136,33 abc	137,68 abc
Etil-trinexapac	114,49 a	129,68 ab	126,24 ab	139,12 a	140,91 ab	141,02 ab
KNO <sub>3</sub> + Boro	115,98 a	125,03 b	122,89 bcd	127,20 c	128,46 d	138,60 abc
KNO <sub>3</sub>	110,54 a	125,50 b	116,98 d	127,79 c	129,61 cd	133,08 c
Etefon	112,89 a	125,52 b	123,22 bcd	130,57 bc	133,89 bcd	140,76 ab
Sulfometuron metil	111,37 a	129,96 ab	130,65 a	135,68 ab	138,09 ab	143,19 a
<b>CV (%) = 6,16</b>						

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 13.** Açúcar teórico recuperável (ATR, kg açúcar t<sup>-1</sup> cana) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

### 6.1.12 Fibra e umidade cana

Por meio do desdobramento na Tabela 15, constata-se que aos 30, 45 e 75 DAA os tratamentos não diferiram entre si, contudo, o maturador  $\text{KNO}_3$  apresentou os menores valores aos 15 e 60 DAA enquanto o Glifosato mostrou-se superior aos 15 e 90 DAA, sendo que nesta última época o menor valor foi constatado para o  $\text{KNO}_3$  + Boro. Castro et al. (2001) não verificaram alteração significativa para fibra cana aos 33, 66 e 95 DAA de Etefon, mas somente aos 123 dias observaram esta alteração em relação ao controle.

Os maturadores químicos  $\text{KNO}_3$  e Etil-trinexapac,  $\text{KNO}_3$  + Boro e Comp. carboxílicos + Glifosato, apresentaram efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente (Figura 14). A aplicação de maturadores químicos da classe dos reguladores vegetais permitiu incremento da Fibra % cana, embora o Etefon não tenha influenciado este parâmetro.

Por meio do desdobramento na Tabela 16, constata-se que aos 15 e 30 DAA os tratamentos não diferiram entre si. Enfatiza-se que a aplicação do maturador  $\text{KNO}_3$  permitiu os maiores valores de umidade aos 45 e 90 DAA, o  $\text{KNO}_3$  + Boro aos 75 DAA e o Comp. carboxílicos + Glifosato aos 60 DAA.

A importância do teor de umidade dos colmos é enfatizado como um interessante auxiliar do estágio de maturação, inclusive no caso de variedades problemáticas em condições de deterioração fisiológica. A umidade decresce durante a maturação e, um teor da ordem de 70 % é típico de colmos em adiantado estágio de maturação, enquanto que valores menores do que 68 % denotam chochamento ou chochamento, sendo mais crítico quanto menor for o teor de umidade (Mutton & Mutton, 1992).

A interpretação das Tabelas 15 e 16 revela que a perda de água pela planta de cana-de-açúcar, bem como as condições ambientais favoráveis à sua maturação, podem explicar a tendência de ocorrer aumento nos teores de fibra e, as Tabelas 12 e 16, o reflexo da umidade sobre a pureza, menor para os tratamentos que apresentaram maior umidade. Tal fato pode estar relacionado com o decréscimo do potencial osmótico das células em função do acúmulo de  $\text{K}^+$ , determinando maior retenção de água nos tecidos (Glória, 1985; Travaglini Júnior, 1999).

Os valores contidos na Figura 15 evidenciam diminuição na umidade da cana no transcorrer das épocas de amostragem, independentemente do tratamento aplicado. Todos os maturadores químicos empregados apresentaram efeito quadrático significativo sobre o parâmetro estudado, com exceção do maturador Comp. Carboxílicos + Glifosato, que apresentou efeito significativo linear.

**Tabela 15.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à Fibra da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

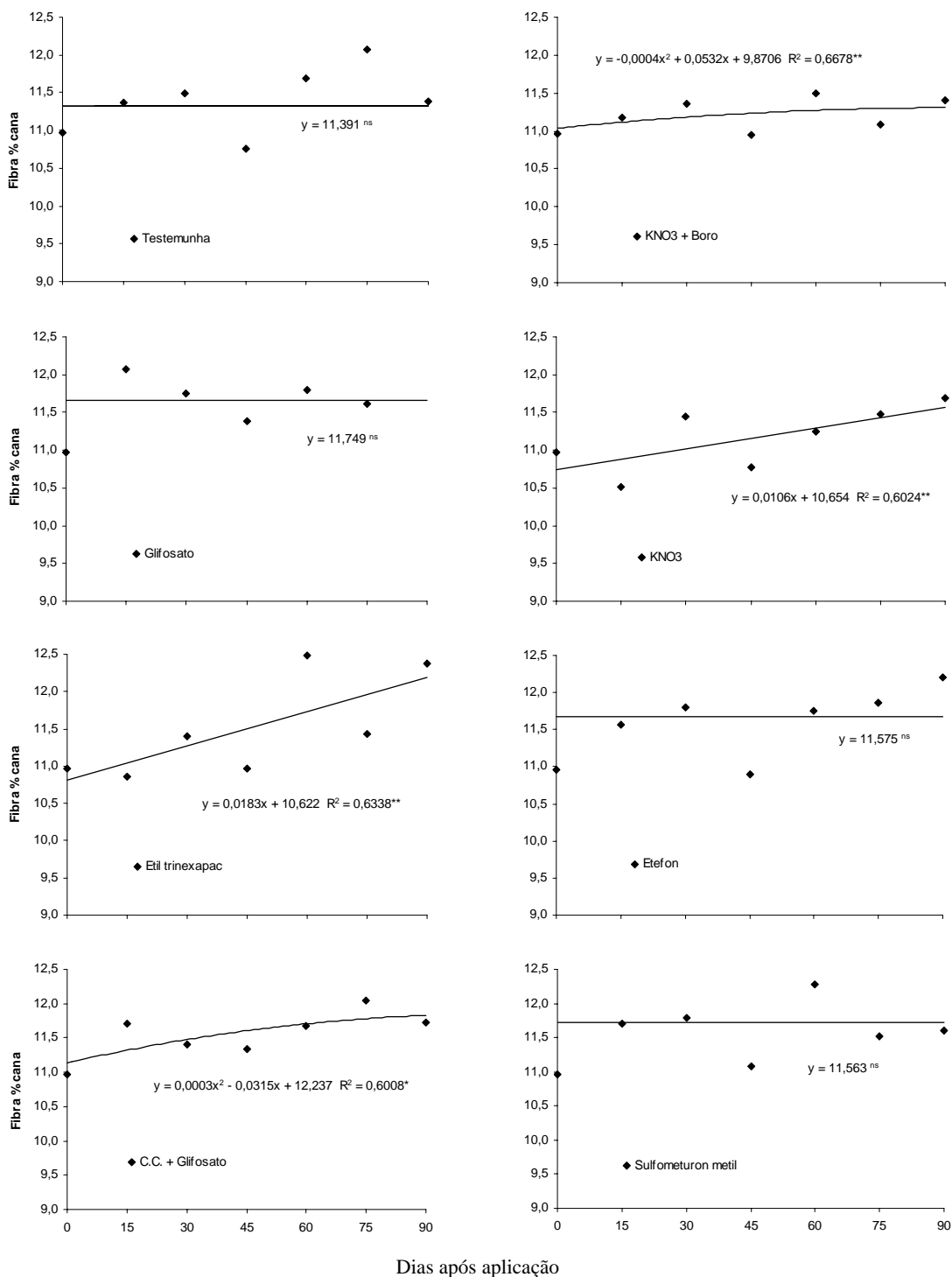
Tratamento	Fibra cana (%)					
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	75 DAA	90 DAA
Testemunha	11,37 abc	11,50 a	10,76 a	11,70 abc	12,07 a	11,38 c
Glifosato	12,07 a	11,75 a	11,38 a	11,80 abc	11,62 a	12,66 a
C. C. + Glifosato	11,71 ab	11,41 a	11,34 a	11,67 abc	12,04 a	11,73 bc
Etil-trinexapac	10,87 bc	11,41 a	10,97 a	12,49 a	11,43 a	12,38 ab
KNO <sub>3</sub> + Boro	11,18 abc	11,36 a	10,95 a	11,50 bc	11,09 a	11,40 c
KNO <sub>3</sub>	10,52 c	11,44 a	10,77 a	11,25 c	11,47 a	11,69 bc
Etefon	11,56 ab	11,79 a	10,89 a	11,75 abc	11,87 a	12,20 abc
Sulfometuron metil	11,70 ab	11,80 a	11,08 a	12,28 ab	11,52 a	11,60 bc
<b>CV (%) = 8,15</b>						

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).

**Tabela 16.** Desdobramento da interação maturador x dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à Umidade da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

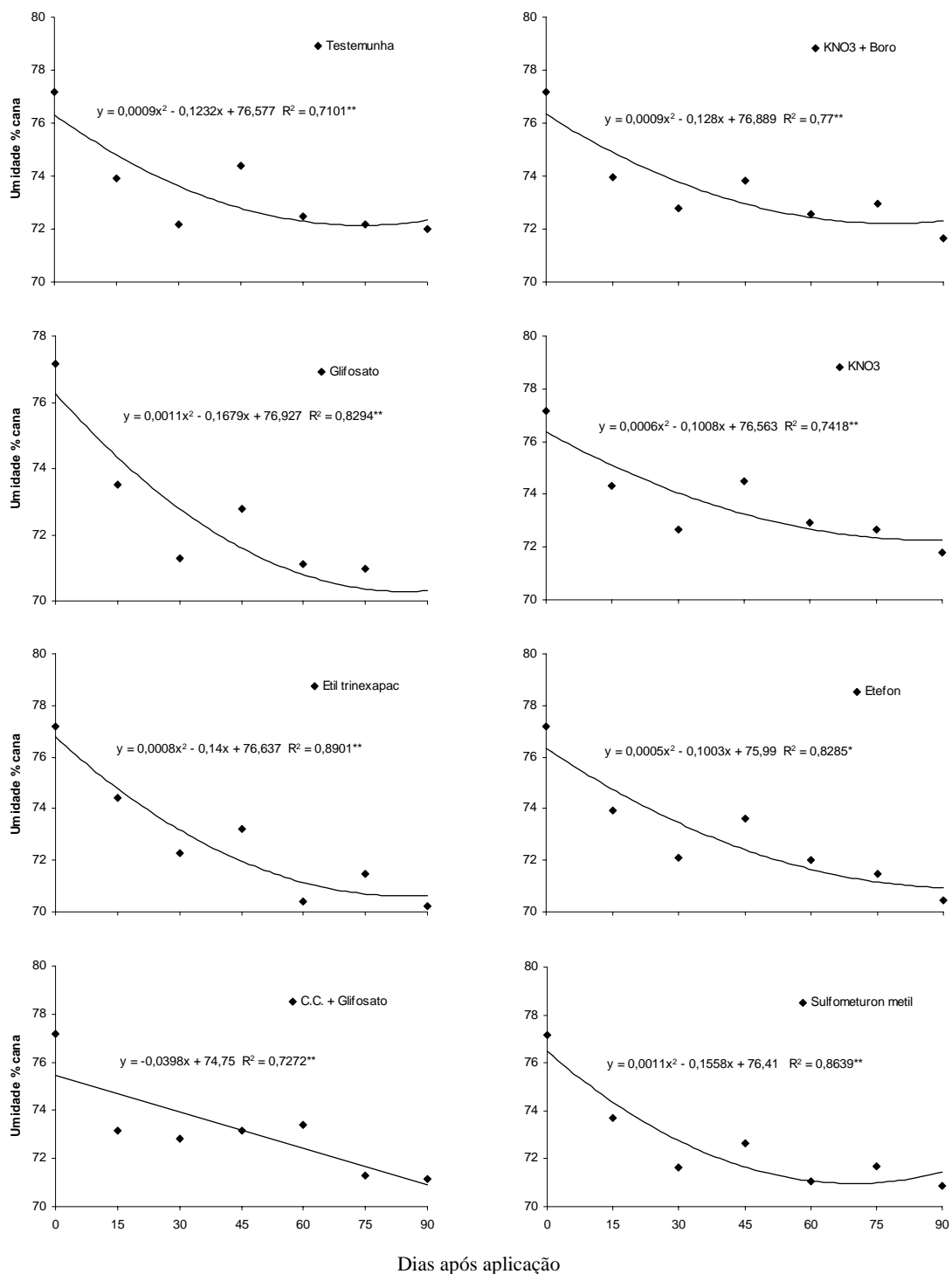
Tratamento	Umidade cana					
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	75 DAA	90 DAA
Testemunha	73,91 a	72,18 a	74,38 ab	72,49 ab	72,17 abc	72,01 a
Glifosato	73,52 a	71,27 a	72,77 c	71,11 cd	70,99 c	69,63 d
C. C. + Glifosato	73,16 a	72,82 a	73,18 bc	73,39 a	71,30 c	71,17 abc
Etil-trinexapac	74,44 a	72,26 a	73,21 abc	70,40 d	71,45 bc	70,24 cd
KNO <sub>3</sub> + Boro	73,98 a	72,78 a	73,81 abc	72,58 ab	72,97 a	71,65 ab
KNO <sub>3</sub>	74,32 a	72,68 a	74,51 a	72,93 ab	72,65 ab	71,80 a
Etefon	73,94 a	72,08 a	73,60 abc	72,00 bc	71,47 bc	70,44 bcd
Sulfometuron metil	73,68 a	71,65 a	72,67 c	71,04 cd	71,69 abc	70,86 abcd
<b>CV (%) = 2,16</b>						

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 14.** Fibra cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.





**Figura 15.** Umidade cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade RB855453. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

### 6.1.13 Produtividade de colmos, açúcar e margem de contribuição agrícola

A aplicação dos maturadores químicos não afetou a produtividade de colmos e de açúcar (Tabela 17). Embora não havendo diferenças significativas entre os tratamentos, os maturadores químicos Sulfometuron metil, Etefon e  $\text{KNO}_3$  + Boro, em ordem crescente, se destacaram por apresentarem as maiores produtividades de colmos, contudo, ganham destaque quanto à produtividade de açúcar os mesmos maturadores anteriormente citados, porém excluindo-se o maturador  $\text{KNO}_3$  + Boro e incluindo o Etil-trinexapac, seguindo esta mesma ordem. Ide et al. (1985) afirmaram que independentemente da época de aplicação do Etefon, houve um aumento na produção de açúcar por hectare em relação ao controle. Por outro lado, para Romero et al. (1998a) a aplicação de glifosato, na dose de 0,6 L p.c. ha<sup>-1</sup>, assegurou incrementos significativos em açúcar.

Os resultados observados corroboram em parte com Castro et al. (2002). Esses autores relataram que o Etefon não afetou a produtividade da cana-de-açúcar enquanto que o Glifosato reduziu. Outros autores também não verificaram efeitos prejudiciais na produção de cana-de-açúcar decorrente da aplicação de Etefon (Ide et al., 1985; Pontin, 1995; Castro et al., 2001). Da mesma forma Melloto et al. (1987) informaram que a produção de 3 anos consecutivos da cana-de-açúcar, proveniente de toletes obtidos de plantas tratadas com Etefon, não diferiu estatisticamente da testemunha.

Os resultados obtidos por Castro et al. (2003) são concordantes com os resultados observados no presente experimento (Tabela 17). Para os autores supracitados, tanto a aplicação de Etefon como de Etil-trinexapac não afetou a produtividade da cana-de-açúcar variedade RB855453. Da mesma forma Ide et al. (1985) evidenciaram que a aplicação de Etefon, quando o florescimento se fez presente, melhorou a produção de cana.

Para Orlando Filho (1983), Glória (1985) e Anderson & Bowen (1992) o potássio é parte essencial do processo de síntese protéica e armazenamento de açúcares, além de ter papel importante na ativação de enzimas, interferindo não só na massa vegetal como também no acúmulo de açúcares.

O retorno econômico por hectare com o uso de maturadores depende, entre outros fatores, da produtividade agrícola, sendo que em áreas de alta produtividade, pequenos incrementos na qualidade resultam em vantagem econômica.

Por meio do parâmetro margem de contribuição agrícola, em U\$ ha<sup>-1</sup>, verifica-se que houve variação significativa entre os tratamentos empregados aos 90 DAA dos maturadores. Os resultados evidenciam o maior retorno econômico proporcionado pela aplicação do maturador químico Sulfometuron metil, seguido dos maturadores Etefon, Etil-trinexapac, Glifosato e KNO<sub>3</sub> + Boro. Uma vez que não foi possível detectar diferenças significativas em produtividade, de colmos e açúcar, entre os tratamentos empregados, o maior retorno econômico com o uso do Sulfometuron metil, provavelmente, está diretamente relacionado com a melhoria da qualidade da matéria-prima, principalmente em termos da PCC (Tabela 11). Este resultado está de acordo com os observados por Fernandes et al. (2002) que constataram incremento, embora variável, à margem de contribuição quando da aplicação do Sulfometuron metil em três variedades.

**Tabela 17.** Produtividade de colmos (t ha<sup>-1</sup>), açúcar (t ha<sup>-1</sup>) e margem de contribuição agrícola (MCA, U\$ ha<sup>-1</sup>) aos 90 dias em função da aplicação de maturadores químicos na cultura da cana-de-açúcar, variedade RB855453. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

<b>Tratamento</b>	<b>Produtividade de colmos</b>	<b>Produtividade de açúcar</b>	<b>MC A</b>
	<b>(t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>(t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>(U\$ ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Maturadores</b>			
Testemunha	130,88 a	18,45 a	793,56 ab
Glifosato	126,39 a	19,17 a	867,35 ab
C. C. + Glifosato	122,85 a	17,61 a	751,22 b
Etil-trinexapac	131,70 a	19,40 a	868,97 ab
KNO <sub>3</sub> + Boro	132,92 a	19,21 a	849,09 ab
KNO <sub>3</sub>	129,38 a	17,84 a	748,03 b
Etefon	133,06 a	19,65 a	877,64 ab
Sulfometuron metil	133,87 a	20,02 a	913,01 a
<b>CV (%)</b>	<b>9,11</b>	<b>9,87</b>	<b>14,13</b>

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).

