

TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA

MATURADORES E QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR VARIEDADE RB855453 EM INÍCIO DE SAFRA ⁽¹⁾

GLAUBER HENRIQUE PEREIRA LEITE ⁽²⁾; CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL ^(2*);
MARCELO DE ALMEIDA SILVA ⁽³⁾; WALDEMAR GASTONI VENTURINI FILHO ⁽⁴⁾

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar variedade RB855453 em função da aplicação de maturadores em início de safra. Os tratamentos foram constituídos da aplicação dos maturadores Sulfometuron metil, Glifosato e Compostos de radicais carboxílicos orgânicos + Glifosato, e a testemunha (maturação natural). A aplicação dos maturadores em início de safra induziu a melhoria da qualidade tecnológica da matéria-prima da cana-de-açúcar variedade RB855453, todavia com intensidades distintas decorrente das condições climáticas, mas com reflexo significativo na produtividade de açúcar, podendo contribuir positivamente no retorno econômico por hectare. Os maturadores Glifosato e Sulfometuron metil, sob condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento vegetativo (safra 2004), revelaram-se eficientes agentes maturadores, permitindo antecipar a colheita em 27 e 23 dias respectivamente, em relação à testemunha. Na safra 2005, sob condições climáticas favoráveis ao processo de maturação natural, com o uso de maturadores pôde-se explorar o potencial genético da cana-de-açúcar variedade RB855453 quanto ao acúmulo de sacarose nos colmos, porém foram pouco eficientes em antecipar o processo de maturação.

Palavras-chave: *Saccharum* spp., maturador, glifosato, sulfometuron metil, maturação.

ABSTRACT

RIPENERS AND TECHNOLOGICAL QUALITY OF EARLY HARVEST SUGAR CANE VARIETY RB855453

The objective of this research was to evaluate the technological quality of early harvest sugar cane variety RB855453 as affected by ripener application. Treatments consisted of application of sulfometuron methyl, glyphosate and compounds of organic carboxylic radicals + glyphosate, and the control (natural ripening). Ripener application for early harvest sugar cane led to an increase in technological quality of the raw matter for the variety RB855453. However, the response varied according to climate conditions, although sugar yield had been significantly affected, which may positively contribute to the profit per hectare. Under favorable climate conditions for vegetative development (season 2004), the use of glyphosate and sulfometuron methyl was efficient and allowed harvesting at 27 and 23 days early, respectively, when compared to the control. In the season of 2005, under favorable climate conditions for the natural ripening to occur, the products allowed the genetic potential of sugar cane variety RB855453 to be explored regarding sucrose accumulation in the culms, but they did not affect ripening period.

Key words: *Saccharum* spp., ripener, glyphosate, sulfometuron methyl, ripening.

⁽¹⁾ Extraído da dissertação de mestrado apresentado pelo 1.º autor à Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), Universidade Estadual Paulista (UNESP). Campus de Botucatu. Projeto financiado pela FAPESP. Recebido para publicação em 3 de junho de 2008 e aceito em 28 de novembro de 2008.

⁽²⁾ Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Departamento de Produção Vegetal, Caixa Postal 237, 18610-307 Botucatu (SP). E-mail: ghpleite@fca.unesp.br; crusciol@fca.unesp.br (*) Autor correspondente.

⁽³⁾ Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) - APTA Regional Centro-Oeste - Jaú, Caixa Postal 66, 17201-970 Jaú (SP). E-mail: marcelosilva@apta.sp.gov.br

⁽⁴⁾ Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônomicas, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Botucatu (SP). E-mail: venturini@fca.unesp.br

1. INTRODUÇÃO

O processo de maturação da cana-de-açúcar na Região Sudeste do Brasil ocorre naturalmente a partir de abril/maio (DEUBER, 1988). Nessa fase, a planta é exigente em temperaturas baixas (abaixo de 20 °C) e/ou déficit hídrico para que haja repouso fisiológico e, conseqüente, maior acúmulo de sacarose nos colmos (ANDRADE, 2006).

O clima pode estimular o desenvolvimento vegetativo da planta em detrimento do acúmulo de sacarose, provocando geração de matéria-prima de qualidade inferior ou mesmo sua escassez para o funcionamento da indústria sucroalcooleira (DEUBER, 1988). Contudo, mesmo sob condições climáticas que favorecem a vegetação da cana-de-açúcar, é possível induzir a maturação através da aplicação de maturadores, permitindo disponibilizar ao complexo industrial cultivares produtivos, com maturação precoce (CASTRO, 2000a,b).

Os maturadores, definidos como reguladores vegetais, são compostos químicos capazes de modificar a morfologia e a fisiologia da planta podendo ocasionar modificações qualitativas e quantitativas na produção (CASTRO, 1999). Estes compostos químicos podem possibilitar, dentre outros benefícios, retardar ou inibir o desenvolvimento vegetativo da planta, incrementar o teor de sacarose nos entrenós, antecipar a maturação e aumentar a produtividade de açúcar (CASTRO, 1999; MARTINS e CASTRO, 1999; LAVANHOLI et al., 2002; ALMEIDA et al., 2003).

Neste contexto, o trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar

variedade RB855453, em função da aplicação de maturadores em início de safra.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em cana soca e ressoca (2.º corte realizado em 30/4/2003) por dois anos consecutivos (2004 e 2005) na Fazenda São Joaquim, no município de Igarapu do Tietê, Estado de São Paulo (latitude de 22° 38' 45''S, longitude 48° 36' 29''W e altitude de 620 m) pertencente ao Grupo Cosan – Unidade Barra (Usina da Barra). Os dados climáticos mensais, referentes às temperaturas máxima, média e mínima e precipitação pluvial durante o período de realização do experimento, coletados na Estação Meteorológica da Fazenda São Joaquim, estão contidos na Figura 1.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos constituíram-se da aplicação dos maturadores Sulfometuron metil, Glifosato e Compostos de radicais carboxílicos orgânicos (C.C.) + Glifosato, e a testemunha (maturação natural). Os produtos comerciais empregados foram Curavial, Roundup e MTD + Glifosato, respectivamente, adotando-se a dosagem recomendada pelos fabricantes, ou seja, 20 g ha⁻¹, 0,4 L ha⁻¹ e 1 L ha⁻¹ + 0,15 L ha⁻¹ respectivamente, sem a adição de adjuvantes. Cada parcela constituiu-se por oito linhas de 10 m de comprimento, espaçadas de 1,5 m, contudo para as avaliações foram consideradas as seis linhas centrais, desprezando 1 m nas extremidades, perfazendo uma área útil de 72 m².

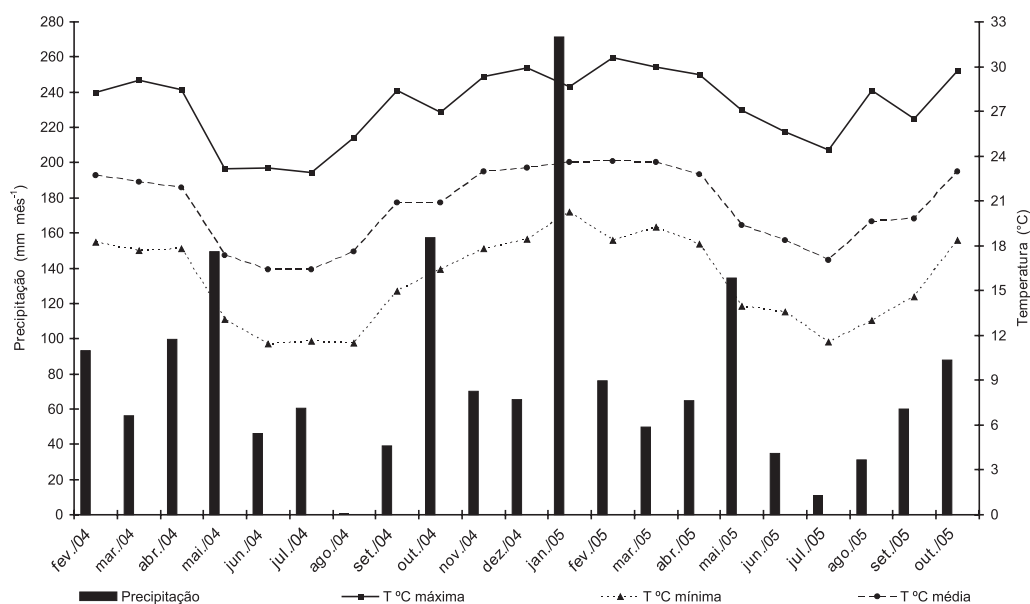


Figura 1. Precipitação pluvial (mm mês⁻¹), temperaturas máxima, média e mínima (°C) registradas durante o período de realização do experimento, safras 2004 e 2005, em Igarapu do Tietê (SP).