## 6.2 Experimento 2 – variedade de cana-de-açúcar “SP80-3280”

### 6.2.1 Invertases ácida e neutra

Na Tabela 18, desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação, constata-se que, de modo geral, a atividade enzimática da invertase ácida foi superior à atividade da invertase neutra. Para todas as épocas de amostragem, os tratamentos diferenciaram-se em promover a atividade das invertases ácida e neutra.

O  $\text{KNO}_3$  promoveu aos 60 DAA, o maior valor para a invertase ácida, sendo que aos 90 DAA os maturadores Etefon e Sulfometuron metil foram os responsáveis pelas maiores atividades para esta enzima. Com relação à invertase neutra, para cada uma das épocas de amostragem, um maturador químico diferente se destacou em proporcionar a maior atividade, isto é,  $\text{KNO}_3$  + Boro, Etil-trinexapac e Sulfometuron metil induziram a manutenção da sacarose aos 30, 60 e 90 DAA, respectivamente (Tabela 18).

A atividade da enzima invertase ácida, responsável pela hidrólise da sacarose, apresentou tendência crescente, independente do tratamento empregado, com exceção da testemunha, nas diferentes épocas de amostragem (Figura 16). Esses resultados foram semelhantes aos constatados para a variedade RB855453 (Experimento 1), exceto Glifosato, e, do observado por Vieira et al. (1996a) e Vieira et al. (1996b). Esta observação, que em parte concorda com Hatch & Glasziou (1963), sugere a existência da estreita relação entre o crescimento da cana-de-açúcar e a atividade da invertase ácida.

Efeito significativo quadrático foi encontrado para os maturadores Glifosato, Comp. carboxílicos + Glifosato, Etefon, Etil-trinexapac e Sulfometuron metil, enquanto que os maturadores  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$  + Boro também revelaram efeito significativo, porém linear (Figura 16). Os resultados obtidos no presente experimento, para a isoenzima ácida, mostrados na Tabela 18 e Figura 16, são discordantes de Vieira et al. (1996a), uma vez que observaram aumento no teor de açúcares redutores com o decorrer do tempo acompanhado de diminuição da atividade da invertase ácida.

Quanto à atividade da invertase neutra, os resultados mostrados na Tabela 18 corroboram com os de Vieira et al. (1996b). Todavia, Vieira et al. (1996a)

encontraram para a variedade NA56-79, tendência do nível de atividade da isoenzima neutra predominar sobre a da ácida.

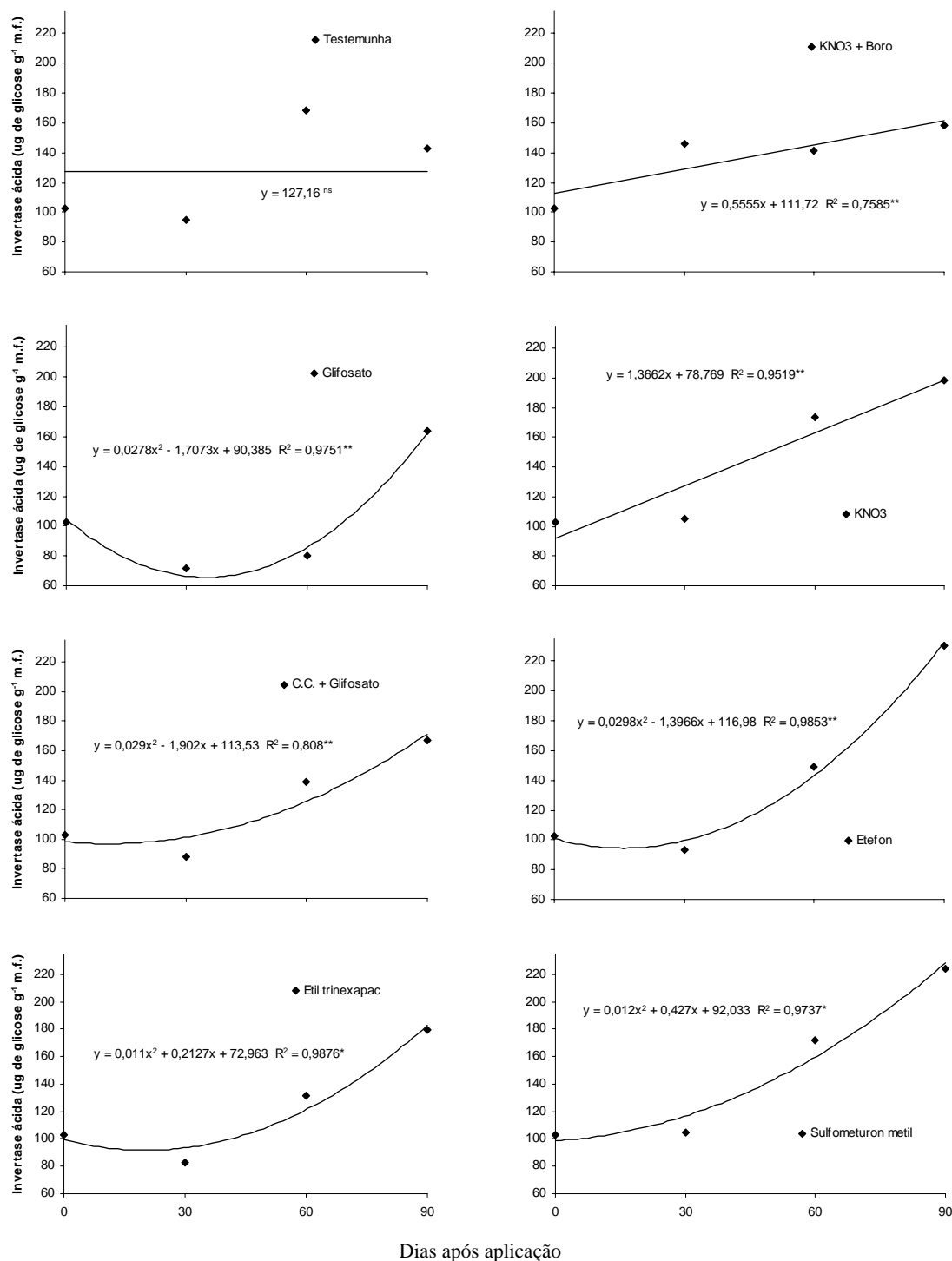
Embora os níveis atingidos pela atividade da isoenzima neutra tenham sido inferiores aos observados para a isoenzima ácida, os resultados revelam tendência crescente com o transcorrer das épocas de amostragem, evidenciando sua relação com o processo de maturação. Outros autores relataram altos níveis de atividade da isoenzima neutra em relação à isoenzima ácida, e afirmaram que esta relação pode estar estreitamente ligada à capacidade de acumular sacarose (Hatch & Glasziou, 1963; Ricardo & Sovia, 1974; Vieira et al., 1996b) (Tabela 18 e Figura 17).

Foi constatado que os maturadores Sulfometuron metil,  $\text{KNO}_3$  e  $\text{KNO}_3$  + Boro apresentaram efeito significativo sobre a atividade da isoenzima neutra, sendo este efeito linear para os dois primeiros maturadores e quadrático para o último (Figura 17). O maturador Comp. carboxílicos + Glifosato mostrou o valor de  $51 \mu\text{g}$  de glicose  $\text{g}^{-1}$  matéria fresca como ponto de menor atividade da invertase neutra, caracterizado aos 43 DAA, a partir do qual o nível de sua atividade tendência crescente.

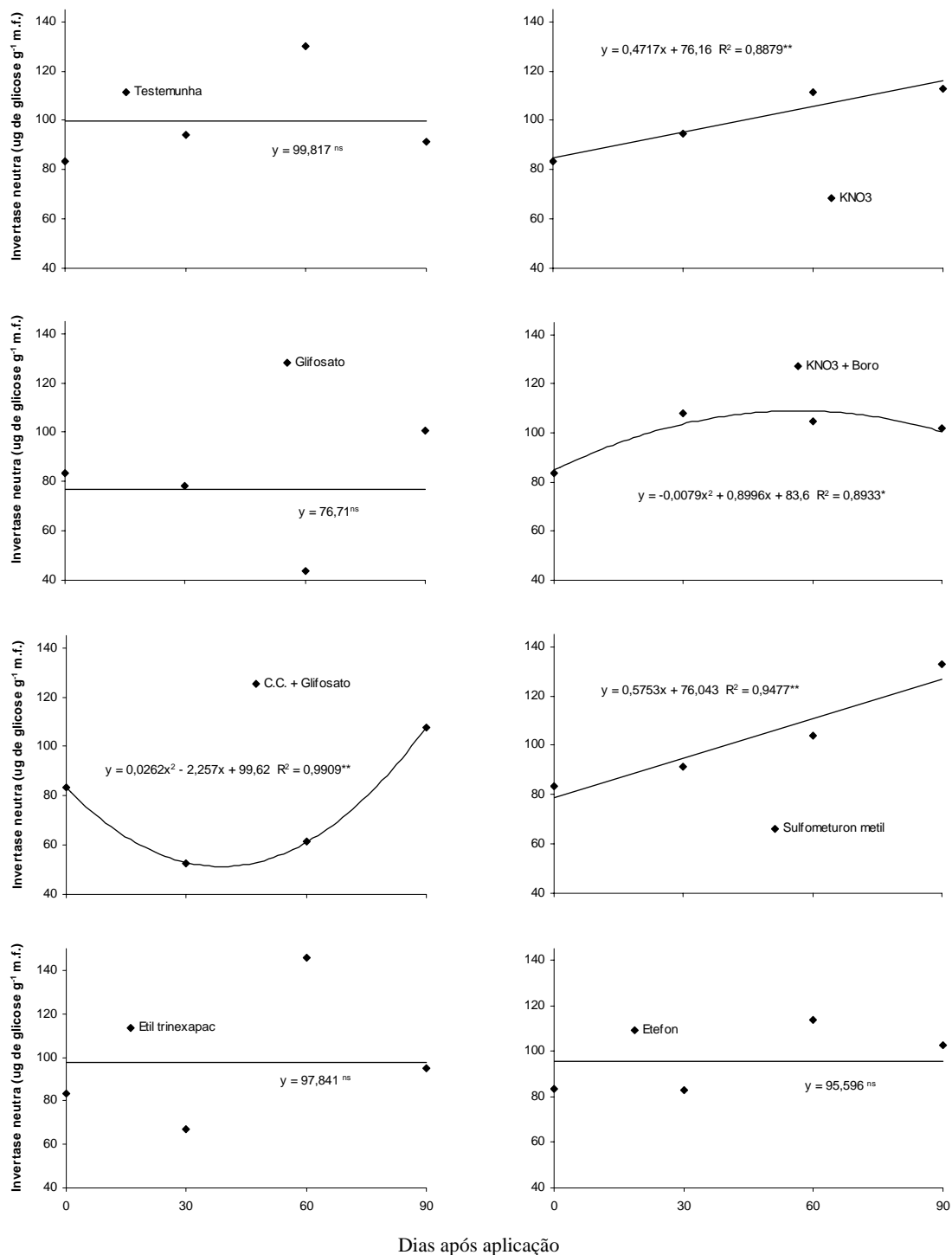
**Tabela 18.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à atividade das enzimas invertases ácida e neutra da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Invertase ácida ( $\mu\text{g}$ de glicose $\text{g}^{-1}$ matéria fresca)		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
<b>Maturadores</b>			
Testemunha	94,81 cd	168,14 ab	142,90 d
Glifosato	71,95 de	80,05 d	164,12 cd
C. C. + Glifosato	88,00 cd	139,01 c	166,83 cd
Etil-trinexapac	83,02 e	131,67 c	179,33 bc
KNO <sub>3</sub> + Boro	145,95 b	141,12 c	158,50 cd
KNO <sub>3</sub>	104,81 a	173,24 a	198,38 b
Etefon	93,62 cd	148,97 bc	230,28 a
Sulfometuron metil	104,24 c	172,19 ab	223,74 a
<b>CV (%) = 14,61</b>			
Tratamento	Invertase neutra ( $\mu\text{g}$ de glicose $\text{g}^{-1}$ matéria fresca)		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
<b>Maturadores</b>			
Testemunha	94,21 ab	130,19 ab	91,36 c
Glifosato	78,50 bc	43,95 d	100,88 bc
C. C. + Glifosato	52,43 d	61,57 d	107,66 bc
Etil-trinexapac	67,07 cd	145,62 a	95,16 bc
KNO <sub>3</sub> + Boro	107,87 a	104,69 c	101,95 bc
KNO <sub>3</sub>	94,69 ab	111,19 bc	112,66 b
Etefon	82,78 bc	113,71 bc	102,38 bc
Sulfometuron metil	91,36 ab	104,09 c	132,78 a
<b>CV (%) = 14,87</b>			

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 16.** Invertase ácida ( $\mu\text{g}$  de glicose  $\text{g}^{-1}$  matéria fresca) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004.



**Figura 17.** Invertase neutra ( $\mu\text{g}$  de glicose  $\text{g}^{-1}$  matéria fresca) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.



## 6.2.2 Altura de plantas e diâmetro dos colmos

A aplicação dos maturadores químicos não influenciou o processo de crescimento aos 90 DAA, podendo-se observar variações significativas entre as épocas de amostragem (Tabela 19). O diâmetro dos colmos, dentro e entre épocas, não foi afetado pelo emprego dos tratamentos. Os maturadores empregados permitiram acréscimo em altura das plantas aos 90 DAA, com exceção do Etil-trinexapac, entretanto o crescimento em altura não foi acompanhado do aumento no diâmetro dos colmos. Melloto et al. (1987) concluíram que a altura das plantas foi crescente após aplicação de Etefon, entretanto Castro et al. (1985) verificaram drástica diminuição deste parâmetro para o mesmo produto.

Romero et al. (1998a) constataram que a aplicação de Glifosato reduziu a taxa de crescimento da planta, correlacionando a dose empregada com o efeito inibitório. Todavia, relataram que aplicações no final de março causaram reduções mais severas na altura em comparação às aplicações no mês de abril e início de maio. Castro et al. (2002) revelaram que o Etefon, aplicado em meados de abril, reduziu o número de entrenós por colmo aos 52 DAA, enquanto o Glifosato apenas aos 52 e 99 DAA.

**Tabela 19.** Altura de plantas e diâmetro de colmos aos 0 e 90 dias após a aplicação (DAA) dos maturadores químicos, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Altura (m)		Diâmetro (mm)	
	0 DAA	90 DAA	0 DAA	90 DAA
Maturadores				
Testemunha	2,66 aB	2,88 aA	28,57 aA	28,09 aA
Glifosato	2,54 aB	2,86 aA	28,57 aA	27,87 aA
C. C. + Glifosato	2,52 aB	2,84 aA	28,57 aA	28,18 aA
Etil-trinexapac	2,69 aA	2,78 aA	28,57 aA	28,28 aA
KNO <sub>3</sub> + Boro	2,61 aB	2,82 aA	28,57 aA	27,57 aA
KNO <sub>3</sub>	2,56 aB	2,83 aA	28,57 aA	27,26 aA
Etefon	2,67 aB	2,93 aA	28,57 aA	27,95 aA
Sulfometuron metil	2,59 aB	2,86 aA	28,57 aA	27,37 aA
CV (%)	6,59		4,16	

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).

### 6.2.3 Número de colmos e rebrota

Os tratamentos não afetaram o número de colmos e a rebrota aos 90 DAA (Tabela 20), diferentemente do constatado para a variedade RB855453 (Experimento 1).

Os maturadores Etefon e Sulfometuron metil, apesar de não diferirem estatisticamente dos demais tratamentos, proporcionaram o maior número de colmos aos 90 DAA (Tabela 20). Da mesma forma outros autores afirmaram que o Etefon tem proporcionado aumento no perfilhamento da soqueira (Yang & Pao, 1974; Shetiya & Dendsay, 1991), contrariando resultados obtidos por Melloto et al. (1987).

O maturador Sulfometuron metil proporcionou o maior valor de rebrota, embora não diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 20).

De acordo com Romero et al. (1996), Romero et al. (1998a) e Romero et al. (2000), embora doses de Glifosato variando entre 0,43 a 1,0 L p.c. ha<sup>-1</sup> revelem efeito

positivo sobre o processo de maturação, podem ocasionar retardamento da brotação, além de afetar negativamente o desenvolvimento da soca posterior.

**Tabela 20.** Avaliação do número de colmos e rebrota aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA) em função da aplicação de maturadores químicos, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Número de colmos	Rebrota
	Nº de colmos m <sup>-1</sup>	Nº de brotos m <sup>-1</sup>
<b>Maturadores</b>	<b>90 DAA</b>	
Testemunha	12,0 a	14,0 a
Glifosato	11,0 a	14,0 a
C. C. + Glifosato	12,0 a	14,0 a
Etil-trinexapac	12,0 a	14,0 a
KNO <sub>3</sub> + Boro	12,0 a	13,0 a
KNO <sub>3</sub>	12,0 a	14,0 a
Etefon	13,0 a	14,0 a
Sulfometuron metil	13,0 a	15,0 a
<b>CV (%)</b>	<b>15,12</b>	<b>6,69</b>

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).

#### 6.2.4 Florescimento e brotação lateral

Os resultados ocorridos do florescimento e da brotação lateral na cana-de-açúcar, em função das diferentes épocas de amostragem, expresso em porcentagem, estão contidos na Tabela 30. Inicialmente, isto é, no momento da instalação do experimento, a ausência destes fenômenos foi caracterizada (Tabela 21), e somente aos 30 DAA os

maturadores químicos diferiram entre si quanto à ocorrência do florescimento. Os índices de brotação lateral sofreram influência dos tratamentos aos 60 e 90 DAA (Tabela 21).

O maturador  $\text{KNO}_3$  foi mais eficiente em minimizar o processo de florescimento apresentando índice de 13,60 %, enquanto o Comp. carboxílicos + Glifosato revelou o maior índice (Tabela 21).

Os maturadores empregados não influenciaram significativamente a ocorrência de inflorescência (Figura 18), corroborando com a afirmação de Lavanholi et al. (2002). Ide et al. (1985) e Deuber et al. (1987), por outro lado, evidenciaram controle eficiente do florescimento através da aplicação de Etefon.

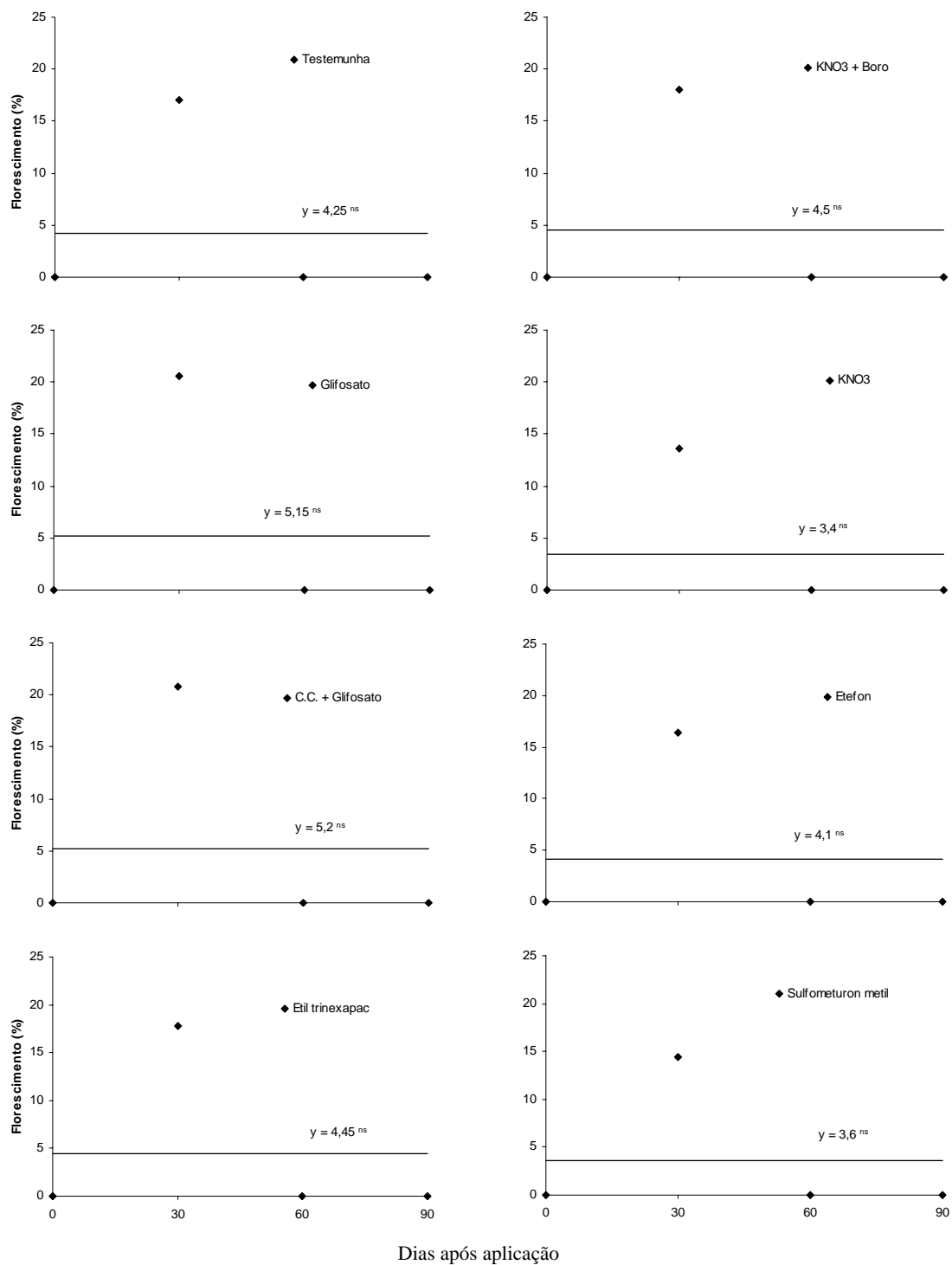
Com relação à ocorrência de brotação lateral, verifica-se que, de modo geral, a aplicação dos maturadores químicos da classe dos inibidores de crescimento causou os maiores índices deste parâmetro (Tabela 21) com destaque para o Glifosato, provavelmente por afetar a integridade da gema apical. Para Gheller et al. (2003) a aplicação de Glifosato, em variedades de cana-de-açúcar, tem ocasionado intensa brotação lateral.

Mediante a análise de desdobramento constatou-se que os maturadores Glifosato e Etil-trinexapac apresentaram efeito significativo quadrático, enquanto os maturadores Etefon e  $\text{KNO}_3$  revelaram efeito significativo linear (Figura 19).

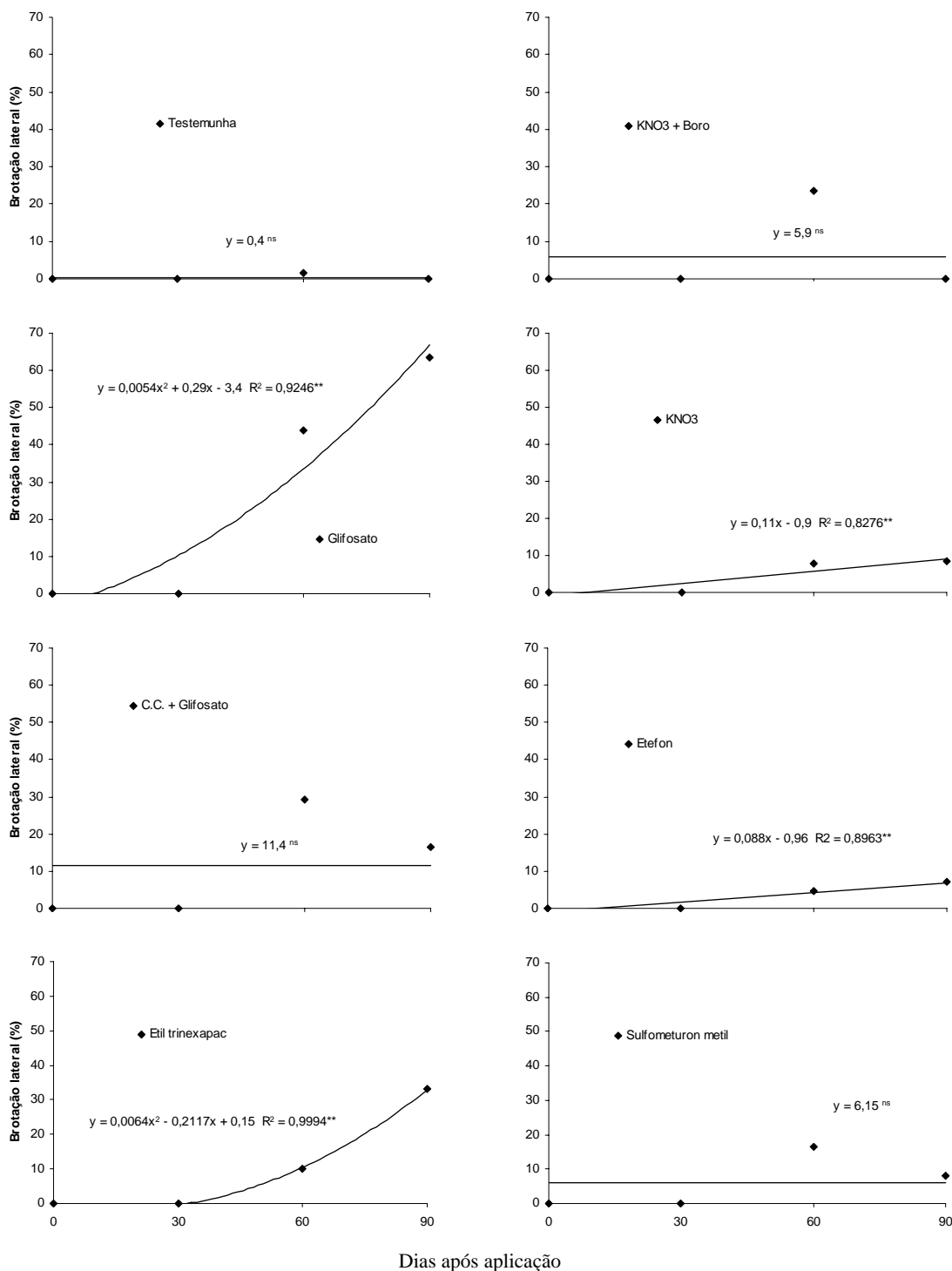
**Tabela 21.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente ao florescimento e à brotação lateral da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Florescimento (%)		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
Testemunha	17,00 cd	0,00 a	2,00 a
Glifosato	20,60 ab	0,00 a	0,00 a
C. C. + Glifosato	20,80 a	0,00 a	0,00 a
Etil-trinexapac	17,80 c	0,00 a	0,00 a
KNO <sub>3</sub> + Boro	18,00 bc	0,00 a	0,00 a
KNO <sub>3</sub>	13,60 e	0,00 a	3,40 a
Etefon	16,40 cd	0,00 a	0,00 a
Sulfometuron metil	14,40 de	0,00 a	0,00 a
<b>CV (%) = 46,64</b>			
Tratamento	Brotação lateral (%)		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
Testemunha	0,00 a	1,60 e	0,00 e
Glifosato	0,00 a	43,80 a	63,40 a
C. C. + Glifosato	0,00 a	29,20 b	16,40 c
Etil-trinexapac	0,00 a	10,00 d	33,00 b
KNO <sub>3</sub> + Boro	0,00 a	23,60 b	0,00 e
KNO <sub>3</sub>	0,00 a	7,80 d	8,40 d
Etefon	0,00 a	4,80 de	7,20 d
Sulfometuron metil	0,00 a	16,40 c	8,20 d
<b>CV (%) = 68,52</b>			

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 18.** Florescimento (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.



**Figura 19.** Brotação lateral (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

### **6.2.5 Chochamento**

Por ocasião da colheita realizou-se a contagem dos colmos isoporizados, em valores expressos em porcentagem. Observa-se que nenhum dos tratamentos influenciou a ocorrência do processo de chochamento, ou seja, constatou-se ausência do processo (índice 0,0 %). Fato explicado pela caracterização genética da planta, mas que pode correlacionar-se com os índices de florescimento (Tabela 21) e com o teor de umidade da cana (Tabela 29).

Segundo Deuber (1988) a ocorrência de chochamento na cana-de-açúcar é altamente indesejável, enquanto algumas variedades apresentam índices elevados de chochamento que se intensificam do meio para o final da safra, outras não apresentam a este processo, portanto trata-se de uma característica varietal.

Para Mutton e Mutton (1992) a determinação da umidade % cana pode ser usada como indicador da evolução da chochamento, exceção feita quando de estresse hídrico (Mutton e Mutton, 1992). Dessa forma, analisando a Tabela 21, verifica-se que os teores de umidade foram superiores aos correlacionados com o início do chochamento, embora revelando tendência de decréscimo.

Todavia Castro et al. (2002) e Castro et al. (2001) verificaram que o Etefon e Glifosato reduziram a chochamento dos colmos, da mesma forma Pontin (1995) constatou que o Etefon diminuiu esta variável em relação à testemunha.

### **6.2.6 Massa dos colmos**

Verifica-se influência dos tratamentos empregados sobre o desenvolvimento da massa dos colmos nas épocas amostragem (Tabela 22). De forma geral os maiores valores foram observados para a testemunha, uma vez que a planta apresentou tendência de manutenção da taxa de crescimento e conseqüentemente a produção de novos entrenós e/ou seu alongamento, contudo, aos 90 DAA o maturador químico Comp. carboxílicos + Glifosato destacou-se. Ressalta-se que a maior massa dos colmos revelado pela



testemunha não refletiu na maior produtividade de colmos e açúcar em comparação aos demais tratamentos (Tabela 30).

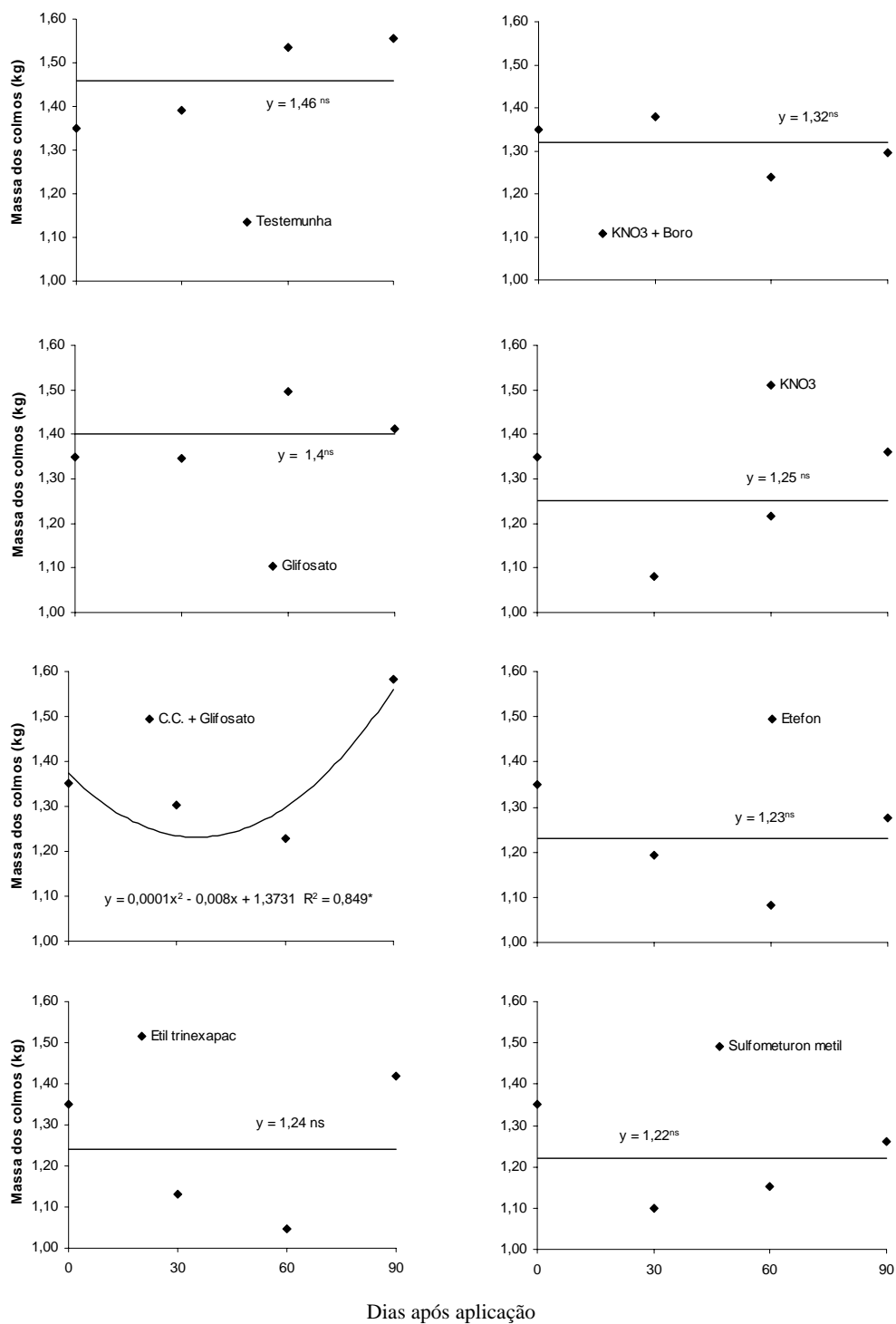
Romero et al. (1996), Romero et al. (1998a) e Romero et al. (1998b) determinaram que a aplicação de Glifosato melhorou a qualidade dos entrenós do colmo, com incremento relativo mais importante no terço apical do mesmo, permitindo realizar desponte mais alto dos colmos tratados, incrementando o rendimento em cana ou no mínimo compensando as perdas de peso que pode ser induzido pelo produto.

Mediante a análise de desdobramento, constata-se que a massa dos colmos não sofreu influência significativa de nenhum dos tratamentos empregados, com exceção do maturador Comp. carboxílicos + Glifosato que revelou efeito significativo quadrático (Figura 20).

**Tabela 22.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à massa dos colmos da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Massa dos colmos (kg colmo <sup>-1</sup> )		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
Testemunha	1,39 a	1,54 a	1,56 ab
Glifosato	1,35 ab	1,50 ab	1,41 ab
C. C. + Glifosato	1,30 ab	1,23 bc	1,58 a
Etil-trinexapac	1,13 ab	1,05 c	1,42 ab
KNO <sub>3</sub> + Boro	1,38 ab	1,24 abc	1,30 ab
KNO <sub>3</sub>	1,08 b	1,22 bc	1,36 ab
Etefon	1,19 ab	1,08 c	1,28 b
Sulfometuron metil	1,10 ab	1,15 c	1,26 b
CV (%) = 16,12			

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 20.** Massa dos colmos ( $\text{kg colmo}^{-1}$ ) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

### 6.2.7 pH e acidez caldo

É possível afirmar que os maturadores químicos não influenciaram significativamente os valores de pH do caldo, mas revelaram, de forma geral, suave tendência de decréscimo (Tabela 23). Quanto à acidez do caldo, para todas as épocas de amostragem, com exceção aos 60 DAA, os tratamentos diferiram significativamente entre si, porém não persistindo até o momento da colheita. Lavanholi et al. (2002) constataram diferença estatística para acidez do caldo entre parcelas tratadas e não tratadas com maturadores químicos, sendo o maior valor referente às parcelas tratadas.

Os valores de pH mostraram variação maior dentro de cada época em comparação aos valores da acidez (Tabela 23), contrariando os resultados de Mutton (1984) que constataram maior variabilidade.

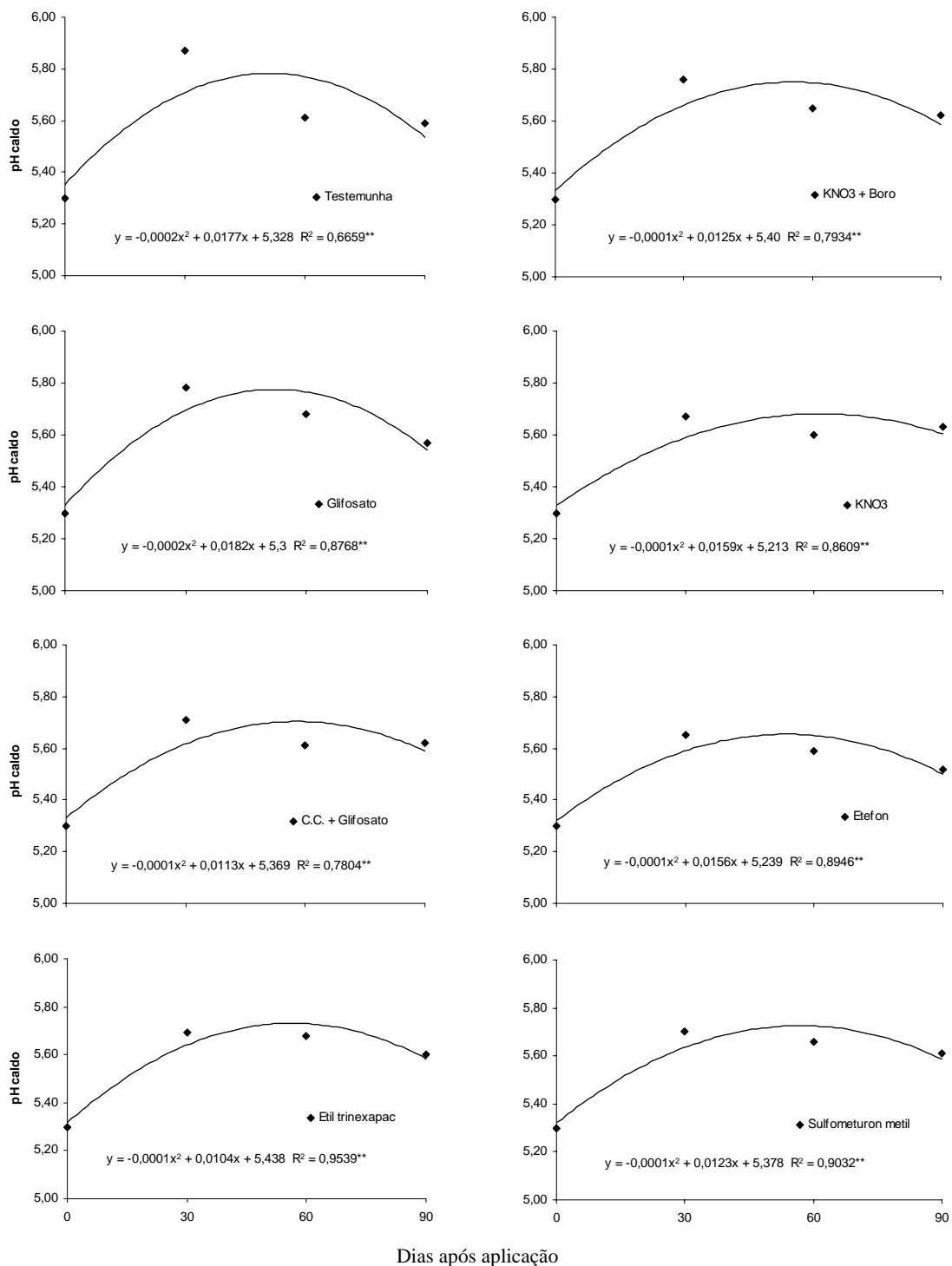
Por meio do desdobramento constata-se que os maturadores químicos afetaram os valores de pH do caldo (Figura 21), revelando efeito significativo quadrático; diferentemente do observado para a variedade RB855453 (Experimento 1), que não evidenciou nenhuma influência dos tratamentos sobre o parâmetro.

Mediante o desdobramento de dias após aplicação dentro de maturadores verificou-se efeito significativo quadrático na acidez do caldo para os maturadores Etil-trinexapac, Etefon, Glifosato,  $\text{KNO}_3$  e  $\text{KNO}_3$  + Boro (Figura 22).

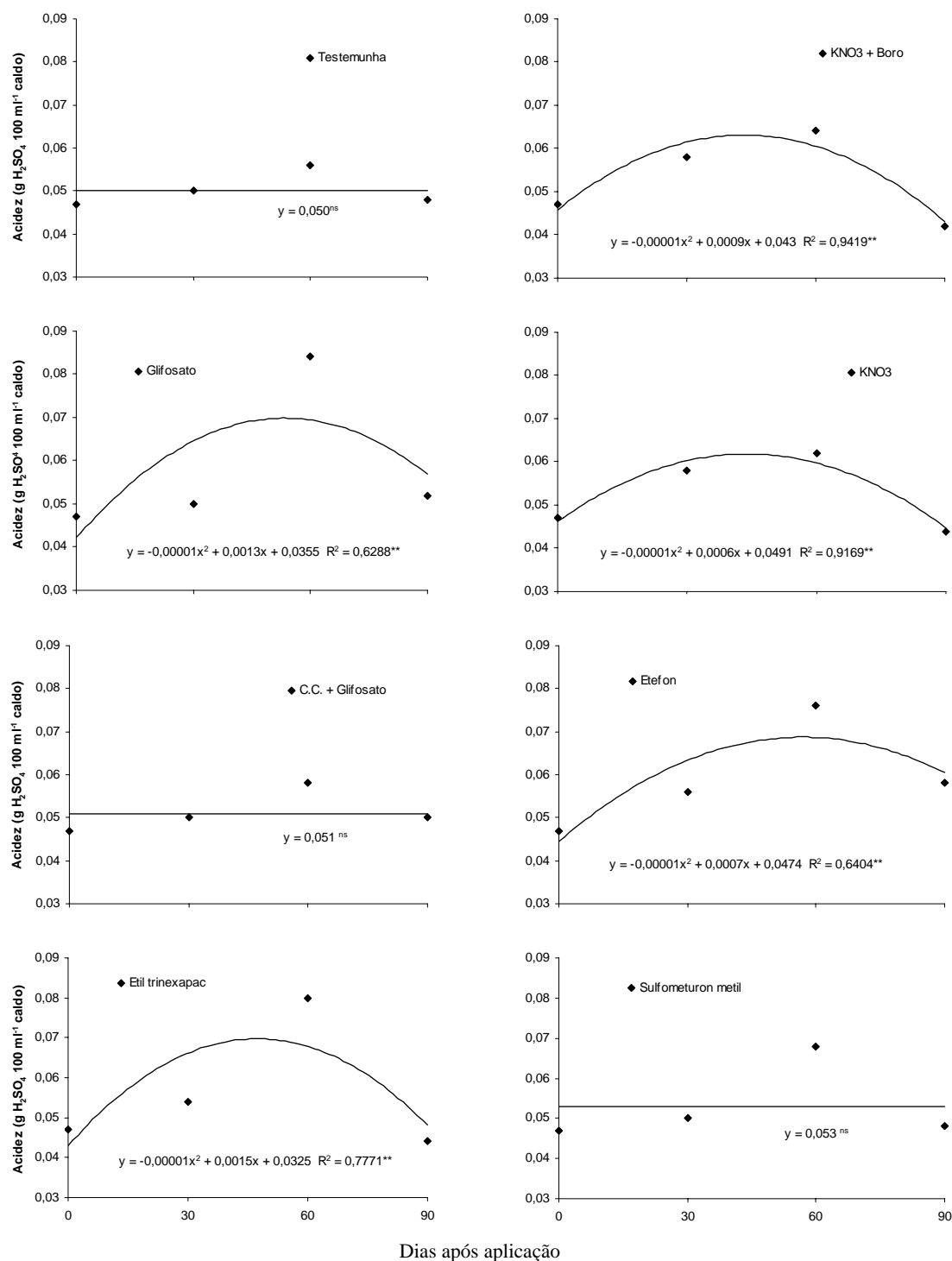
**Tabela 23.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente ao pH e à acidez do caldo da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	pH caldo		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
<b>Maturadores</b>			
Testemunha	5,87 a	5,61 a	5,59 a
Glifosato	5,78 a	5,68 a	5,57 a
C. C. + Glifosato	5,71 a	5,61 a	5,62 a
Etil-trinexapac	5,69 a	5,68 a	5,60 a
KNO <sub>3</sub> + Boro	5,76 a	5,65 a	5,62 a
KNO <sub>3</sub>	5,67 a	5,60 a	5,63 a
Etefon	5,65 a	5,59 a	5,52 a
Sulfometuron metil	5,70 a	5,66 a	5,61 a
<b>CV (%) = 2,52</b>			
Tratamento	Acidez caldo (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 100 ml <sup>-1</sup> caldo)		
	30 DAA	60 DAA	90 DAA
<b>Maturadores</b>			
Testemunha	0,050 a	0,056 d	0,048 a
Glifosato	0,050 a	0,084 a	0,052 a
C. C. + Glifosato	0,050 a	0,058 d	0,050 a
Etil-trinexapac	0,054 a	0,080 ab	0,044 a
KNO <sub>3</sub> + Boro	0,058 a	0,064 bcd	0,042 a
KNO <sub>3</sub>	0,058 a	0,062 cd	0,044 a
Etefon	0,056 a	0,076 abc	0,058 a
Sulfometuron metil	0,050 a	0,068 abcd	0,048 a
<b>CV (%) = 17,54</b>			

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 21.** pH do caldo em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.



**Figura 22.** Acidez do caldo (g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100 ml<sup>-1</sup> caldo) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

### 6.2.8 Pol cana

Mediante o desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação, verifica-se que para todas as épocas de amostragem, os maturadores químicos revelaram diferenças entre si em promover incremento nos valores da PCC, com exceção aos 15 DAA (Tabela 24).

O maturador  $\text{KNO}_3$  + Boro aumentou a PCC em relação à testemunha aos 30 e 90 DAA em 7,95 % e 7,43 %, respectivamente, enquanto que o Glifosato incrementou este parâmetro aos 45, 60 e 174 DAA em 6,46 %, 6,74 % e 5,97 %, respectivamente. O Etil-trinexapac aumentou em 3,66 % este parâmetro aos 75 DAA e, o Sulfometuron metil incrementou em 6,38 % aos 174 DAA (Tabela 24). Castro et al. (2002) afirmaram que o Glifosato incrementou os valores da PCC aos 20 e 62 DAA, e o Etefon aos 20, 41 e 62 DAA.

Resultados de pesquisas revelam que a aplicação de Glifosato e Sulfometuron metil tem induzido a um aumento significativo do conteúdo de sacarose em todas as seções do colmo, principalmente na porção apical, contribuindo para o incremento da produção de cana e açúcar através da realização do desponte mais alto (Romero et al., 1996; Romero et al., 1998a; Romero et al., 2000; Fernandes et al., 2002; Romero et al., 2003).

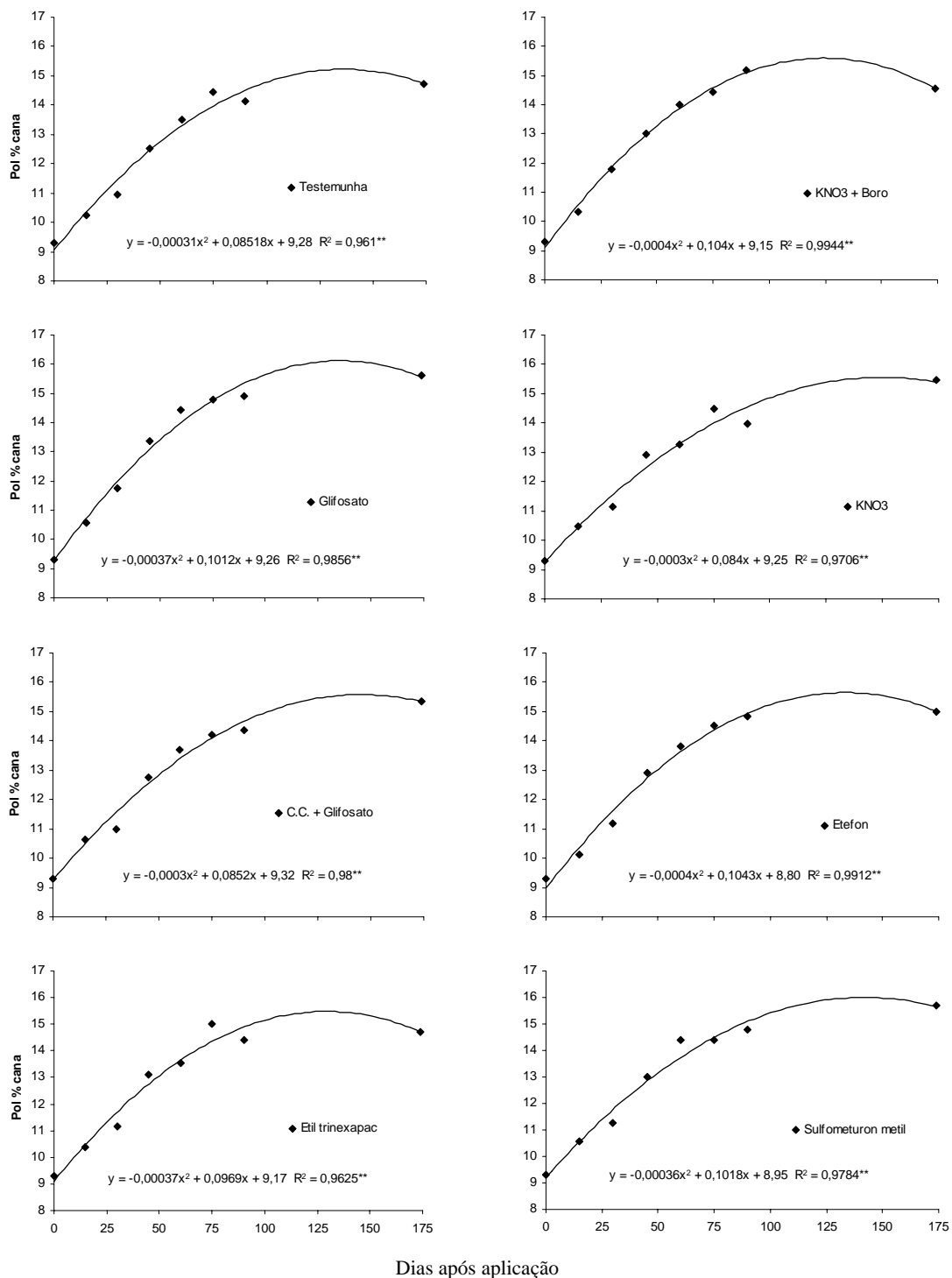
Os valores da PCC mostraram tendência de incremento com o transcorrer das épocas de amostragem (Figura 23). Por meio da análise de desdobramento verificou-se que os maturadores apresentaram efeito significativo quadrático, revelando tendência de estabilização e posterior declínio. A partir de agosto/setembro as condições ambientais tornam-se favoráveis à retomada do desenvolvimento vegetativo da planta e conseqüentemente desfavorável à sua maturação, dessa forma o maturador químico aplicado tende a perder eficiência.

**Tabela 24.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à Pol por cento cana (PCC cana) da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Pol cana (%)						
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	75 DAA	90 DAA	174 DAA
Testemunha	10,23 a	10,93 c	12,53 b	13,51 cd	14,46 ab	14,13 c	14,74 c
Glifosato	10,57 a	11,75 ab	13,34 a	14,42 a	14,77 ab	14,89 ab	15,62 a
C.C.+ Glifosato	10,62 a	11,01 c	12,75 ab	13,71 cd	14,22 b	14,38 bc	15,35 ab
Etil-trinexapac	10,38 a	11,16 bc	13,11 ab	13,55 cd	14,99 a	14,42 bc	14,72 c
KNO <sub>3</sub> + Boro	10,33 a	11,80 a	13,01 ab	14,01 abc	14,45 ab	15,18 a	14,55 c
KNO <sub>3</sub>	10,46 a	11,13 c	12,91 ab	13,25 d	14,50 ab	13,98 c	15,45 ab
Etefon	10,11 a	11,19 bc	12,90 ab	13,81 bcd	14,51 ab	14,85 ab	15,00 bc
Sulfometuron metil	10,55 a	11,25 abc	13,00 ab	14,41 ab	14,38 ab	14,77 ab	15,68 a
<b>CV (%) = 4,96</b>							

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).





**Figura 23.** Pol cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

### 6.2.9 Pureza caldo

Por meio da análise de desdobramento constatou-se elevação nos valores de pureza do caldo ao longo das épocas de amostragem, porém com tendência à estabilização (Tabela 25). Os maturadores químicos diferiram entre si significativamente apenas aos 30 e 45 DAA, destacando-se os maturadores químicos  $\text{KNO}_3$  + Boro e Etefon.

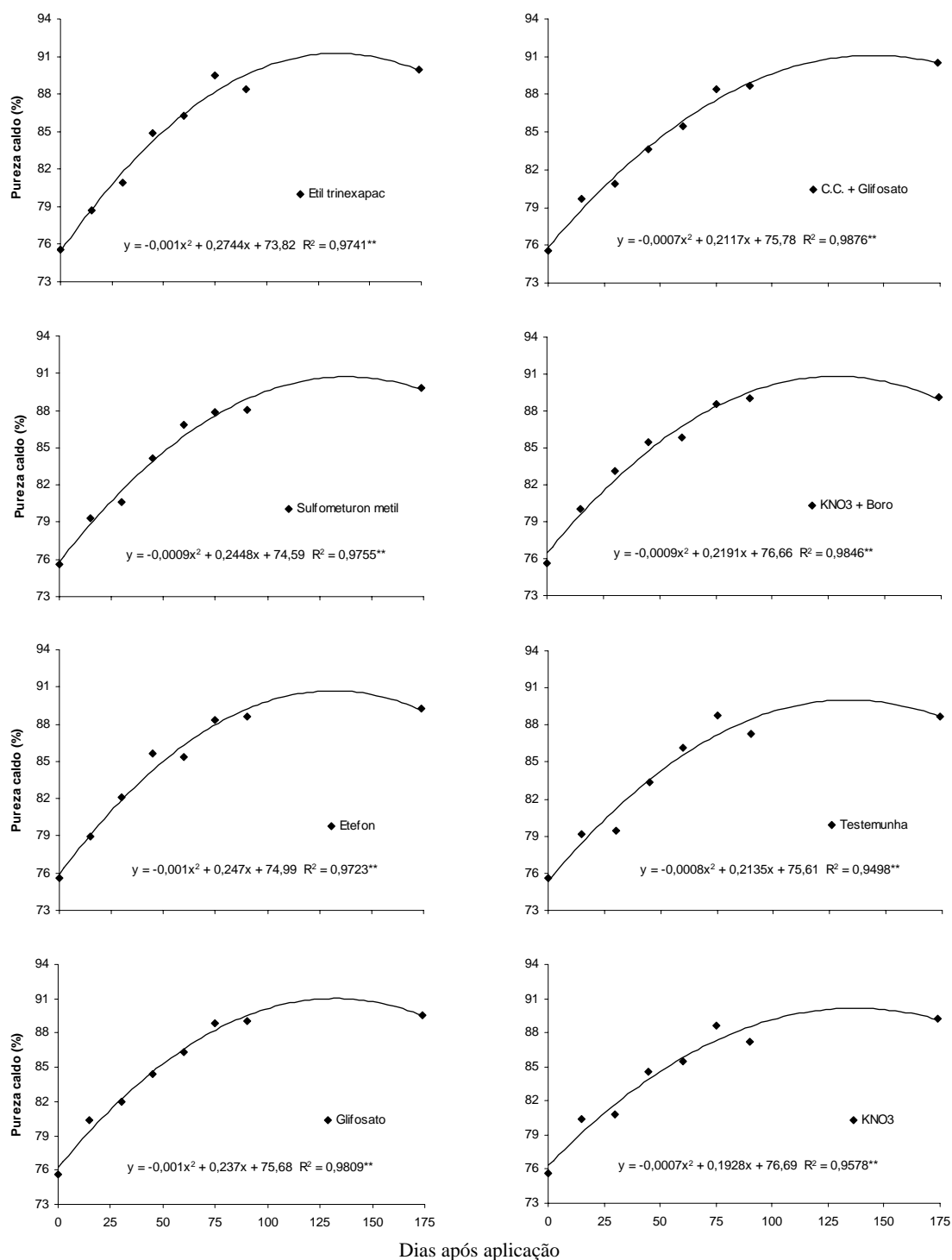
Castro et al. (2001) constataram que o emprego de Etefon elevou a pureza do caldo a partir dos 66 DAA, persistindo até o momento da colheita. Fernandes et al. (2002), por outro lado, determinaram maiores valores para o Sulfometuron metil.

Mediante a análise de desdobramento, todos os maturadores químicos revelaram efeito significativo quadrático (Figura 24).

**Tabela 25.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à Pureza do caldo da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Pureza caldo (%)						
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	75 DAA	90 DAA	174 DAA
Maturadores							
Testemunha	79,20 a	79,42 c	83,35 b	86,19 a	88,81 a	87,31 a	88,68 a
Glifosato	80,37 a	82,02 ab	84,44 ab	86,33 a	88,88 a	89,03 a	89,60 a
C. C. + Glifosato	79,70 a	80,86 bc	83,67 ab	85,46 a	88,42 a	88,64 a	90,48 a
Etil-trinexapac	78,69 a	80,91 bc	84,91 ab	86,29 a	89,46 a	88,35 a	89,94 a
$\text{KNO}_3$ + Boro	80,00 a	83,13 a	85,49 a	85,88 a	88,52 a	89,04 a	89,10 a
$\text{KNO}_3$	80,36 a	80,79 bc	84,61 ab	85,45 a	88,62 a	87,17 a	89,28 a
Etefon	78,92 a	82,12 ab	85,65 a	85,37 a	88,34 a	88,60 a	89,28 a
Sulfometuron metil	79,32 a	80,62 bc	84,18 ab	86,84 a	87,85 a	88,03 a	89,79 a
<b>CV (%) = 2,55</b>							

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 24.** Pureza do caldo (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

### 6.2.10 Açúcares redutores cana

Os valores de AR, de forma geral, apresentaram uma oscilação pequena, dentro das épocas de amostragem (Tabela 26), contudo, variações significativas foram encontradas aos 30, 45 e 90 DAA.

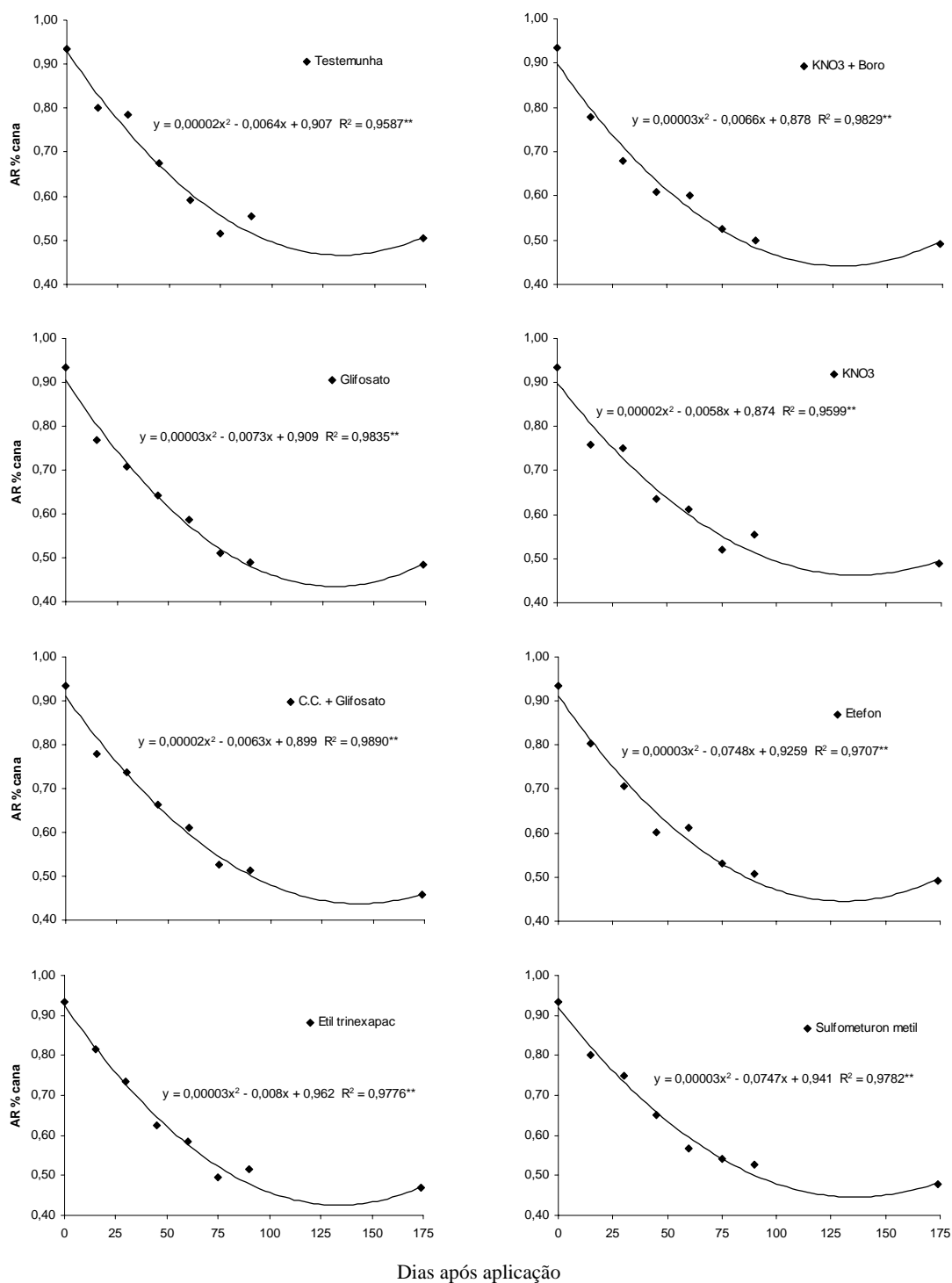
O maturador  $\text{KNO}_3$  + Boro reduziu o AR em relação à testemunha aos 30 e 45 DAA em 13,92 % e 11,48 %, respectivamente. Os maturadores Etefon e Glifosato reduziram este mesmo parâmetro aos 45 e 90 DAA em 11,76 % e 10,91 %, respectivamente (Tabela 26). Estes resultados corroboram os de Romero et al. (2000) e Travaglini Júnior (1999), porém discordam de Fernandes et al. (2002).

A tendência de queda nos valores de AR ao longo das épocas de amostragem foi comum à totalidade dos tratamentos (Figura 25), de forma semelhante ao constatado para a variedade RB855453 (Experimento 1). Os valores de AR mostraram tendência de estabilização em níveis baixos e posteriormente tendência inversa. Os maturadores químicos apresentaram efeito significativo quadrático.

**Tabela 26.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente aos Açúcares Redutores (AR % cana) da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	AR cana (%)						
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	75 DAA	90 DAA	174 DAA
Maturadores							
Testemunha	0,80 a	0,79 a	0,68 a	0,59 a	0,51 a	0,55 a	0,51 a
Glifosato	0,77 a	0,71 bc	0,64 ab	0,59 a	0,51 a	0,49 b	0,48 a
C. C. + Glifosato	0,78 a	0,74 abc	0,66 ab	0,61 a	0,53 a	0,51 ab	0,46 a
Etil-trinexapac	0,82 a	0,74 abc	0,62 ab	0,58 a	0,49 a	0,51 ab	0,47 a
$\text{KNO}_3$ + Boro	0,78 a	0,68 c	0,61 b	0,60 a	0,52 a	0,50 ab	0,49 a
$\text{KNO}_3$	0,76 a	0,75 ab	0,64 ab	0,61 a	0,52 a	0,55 a	0,49 a
Etefon	0,80 a	0,71 bc	0,60 b	0,61 a	0,53 a	0,51 ab	0,49 a
Sulfometuron metil	0,80 a	0,75 ab	0,65 ab	0,57 a	0,54 a	0,53 ab	0,48 a
<b>CV (%) = 9,59</b>							

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 25.** Açúcares redutores cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

### 6.2.11 Açúcar teórico recuperável cana

A partir dos 15 DAA foram constatadas variações significativas entre os tratamentos nos valores do ATR, persistentes até o momento da colheita, revelando tendência de incremento com o transcorrer das épocas de amostragem (Tabela 27), corroborando com Travaglini Júnior (1999).

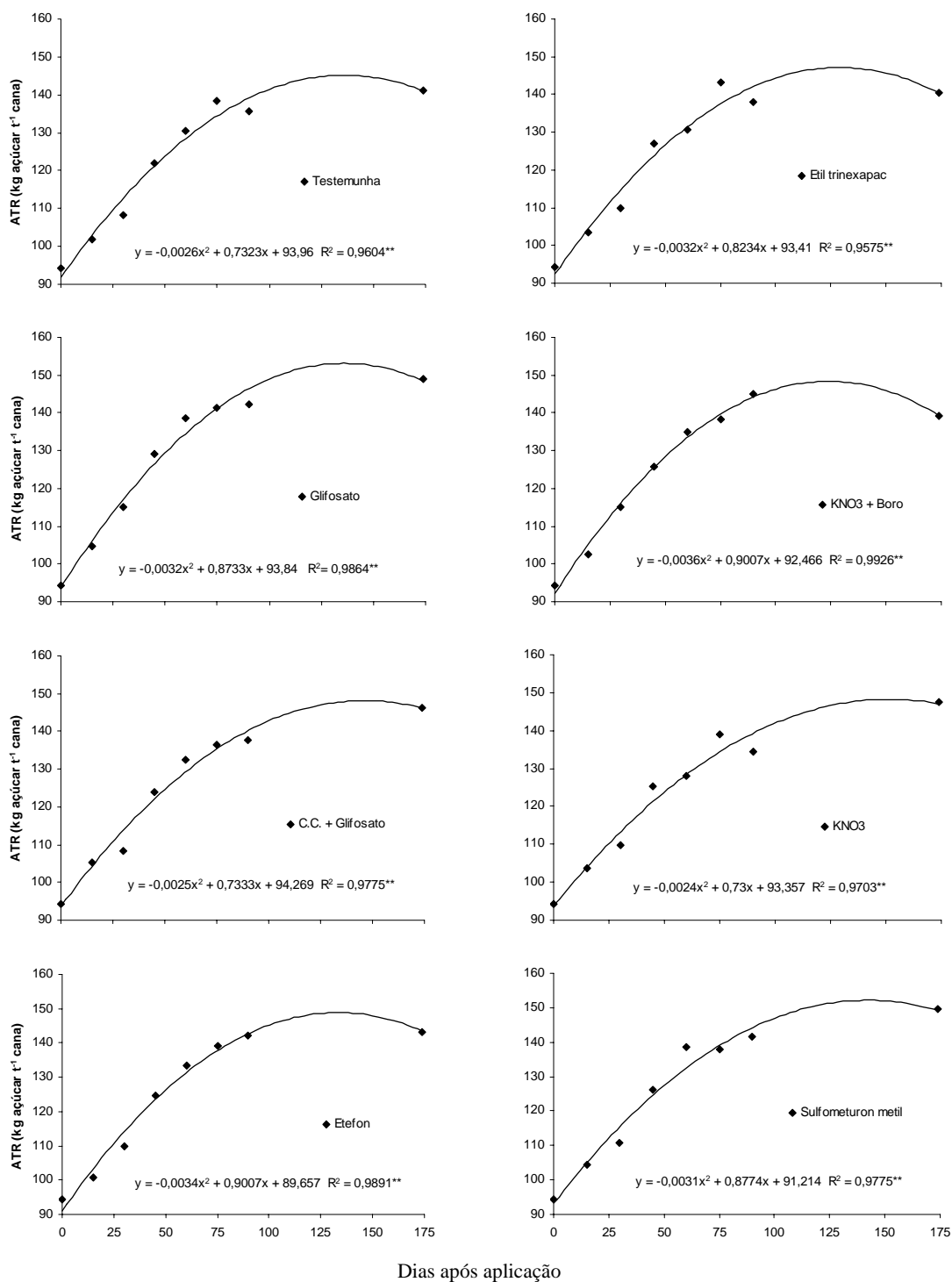
O maturador  $\text{KNO}_3$  + Boro aumentou o ATR em relação à testemunha na ordem de 6,53 % e 6,87 % aos 30 e 90 DAA, respectivamente, enquanto o Glifosato aos 45, 60 e 174 DAA em 5,90 %, 6,41 % e 5,64 %, respectivamente. O Etil-trinexapac e o Sulfometuron metil aumentaram o parâmetro aos 75 e 174 DAA em 3,41 % e 6,00 %, respectivamente. Os resultados obtidos quanto ao incremento em relação à testemunha foram diferentes do constatado para a variedade RB855453 (Experimento 1), evidenciando que a aplicação dos maturadores no final de março refletiu num maior ganho de ATR (Tabela 27). Por outro lado, Lavanholi et al. (2002) determinaram que o Etefon apresentou os maiores valores médios de ATR quando comparado à testemunha e outros maturadores. Entretanto Romero et al. (1998b) concluíram que a aplicação de Glifosato tem permitido obter incrementos significativos quanto à recuperação de açúcar.

Efeito significativo quadrático foi observado para os tratamentos, mostrando claramente a influência em proporcionar incrementos nos valores de ATR, revelando tendência de estabilização e posterior declínio (Figura 26), fato também constatado para os valores da PCC (Tabela 24).

**Tabela 27.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente ao açúcar teórico recuperável (ATR, kg açúcar t<sup>-1</sup> cana) da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Açúcar teórico recuperável (kg açúcar t cana <sup>-1</sup> )						
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	75 DAA	90 DAA	174 DAA
Testemunha	101,82 a	108,15 c	122,03 b	130,36 cd	138,48 ab	135,70 c	141,00 cd
Glifosato	104,66 a	115,11 ab	129,23 a	138,71 a	141,35 ab	142,29 ab	148,94 a
C.C.+Glifosato	105,28 a	108,48 c	123,97 ab	132,40 cd	136,35 b	137,69 bc	146,25 abc
Etil-trinexapac	103,31 a	109,87 bc	126,89 ab	130,69 cd	143,20 a	138,06 bc	140,50 d
KNO <sub>3</sub> + Boro	102,55 a	115,21 a	125,86 ab	135,05 abc	138,45 ab	145,03 a	139,10 d
KNO <sub>3</sub>	103,58 a	109,64 c	125,21 ab	128,16 d	138,86 ab	134,39 c	147,40 ab
Etefon	100,76 a	109,83 bc	124,80 ab	133,32 bcd	139,06 ab	142,02 ab	143,28 bcd
Sulfometur. metil	104,51 a	110,82 abc	126,13 ab	138,47 ab	138,02 ab	141,41 ab	149,47 a
<b>CV (%) = 4,47</b>							

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 26.** Açúcar teórico recuperável (ATR, kg açúcar t<sup>-1</sup> cana) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igaracú do Tietê, SP, 2004.



### 6.2.12 Fibra e umidade da cana

Mediante a análise de desdobramento constata-se que apenas aos 30 e 75 DAA os tratamentos não diferiram entre si quanto à fibra % cana (Tabela 28). O maturador Etefon proporcionou incremento na variável aos 15 DAA, enquanto o Etil-trinexapac aos 45 e 90 DAA. Os maturadores Sulfometuron metil, Glifosato e  $\text{KNO}_3$  + Boro aumentaram a fibra cana aos 60, 90 e 174 DAA, respectivamente. Por outro lado, Castro et al. (2001) verificaram alteração no teor de fibra da cana somente aos 123 DAA de Etefon.

Os maturadores químicos  $\text{KNO}_3$  e  $\text{KNO}_3$  + Boro apresentaram efeitos significativos lineares, enquanto o Etil-trinexapac revelou efeito significativo quadrático (Figura 27), provavelmente por não atuarem diretamente sobre a gema apical favorecendo a continuidade da taxa normal de crescimento vegetal, dessa forma os fenômenos fisiológicos, transpiração e respiração, ocorrendo dentro de sua normalidade, podem ter causado aumento do teor de fibras.

Os tratamentos diferiram entre si em todas as épocas de amostragem com exceção aos 30 DAA para o parâmetro umidade da cana (Tabela 29). Verifica-se decréscimo na umidade da cana com o transcorrer das épocas de amostragem, independentemente do tratamento aplicado (Figura 28). Os maturadores químicos apresentaram efeito quadrático significativo sobre este parâmetro. Segundo Mutton e Mutton (1992) a umidade decresce durante a maturação.

**Tabela 28.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à Fibra da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

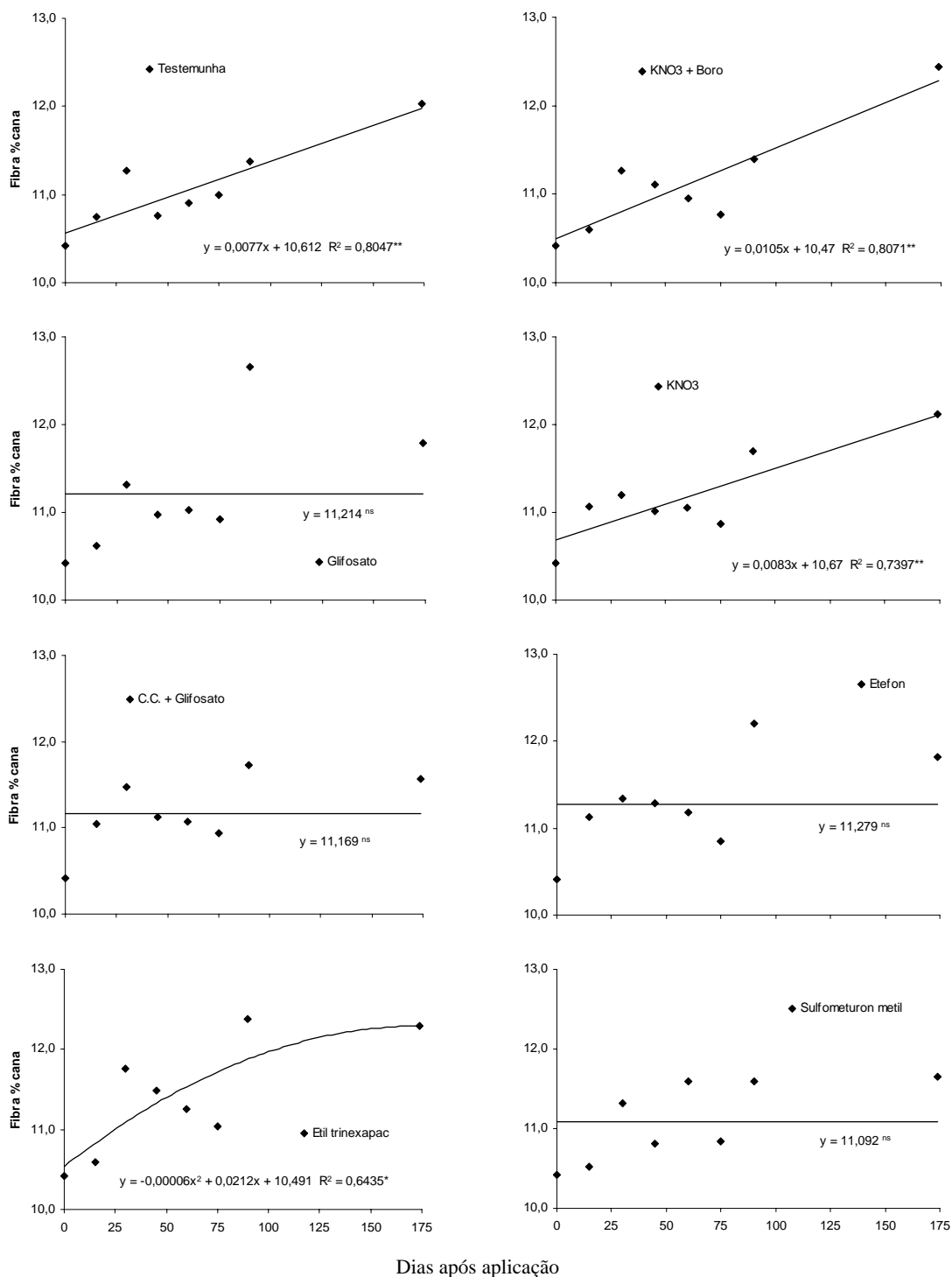
Tratamento	Fibra cana (%)						
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	75 DAA	90 DAA	174 DAA
Testemunha	10,74 ab	11,27 a	10,76 b	10,91 b	10,99 a	11,38 c	12,03 abc
Glifosato	10,62 ab	11,31 a	10,97 ab	11,03 ab	10,92 a	12,66 a	11,79 bc
C.C.+Glifosato	11,04 ab	11,48 a	11,13 ab	11,08 ab	10,93 a	11,73 bc	11,56 c
Etil-trinexapac	10,59 ab	11,76 a	11,48 a	11,25 ab	11,04 a	12,38 a	12,29 ab
KNO <sub>3</sub> + Boro	10,60 b	11,26 a	11,11 ab	10,96 b	10,77 a	11,40 c	12,44 a
KNO <sub>3</sub>	11,07 ab	11,20 a	11,01 ab	11,05 ab	10,87 a	11,69 bc	12,12 abc
Etefon	11,13 a	11,34 a	11,28 ab	11,18 ab	10,86 a	12,20 ab	11,82 bc
Sulfom. metil	10,52 b	11,32 a	10,81 b	11,59 a	10,83 a	11,60 c	11,65 c
<b>CV (%) = 4,38</b>							

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).

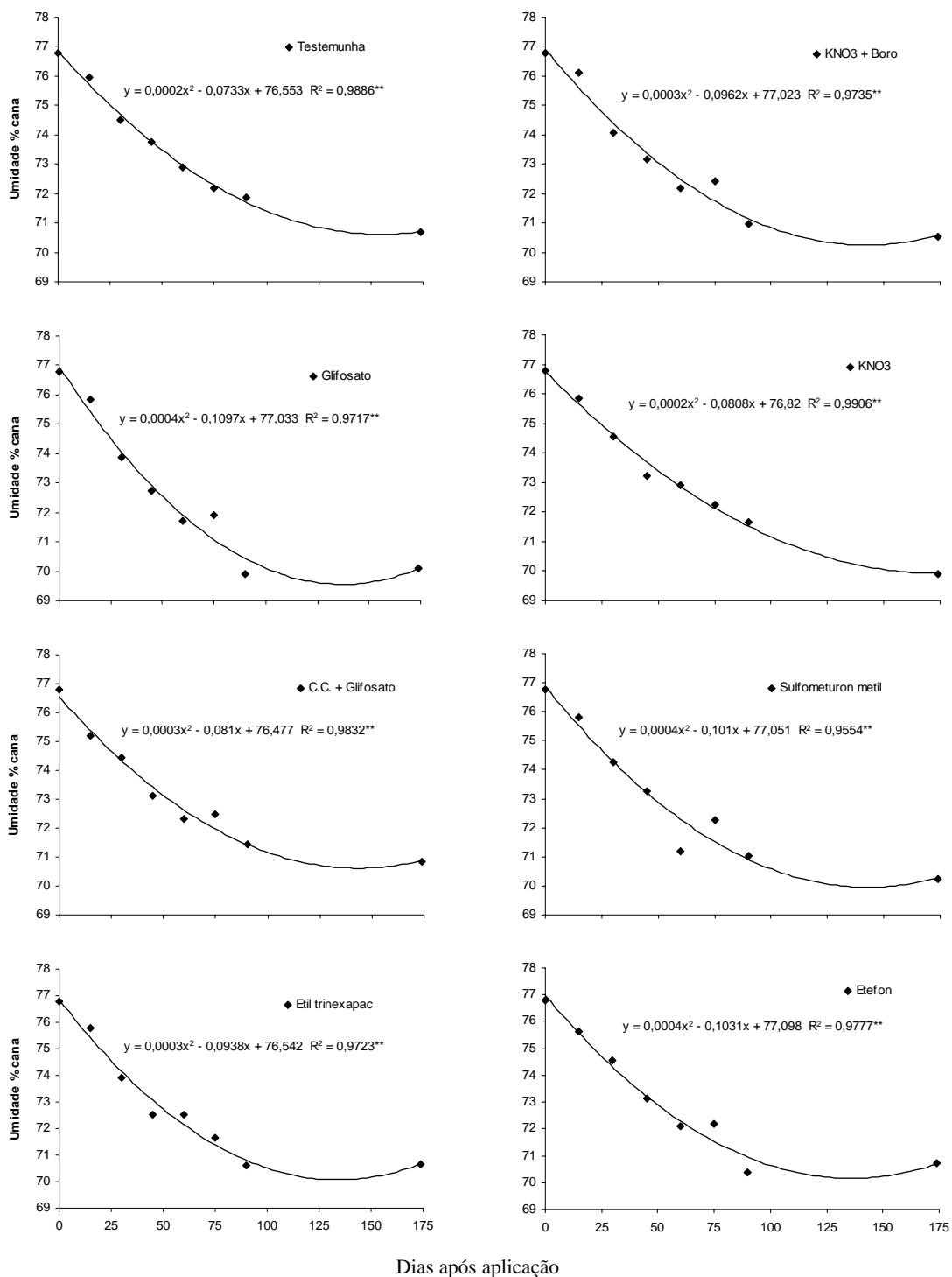
**Tabela 29.** Desdobramento da interação maturador dentro de dias após aplicação (DAA) da análise da variância referente à Umidade da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

Tratamento	Umidade cana (%)						
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	75 DAA	90 DAA	174 DAA
Testemunha	75,95 a	74,49 a	73,74 a	72,91 a	72,19 ab	71,87 a	70,69 a
Glifosato	75,83 ab	73,86 a	72,72 b	71,72 cd	71,92 ab	69,89 d	70,11 ab
C.C.+Glifosato	75,19 b	74,42 a	73,12 ab	72,34 abc	72,46 a	71,44 ab	70,85 a
Etil-trinexapac	75,78 ab	73,93 a	72,53 b	72,51 ab	71,65 b	70,63 cd	70,67 a
KNO <sub>3</sub> + Boro	76,10 a	74,06 a	73,16 ab	72,19 abc	72,41 a	70,95 bc	70,55 ab
KNO <sub>3</sub>	75,48 ab	74,56 a	73,22 ab	72,92 a	72,25 ab	71,67 ab	69,89 b
Etefon	75,62 ab	74,55 a	73,13 ab	72,10 bc	72,19 ab	70,36 cd	70,73 a
Sulfom. metil	75,82 ab	74,24 a	73,26 ab	71,20 a	72,27 ab	71,02 bc	70,23 ab
<b>CV (%) = 0,99</b>							

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).



**Figura 27.** Fibra da cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarau do Tietê, SP, 2004.



**Figura 28.** Umidade da cana (%) em função da aplicação de maturadores químicos na variedade SP80-3280. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

### 6.2.13 Produtividade de colmos, açúcar e margem de contribuição agrícola

A aplicação dos maturadores não afetou a produtividade de colmos, todavia causou variações significativas na produtividade de açúcar (Tabela 30), com destaque para os maturadores Comp. carboxílicos + Glifosato e  $\text{KNO}_3$ , em razão da melhoria na qualidade tecnológica da matéria-prima, uma vez que não foi constatado incremento em altura, número de colmos e diâmetro dos colmos (Tabela 19). Estes mesmos parâmetros, na variedade RB855453 (Experimento 1), não sofreram influência significativa pelo emprego dos maturadores químicos.

A maior produtividade de açúcar constatada para o maturador  $\text{KNO}_3$  pode estar relacionada ao efeito do potássio em favorecer um deslocamento de nutrientes da parte vegetativa para a formação e acúmulo de sacarose na planta, convergindo com as observações dadas por outros autores quanto à essencialidade e importância do elemento potássio (Orlando Filho, 1983; Glória, 1985; Anderson & Bowen, 1992).

Ide et al. (1985) determinaram que a aplicação de Etefon proporcionou aumento na produção de açúcar por hectare em relação ao controle. Castro et al. (2002) não encontraram influência deste produto na produtividade de colmos, concordando com outros autores (Melloto et al., 1987; Pontin, 1995; Castro et al., 2001). Por outro lado, Romero et al. (1998a) concluíram que o Glifosato assegurou incremento significativo em açúcar, discordando de Castro et al. (2002) para o mesmo produto. Os resultados de Castro et al. (2003) corroboram os dados obtidos. Para os autores supracitados, tanto a aplicação de Etefon como de Etil-trinexapac não afetaram a produtividade de colmos.

Por meio do parâmetro margem de contribuição agrícola verifica-se variação significativa entre os tratamentos empregados aos 174 DAA (Tabela 30), fato também constatado para a variedade RB855453 (Experimento 1). Os resultados evidenciam o maior retorno econômico proporcionado pelos maturadores Comp. carboxílicos + Glifosato, Sulfometuron metil e  $\text{KNO}_3$ . Uma vez que não se observou diferenças significativas na produtividade de colmos entre os tratamentos, o maior retorno econômico proporcionado provavelmente correlaciona-se diretamente com a melhoria na qualidade da matéria-prima, principalmente em termo de sacarose (Tabela 24). Por outro lado, Fernandes et al. (2002)

constatarem incremento, embora variável, à margem de contribuição quando da aplicação do Sulfometuron metil.

**Tabela 30.** Produtividade de colmos ( $t\ ha^{-1}$ ), açúcar ( $t\ ha^{-1}$ ) e margem de contribuição agrícola (MCA,  $U\$ ha^{-1}$ ) aos 174 dias após aplicação (DAA) dos maturadores químicos na cana-de-açúcar, variedade SP80-3280. Igaracú do Tietê, SP, 2004.

<b>Tratamento</b>	<b>Produtividade de colmos</b>	<b>Produtividade de açúcar</b>	<b>MC A</b>
	<b>(<math>t\ ha^{-1}</math>)</b>	<b>(<math>t\ ha^{-1}</math>)</b>	<b>(<math>U\\$ ha^{-1}</math>)</b>
Testemunha	110,61 a	16,30 abc	684,03 ab
Glifosato	107,21 a	16,74 abc	731,26 ab
C. C. + Glifosato	92,58 a	17,26 a	756,52 a
Etil-trinexapac	106,47 a	15,76 c	651,32 c
KNO <sub>3</sub> + Boro	112,92 a	16,43 abc	687,03 bc
KNO <sub>3</sub>	111,70 a	17,26 a	759,13 a
Etefon	107,48 a	16,13 bc	680,52 bc
Sulfometuron metil	109,38 a	17,15 ab	757,65 a
<b>CV (%)</b>	<b>15,50</b>	<b>4,80</b>	<b>7,52</b>

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).

### 6.3 Determinação das curvas de maturação

#### 6.3.1 Curva de maturação da variedade “RB855453” (Experimento 1)

Na região Sudeste do Brasil, o processo de maturação da cana-de-açúcar ocorre naturalmente no início do mês de maio, atingindo seu clímax no mês de agosto/setembro. As condições climáticas, com a queda gradativa da temperatura e a diminuição das precipitações pluviais, até seca total no meio do ano, são as determinantes

desse processo. A fotossíntese continua ocorrendo normalmente, enquanto houver folhas verdes, com a produção de açúcar que vai se acumulando nos espaços disponíveis nos colmos. Ocorre então, mesmo com a paralização do crescimento vegetativo, a elevação de matéria seca acumulada, formada basicamente pela sacarose.

Uma das maiores necessidades das usinas e destilarias é a provisão de matéria-prima de boa qualidade no início de safra, ou mesmo, no mês de abril. Isso significa a disponibilidade de colmos de cana-de-açúcar com teores adequados de sacarose para propiciar extração econômica nas indústrias; no entanto, atualmente nenhuma variedade cultivada no Brasil apresenta conteúdo elevado de sacarose nesse período, visto que, até o mês de abril, o clima favorece o desenvolvimento vegetativo (Deuber, 1988).

Dentro do complexo sistema de produção da indústria açucareira, a maturação da cana-de-açúcar é um dos aspectos dos mais importantes, pois é dele que depende o fornecimento de um fluxo contínuo de matéria-prima para o funcionamento constante da usina durante o período de colheita (Almeida et al., 2003).

Sob uma perspectiva econômica, a cana é considerada madura, ou em condição de ser industrializada, a partir do momento em que apresentar um teor mínimo de sacarose (PCC, ou pol da cana) igual e acima de 13 % do peso do colmo, sendo o rendimento melhor quanto maior for esta variável (Deuber, 1988). Diversos outros parâmetros também apresentam correlação com o processo de maturação, dentre eles a pureza do caldo, mínimo de 80 % para o início da safra e, no decorrer, de 85 % (Filho e Nogueira, 2005), umidade da cana de aproximadamente 70 %, tolerando-se variação entre 68 e 72 % (Stupiello, 1989) e açúcares redutores da cana próximo de 0,5 % podendo chegar a 0,2 % (Fernandes, 2003).

Na Figura 29, encontram-se as curvas de maturação, resultantes do desdobramento de dias após aplicação dentro de maturador. Verifica-se que para alguns maturadores químicos o ponto máximo de deflexão da curva, dentro das épocas de amostragem realizadas, foi obtida aos 90 DAA, entretanto, para outros, o período de amostragem não foi suficiente para caracterizar esse ponto, provavelmente pelo fato da planta ainda não ter atingido seu ponto de máximo acúmulo de sacarose.

A aplicação de Glifosato elevou a PCC em 0,75, 1,61 e 1,07 a 30, 75 e 90 dias após aplicação respectivamente, quando comparado à testemunha, o que levou à antecipação da colheita em pelo menos 45 dias, uma vez que a testemunha alcançou este

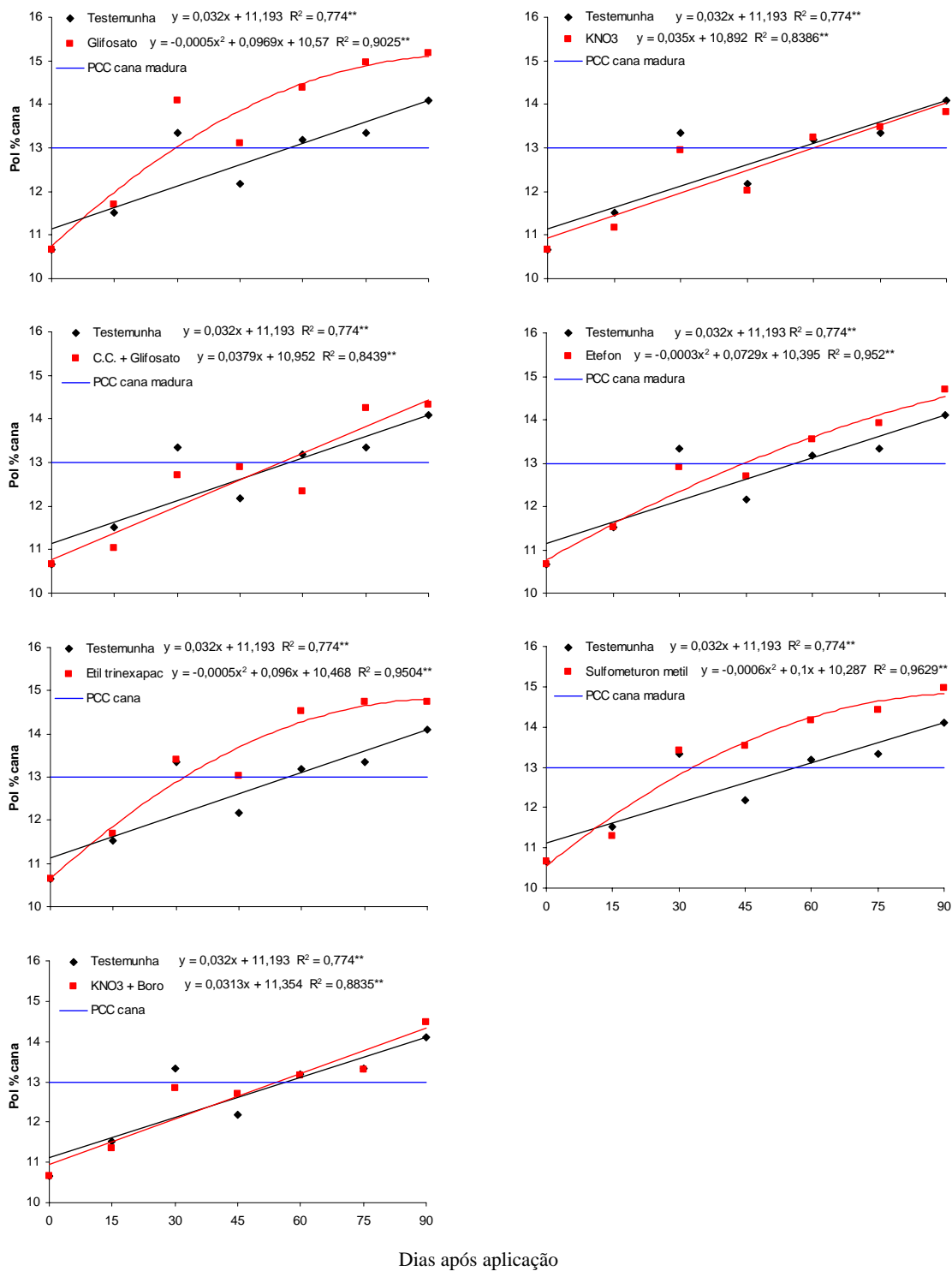
mesmo patamar cerca de 60 DAA. A aplicação de Sulfometuron metil também elevou a PCC aos 45 dias em 1,37, ou seja, um pouco depois do tratamento anterior; por outro lado, a testemunha só alcançou este patamar ao redor dos 75 dias, ou seja, cerca de 30 dias após, podendo-se neste caso adiantar a colheita em cerca de 30 dias. A aplicação de Etil-trinexapac elevou esta variável aos 60 dias após aplicação em 1,36, ou seja, mais tardiamente do que os tratamentos anteriores; contudo a testemunha não alcançou este patamar nem mesmo aos 90 dias, portanto podendo-se antecipar a colheita também em cerca de 30 dias. Ressalta-se que a partir dos 30 dias, para os tratamentos discutidos, os valores da PCC sempre foram maiores que os da testemunha (Tabela 6 e Figura 29).

De acordo com Romero et al. (2000) e Romero et al. (1996) as variedades de cana-de-açúcar precoces são as mais recomendáveis para serem tratadas com Glifosato, além de apresentarem resultados mais consistentes, revelando incrementos na PCC maiores que 0,5 ponto porcentual em relação à testemunha. As maiores respostas em Tucuman, norte da Argentina, correspondem às aplicações entre a 2ª semana de março e a 1ª de abril, um segundo nível de eficiência para os tratamentos aplicados entre a 2ª e 3ª semana de abril e, por último, tratamentos efetuados na 1ª semana de maio (Romero et al., 1998; Romero et al., 2000; Romero et al., 2003). Segundo Romero et al. (1998) as épocas de maior eficiência para realizar o tratamento com glifosato compreende o período entre final de março e meados de abril, diminuindo sua eficiência com o início de maio, porém ainda nesta época se obtém níveis significativos quanto à frequência de êxitos e a magnitude de aumento no teor de sacarose. Para Romero et al. (1996) este comportamento está associado ao período de aplicação do maturador, isto é, um período que apresenta condições ambientais mais favoráveis à sua ação, e assim restringindo de forma mais consistente o desenvolvimento vegetativo do canavial.

Conforme Pontin (1995) e Castro et al. (1996) o produto Sulfometuron metil (SM) permitiu a antecipar em 21 dias a colheita da cana-de-açúcar em comparação à testemunha. Da mesma forma, Almeida et al. (2003) verificaram que o produto foi eficiente em antecipar a safra em 20 dias quando aplicado sob condições de estresse hídrico, mostrando-se superior ao Etefon provavelmente devido à diferença de penetração e translocação; porém sob condições climáticas favoráveis à cultura o acúmulo de sacarose foi significativo aos 45 dias.



Os maturadores Comp. carboxílicos + Glifosato,  $\text{KNO}_3$  e  $\text{KNO}_3$  + Boro mantiveram a curva de maturação praticamente semelhante à testemunha, não provocando influência na antecipação da maturação. Com relação à aplicação de Etefon verifica-se que somente a partir dos 45 dias os valores da PCC foram maiores que os da testemunha, embora estes valores não tenham sido muito superiores; este tratamento atingiu o teor mínimo de sacarose para industrialização somente aos 60 dias após sua aplicação, enquanto que a testemunha alcançou este patamar aos 75 dias, ou seja, cerca de 15 dias após, permitindo a antecipação da colheita em aproximadamente 15 dias (Tabela 6 e Figura 29). Castro et al. (2001) mostraram a eficiência dos produtos Arvest (Etefon) e Etefon em provocar a maturação e incrementar o teor de sacarose, permitindo a antecipação da colheita em pelo menos 30 dias. Por outro lado, Almeida et al. (2003) encontraram resposta ao acúmulo de sacarose aos 75 dias após a aplicação de Etefon, em condições climáticas favoráveis à cultura da cana-de-açúcar.



**Figura 29.** Curvas de maturação da cana-de-açúcar, variedade RB855453, em função da aplicação de maturadores químicos. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

### 6.3.2 Curva de maturação da variedade “SP80-3280” (Experimento 2)

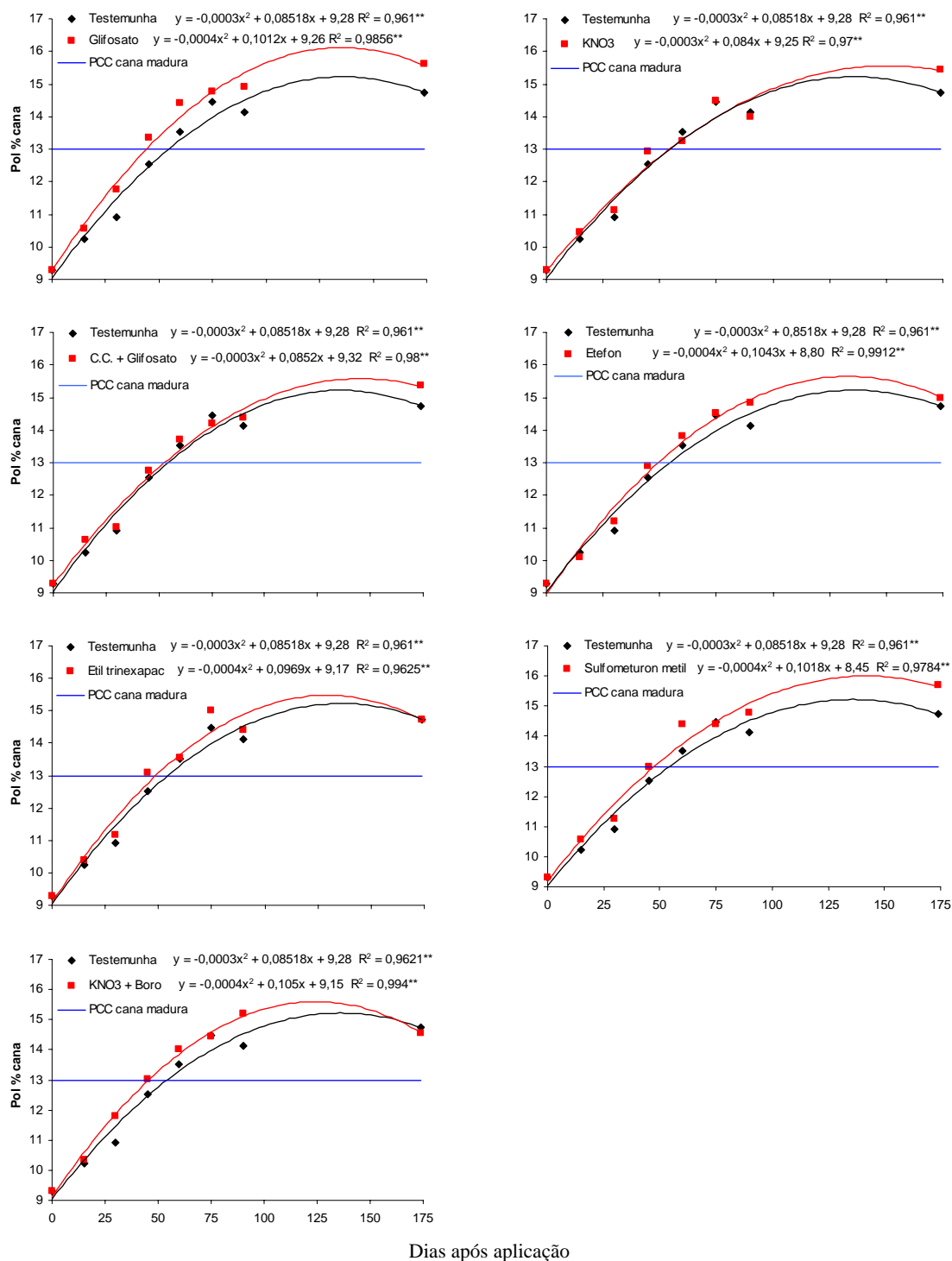
Na Figura 30 encontram-se as curvas de maturação resultantes do desdobramento maturador dentro de dias após aplicação. Independente do tratamento aplicado a curva de maturação foi mantida praticamente semelhante à testemunha, não provocando influência na antecipação da maturação. Verifica-se que a medida em que as épocas de amostragem transcorriam houve incremento positivo para o acúmulo de sacarose, até atingir um máximo, a partir do qual observou-se decréscimo (Figura 30).

A testemunha e o Glifosato revelaram o ponto máximo de acúmulo de sacarose aos 137 DAA, equivalente a 15,13 % e 16,18 %, respectivamente. Os maturadores químicos Etil-trinexapac,  $\text{KNO}_3$  + Boro e Etefon atingiram o máximo de acúmulo de sacarose aproximadamente aos 130 DAA, revelando valores de 15,51 %, 15,92 % e 15,60 %, respectivamente. Aproximadamente aos 140 DAA os maturadores  $\text{KNO}_3$ , Sulfometuron metil e Comp. carboxílicos + Glifosato alcançaram o máximo de 15,13 %, 16,14 % e 15,37 % de sacarose (Figura 29). A aplicação de Glifosato e  $\text{KNO}_3$  + Boro elevou a PCC, conforme o mínimo estabelecido (13,0 %), aos 44 DAA e 45 DAA quando comparado à testemunha, uma vez que a testemunha alcançou este valor aos 55 DAA, o que levou à antecipação da colheita em pelo menos 10 dias. Os maturadores Sulfometuron metil, Etil-trinexapac e Etefon proporcionaram incremento na PCC aos 48, 49 e 50 DAA, respectivamente, permitindo antecipar o corte em pelo menos 5 dias.

Por meio do desdobramento dias após aplicação dentro de maturador, constata-se que a aplicação dos maturadores químicos permitiu explorar o máximo do potencial da variedade em acúmulo de sacarose, uma vez que a curva de maturação da testemunha revelou-se inferior aos tratamentos (Figura 30).

Segundo Pontin (1995), a aplicação de Etefon em 28/04 e 20/05 foi eficiente em incrementar o percentual de sacarose, enquanto que o maturador SM somente na primeira época de aplicação incrementou este parâmetro. Castro et al. (2002) mostraram que o emprego do Etefon em 18/04 elevou a PCC aos 21 DAA. Todavia, Fernandes et al. (2002) relataram que o Sulfometuron metil aplicado em 14/04, aumentou a PCC em diferentes variedades de cana-de-açúcar.

Conforme Romero et al. (1998) e Romero et al. (2000) espera-se que variedades de cana-de-açúcar de maturação precoce apresentem incremento significativo na PCC à aplicação de Glifosato, contudo quando sua aplicação envolve variedades de maturação média a tardia frequentemente o incremento de sacarose é variável.



**Figura 30.** Curvas de maturação da cana-de-açúcar, variedade SP80-3280, em função da aplicação de maturadores químicos. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de DMS, respectivamente. Igarapé do Tietê, SP, 2004.

## 7. CONCLUSÕES

A aplicação de maturadores da classe dos inibidores e reguladores vegetais na variedade de cana-de-açúcar RB855453, no mês de março, em Igaracú do Tietê (SP), possibilitou as seguintes conclusões:

a) A atividade das invertases ácida e neutra foi afetada de forma e intensidade distinta em função do princípio ativo utilizado como maturador.

b) O emprego de Etil-trinexapac como maturador aumentou a rebrota da soqueira.

c) Glifosato, Etil-trinexapac e Sulfometuron metil interromperam o crescimento da planta em altura e promoveram os maiores índices de chochamento.

d) Glifosato, Etefon, Etil-trinexapac e Sulfometuron metil, em ordem decrescente, foram os que proporcionaram os maiores índices de brotação lateral.

e) A aplicação de Glifosato, Sulfometuron metil, Etil-trinexapac e Etefon anteciparam a maturação da cana-de-açúcar em 45, 30, 30 e 15 dias, respectivamente, em relação à testemunha.

f) Sulfometuron metil proporcionou o maior retorno econômico por hectare.

A aplicação de maturadores da classe dos inibidores e reguladores vegetais, na variedade de cana-de-açúcar SP80-3280, no mês de maio, em Igaracú do Tietê (SP), possibilitou as seguintes conclusões:

a) Os maturadores induziram alterações na atividade das invertases ácida e neutra, embora, de forma e intensidade diferentes.

b) Os maturadores não afetaram a rebrota da soqueira, contudo, o Sulfometuron metil proporcionou maior número de plantas por metro.

c) O processo de crescimento em altura das plantas não foi interrompido pela aplicação de Glifosato, Etil-trinexapac e Sulfometuron metil.

d) Os maturadores não influenciaram o processo de florescimento e chochamento.

e) A aplicação de Glifosato proporcionou maior índice de brotação lateral, seguido do Etil-trinexapac,  $\text{KNO}_3$  e Etefon, respectivamente.

f) Glifosato e  $\text{KNO}_3$  + Boro mostraram-se eficientes em antecipar a maturação da cana-de-açúcar em relação à testemunha em 11 dias, enquanto que o Sulfometuron metil, Etil-trinexapac e Etefon permitiram a antecipação em 6 dias.

g) Os maturadores  $\text{KNO}_3$ , Sulfometuron metil e Comp. carboxílicos + Glifosato, em ordem decrescente, proporcionaram o maior retorno econômico por hectare.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>1</sup>

AGRIANUAL. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. Cana-de-Açúcar. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2005. p.261-277.

ALBERTSON, P.L.; PETERS, K.F.; GROF, C.P.L. An improved method for the measurement of the cell wall invertase activity in sugarcane tissue. **Aust. J. Plant Physiol.**, v.28, p.323-328, 2001.

ALEXANDER, A.G. **Sugarcane Physiology**. Amsterdam: Elsevier, 1973. 752p.

---

<sup>1</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – Referências – Elaboração . Rio de Janeiro, 2002. 24p.  
BIOSIS. **Serial sources for the BIOSIS preview database**. Philadelphia, 1996. 468p.



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

ANDERSON, D.L.; BOWEN, J.E. **Nutrição da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1992.

BARROS, S.A.; RODRIGUES, J.D. Efeito do ácido giberélico ( $GA_3$  e  $GA_{4+7}$ ), no controle da floração de primavera da limeira ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka). **Rev. Bras. Frutic.**, v.14, n.3, p.137-140, 1992.

BATTA, S.K.; SINGH, R. Sucrose metabolism in sugarcane grown under varying climatic conditions: synthesis and storage of sucrose in relation to the activities of sucrose synthase, sucrose-phosphate synthase and invertase. **Phytochemistry**, v.11, p.2431-2437, 1986.

BENNETT, P.G.; MONTES, G. Effect of Glifosato formulation on sugarcane ripening. **Sugar J.**, v.66, n.1, p.22, 2003.

BOTHA, F.C.; BLACK, K.G. Sucrose phosphate synthase and sucrose synthase activity during maturation of internodal tissue in sugarcane. **Aust. J. Plant Physiol.**, v.27, n.1, p.81-85, 2000.

BRADFORD, M.M. A rapid sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal. Biochem.**, v.72, p.248-254, 1976.

CASTRO, P.R.C. Reguladores vegetais: perspectivas de aplicação em cana-de-açúcar. **STAB**, p.26-28, 1983.

CASTRO, P.R.C. Efeitos da luminosidade e da temperatura na fotossíntese e produção e acúmulo de sacarose e amido na cana-de-açúcar. **STAB**, v.20, n.5, p.32-33, 2002.

CASTRO, P.R.C.; APPEZZATO, B.; GONÇALVES, M.B. Ação de hidrazida maleica e Etefon no crescimento da cana-de-açúcar. **Anais Esalq**, v.42, n.2, p.391-399, 1985.

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

CASTRO, P.R.C.; 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.; ZAMBON, S.; SANSÍDOLO, M.A.; BELTRAME, J.A.; NOGUEIRA, M.C.S. Ação comparada de Ethrel, Fuzilade e Glifosato, em duas épocas de aplicação, na maturação e produtividade da cana-de-açúcar, variedade SP 70-1143. **Rev. de Agric. (Piracicaba)**, v.77, n.1, p.23-38, 2002.

CASTRO, P.R.C.; OLIVEIRA, D.A.; PANINI, E.L. Ação do sulfometuron methyl como maturador da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 6., 1996, Maceió. **Anais...**, p.363-369.

CELESTINE-MYRTILL-MARTIN, A.D. Influencia de la madurez de la caña en la distribución de azúcares y acidos organicos en los tallos de la caña de azúcar. **Sugar y Azúcar**, São Paulo, v.85, n.8, p.39-42, 1990.

CHRISTOFFOLETTI, P.J.; SACOMANO, J.; SOFFNER, R.; CATTANEO, S. Avaliação do uso de Paraquat como dessecante na cultura da cana-de-açúcar em condições de pré-colheita.

**Rev. Agric. (Piracicaba)**, v.68, n.3, p.271-286, 1993.

CLOWES, M.S.T.J. Early and late season chemical ripening of sugarcane. In: PROCEEDINGS OF THE SOUTH AFRICAN SUGAR TECHNOLOGIST'S ASSOCIATION, 52., 1978, South Africa. **Proceedings...**, South Africa, 1978. p.160-165.

COOPERATIVA DE PRODUTORES DE CANA, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO LTDA. Sexta geração de variedades de cana-de-açúcar Copersucar. **Bol. Téc. COPERSUCAR** - Edição Especial. Piracicaba, SP. 1997.

COPERSUCAR. **Fermentação**. São Paulo: Centro de Tecnologia COPERSUCAR, 1987. 434p.

DEUBER, R. Florescimento e maturação da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 3., Piracicaba, 1986. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, 1986. p.585-593.

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

DEUBER, R.; IRVINE, J.E. Controle do florescimento da cana-de-açúcar com aplicação de Etefon. **Bol. Téc. COPERSUCAR**, n.36, p.16-24, 1987.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1999. 412 p.

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

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

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

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

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., 1993, Guarujá. **Anais...** Guarujá, 1993. p.18-23.

GAYLER, K.R.; GLASZIOU, K.T. Physiological functions of acid and neutral invertases in growth and sugar storage in sugar cane. **Physiol. Plant.**, v.27, p.25-31, 1972.

GHELLER, A.C.A.; NASCIMENTO, R. do. **Resultados da aplicação de maturadores vegetais em cana-de-açúcar, variedades RB72454 e RB 835486 na região de Araras, SP**. Disponível em: <http://www.propg.ufscar.br/publica/4ic/ixcic/UFSCar/Agrarias/879-nascimento.htm>. Acesso em: 29 ago. 2003.

GLASZIOU, K.T.; BULL, T.A. The relation between total invertase activity and internode expansion in sugarcane stalks. **Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.**, v.12, p.575-581, 1965.

GLÓRIA, N.A. Efeito do potássio na acumulação de sacarose pela cana-de-açúcar. **Álcool e Açúcar**, v.5, n.23, p.20-25, 1985.

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. (Trabalho de Graduação). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

GURURAJA RAO, P.N.; SINGH, S.; MOHAN NAIDU, K. Flowering sippression by Etefon in sugarcane and its effect on yield and juice quality. **Indian J. Plant Physiol.**, v.1, n.4, p.307-309, 1996.

HARO, M.; MAFLA, H.; FORS, A.; MÁRQUEZ, C. Aplicación de madurantes en canteros con riesgo por cultivos colindantes. **Sugar J.**, v.64, n.5, p.12-21, 2001.

HATCH, M.D.; GLASZIOU, K.T. Sugar accumulation cycle in sugarcane. II. Relationship of invertase activity to sugar content and growth rate in storage tissue of plant grown in controlled environments. **Plant Physiol.**, v.38, p.344-348, 1963.

IDE, B.Y.; CHALITA, R. Efeito do Etefon no desenvolvimento da cana-de-açúcar – Florescimento e Maturação. **Bol. Téc. COPERSUCAR**, n.29, p.26-34, 1985.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **IAC. Super variedades IAC:** apropriadas para a colheita mecanizada. Ribeirão Preto. 2000. Não pág. (Boletim).

LANDELL, M.G. DE A.; CAMPANA, M.P.; FIGUEIREDO, P.; ZIMBACK, L.; SILVA, M. A.; PRADO, H. **Novas variedades de cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agrônômico, 1997, 28 p. (Boletim Técnico, 169).

LAVANHOLI, M.G.D.P.; CASAGRANDE, A.A.; OLIVEIRA, L.A.F. de; FERNADES, G.A.; ROSA, R.F. da. Aplicação de Etefon e imazapyr em cana-de-açúcar em diferentes épocas e sua influência no florescimento, acidez do caldo e teores de açúcares nos colmos – Variedade SP70-1143. **STAB**, v.20, n.5, p.42-45, 2002.

LEGENDRE, B.L. Ripening of sugarcane: effects of sunlight, temperature, and rainfall. **Crop Sci.**, v.15, p.349-352, 1975.

LINGLE, S.E. Seasonal internode development and sugar metabolism in sugarcane. **Crop Sci.**, v.37, p.1222-1227, 1997.

LINGLE, S.E. Sugar metabolism during growth and development in sugarcane internodes. **Crop Sci.**, v.39, p.480-486, 1999.

LINGLE, S.E.; IRVINE, J.E. Sucrose synthase and ripening in sugarcane. **Crop Sci.**, v.34, p.1279-1283, 1994.

LINGLE, S.E.; SMITH, R.C. Sucrose metabolism related to growth and ripening in sugarcane internodes. **Crop Sci.**, v.31, p.172-177, 1991.

MACHADO, E.C. Fisiologia de produção de cana-de-açúcar. In: **Cana-de-açúcar: cultivo e Comercialização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.56-79.

MARTINS, M.B.G.; CASTRO, P.R. de C. e. Efeitos de giberelina e Etefon na anatomia de plantas de cana-de-açúcar. **Pesqu. Agropecu. Bras.**, v.34, n.10, p.1855-1863, 1999.

MELOTTO, E.; CASTRO, P.R.C.; GODOY, O.P.; CÂMARA, G.M.S.; STUPIELLO, J.P.; IEMMA, A.F. Desenvolvimento da cana-de-açúcar cultivar NA 56-79 proveniente da propagação de colmos tratados com Etefon. **Anais Esalq**, v.44, n.1, p.657-676, 1987.

MODDUS: **cultura da cana-de-açúcar**. s.l.: Ciba Agro, s.d. 10p.

MOORE, P.H. Temporal and spatial regulation of sucrose accumulation in the sugarcane stem. **Aust. J. Plant Physiol.**, v.22, p.661-679, 1995.

MUTTON, M.J.R. **Efeitos da queima, manejo e armazenamento sobre as características tecnológicas dos colmos de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 1984. 95f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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

NELSON, N. A phometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **J. Biol. Chem.**, v.153, p.375-380, 1944.

NICKELL, L.G. Revisión de los reguladores del crecimiento de la planta en la industria azucarera. **Sugar y Azúcar**, v.79, n.3, p.17-20, 1984.

NUNES JÚNIOR, D.; GIACOMINI, G.; OLIVEIRA, A.A. Comparação do florescimento, chochamento e qualidade tecnológica em duas variedades de cana-de-açúcar na presença de maturador. **Bol. Téc. COPERSUCAR**, n.20, p.20-31, 1982.

OLIVEIRA, D.A. **Relatório de pesquisa com Sulfometurom Methyl em ensaios preliminares.** Campinas, 1992. 23 p.

ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil.** Piracicaba: 1983. 368 p.

PEIXOTO, T.C.; JÚNIOR, G.R.M. Levantamento de florescimento e chochamento de quatro variedades de cana-de-açúcar nas regiões de Piracicaba, Sertãozinho e Jaú. **Bol. Téc. COPERSUCAR**, v.21, p.21-25, 1983.

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

RAIJ, B. Van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. 285p.

RICARDO, C.P.P.; D. SOVIA. Development of tuberous roots and sugar acumulation as related to invertase activity and mineral nutrition. **Planta**, v.118, p.43-55, 1974.

RODELLA, A.A. Influência do clima, solo e idade na relação caldo-fibra de diferentes variedades de cana. **Bras. Açucar.**, v.84, n.4, p.46-51, 1974.

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



ROMERO,E.R.; SCANDALIARIS, J.; RUFINO, M. Respuesta de la caña de azúcar al madurativo glifosato. II. Otros efectos del madurador y recomendaciones de manejo. **Av. Agroind.**, v.19, n.75, p.4-8, 1998b.

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

ROMERO,E.R.; SCANDALIARIS, J.; RUFINO, M.; DURÁN, A.; SOTOMAYOR, L.; QUIROGA, V.; MORALES, M. Actualización de las recomendaciones de manejo de glifosato como madurador de la caña de azúcar. **Av. Agroind.**, v.21, n.22, p.22-27, 2000.

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

ROSE, S.; BOTHA, F.C. Distribution patterns of neutral invertase and sugar content in sugarcane internodal tissues. **Plant Physiol. Biochem.**, v.38, p.819-824, 2000.

SALATA, J.C.; FERREIRA, L.J. Estudo da interferência do florescimento nas qualidades agroindustriais de algumas variedades de cana-de-açúcar. **Bras. Açucar.**, v.88, n.6, p.19-24, 1977.

SALATA, J.C.; FERREIRA, L.J.; CASAGRANDE, A.A. Interferência do florescimento nas qualidades agroindustriais de algumas variedades comerciais de cana-de-açúcar. **Bras. Açucar.**, v.99, n.1, p.45-55, 1982.

SHETIYA, H.L.; DENDSAY, J.P.S. Morpho-physiological and quality traits in sugarcane in response to post emergence treatment with 2-chloroethyl-phosphonic acid. **Indian Sugar**, v.41, n.1, p.37-40, 1991.

SHETIYA, H.L.; DENDSAY, J.P.S.; DHAWAN, A.K. Internodal invertases and stalk maturity in sugarcane. **J. Agric. Sci.**, v.116, p.239-243, 1991.

STUPIELLO, J.P. Alguns aspectos de qualidade da matéria- prima. **STAB**, v.7, n.3-5, p.52-54, 1989.

SU, L.Y.; CRUZ, A.D.; MOORE, P.H.; MARETZKI, A. The relation-ship of Glifosato treatment to sugar metabolism in sugarcane: New physiological insights. **J. Plant Physiol.**, v.140, p.168-173, 1992.

SUBIROS, J.F. Efecto de la aplicación de glifosato como madurador en tres cultivares de caña de azúcar. **Turrialba**, v.40, n.4, p.527-534, 1990.

SUZUKI, J. **Biossíntese e acúmulo de sacarose em cana-de-açúcar (Saccharum spp.): Influência do íon Potássio durante diferentes estádios de crescimento em solução nutritiva**. 1983. 96p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TERAUCHI, T.; MATSUOKA, M.; KOBAYASHI, M.; NAKANO, H. Activity of sucrose phosphate synthase in relation to sucrose concentration in sugarcane internodes. **Jpn. J. Trop. Agric.**, v.44, n.3, p.141-151, 2000.

TOMLIN, C. **The pesticide manual**. 10. ed. Cambridge: CropProtection, 1994. 1341 p.

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.

TYMOWSKA-LALANE, Z.; KREIS, M. The plant invertases: physiology, biochemistry and molecular biology. **Adv. Bot. Res.**, v.28, p.71-117, 1998.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Catálogo de variedades RB.** São Carlos: Departamento de Biotecnologia Vegetal, 1998. Não paginado. (Apostila).

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

VIEIRA, I.M.S.; OLIVEIRA, E.T. de; GALLO, L.A.; BATISTA, T.F.C.; RODRIGUES, R.C.; CROCOMO, O.J. Níveis de açúcares e atividade de invertases em cana-de-açúcar (*Saccharum officinalis* spp.). I. Cultivares NA56-79 e CB41-76. **Rev. Agric. (Piracicaba)**, v.71, n.1, p.67-92, 1996a.

VIEIRA, I.M.S.; OLIVEIRA, E.T. de; GALLO, L.A.; BATISTA, T.F.C.; RODRIGUES, R.C.; CROCOMO, O.J. Níveis de açúcares e atividade de invertases em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). II. Cultivares SP70-1143 e SP71-799. **Rev. Agric. (Piracicaba)**, v.71, n.2, p.197-224, 1996b.

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

WEAVER, R.J. **Plant growth substances in agriculture**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1972. 594p.

YANG, P.C.; PAO, T.P. Artificial ripening of sugar cane with chemicals. **Taiwan Sugar**, v.21, n.3, p.74-80, 1974.

ZHU, Y.J.; KOMOR, E.; MOORE, P.H. Sucrose accumulation in the sugarcane stem is regulated by the difference between the activities of soluble acid invertase and sucrose phosphate synthase. **Plant Physiol.**, v.115, p.609-616, 1997.