Utilizou-se a variedade RB855453, reconhecida por sua média produtividade de colmos, elevado teor de sacarose com precocidade de maturação e média exigência em fertilidade de solo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 1998).

A aplicação dos maturadores foi realizada em 29/3/2004 e 29/3/2005 por meio de equipamento costal pressurizado (CO₂) com barra de 6 m de comprimento, em forma de T, contendo seis bicos de pulverização AXI 11002, sendo a pressão de trabalho de 50 psi para a vazão de 100 L ha⁻¹.

A produtividade de açúcar na colheita foi determinada nas quatro fileiras centrais e duas fileiras de plantas foram destinadas às mensurações tecnológicas, realizadas nas seguintes épocas: 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após aplicação (DAA) em 2004 e aos 0, 30, 60 e 90 DAA em 2005. Posteriormente, foi estabelecida a margem de contribuição agrícola segundo FERNANDES (2003). Nas duas fileiras de plantas destinadas às mensurações tecnológicas foi estabelecido 1 m aleatório a cada época de amostragem; os colmos foram coletados, submetidos ao desponte na altura da gema apical e à desfolha, e encaminhados para o laboratório de Bebidas do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA/UNESP), campus de Botucatu, para serem processados segundo a metodologia do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (SPCTS). De acordo com atualizações semestrais da Consecana quanto às avaliações tecnológicas, descritas em FERNANDES (2003), consideraram-se os parâmetros pol cana (PCC), pureza caldo (PUR), açúcares redutores cana (ARC) e fibra cana (F).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste LSD a 5% de probabilidade. Os resultados de épocas de amostragem foram submetidos à análise de regressão, adotando-se como critério para escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 5% de probabilidade pelo teste t.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disponibilidade hídrica e temperaturas adequadas em 2004 foram favoráveis ao desenvolvimento vegetativo das plantas de cana-de-açúcar, havendo diminuição da precipitação pluvial e declínio da temperatura a partir de julho e abril respectivamente (Figura 1). Todavia, em 2005 a menor disponibilidade hídrica favoreceu o processo de maturação natural (Figura 1).

O teor de sacarose nos colmos aumentou com o transcorrer das épocas de amostragem em 2004,

sendo determinado ajuste linear para os tratamentos testemunha e C.C. + Glifosato e, ajuste quadrático para os tratamentos Glifosato e Sulfometuron metil (Figura 2A). Na safra subsequente os tratamentos ajustaram-se a modelos quadráticos positivos (Figura 2E).

Em 2004, a PCC calculada aos 90 DAA foi de 14,10%, 14,30%, 14,90% e 15,30% para os tratamentos-testemunha, C.C. + Glifosato, Sulfometuron metil e Glifosato respectivamente (Figura 2A). Em 2005, a máxima PCC ocorreu aos 70 DAA para os tratamentos Glifosato (16,30%) e Sulfometuron metil (15,30%), aos 73 DAA para o C.C. + Glifosato (14,90%) e aos 68 DAA para a testemunha (13,80%) (Figura 2E). Da mesma forma, diversos autores têm mencionado incremento significativo do conteúdo de sacarose em distintas variedades de cana-de-açúcar através do emprego de Glifosato e Sulfometuron metil (ROMERO et al., 1998; ROMERO et al., 2000; FERNANDES et al., 2002; ALMEIDA et al., 2003; CAPUTO et al., 2008). Os valores de ARC decresceram com o transcorrer das épocas de amostragem, sendo os tratamentos ajustados a modelos quadráticos negativos (Figura 2B,F).

O Sulfometuron metil propiciou o menor valor de ARC aos 86 e 82 DAA, cujos valores calculados foram, respectivamente, de 0,50%, em 2004 e 2005 (Figuras 2B,F). Em 2005, os menores valores de ARC foram 0,50%, 0,54% e 0,60% para os tratamentos Glifosato, C.C. + Glifosato e controle aos 73, 83 e 77 DAA respectivamente (Figura 2F). Os resultados corroboram com outros, os quais revelaram redução significativa nos níveis de ARC através da aplicação de Glifosato e Sulfometuron metil (ROMERO et al., 2000; CASTRO et al., 2002; FERNANDES et al., 2002).

Os valores de PUR foram elevados pelos tratamentos com maturadores, com resposta expressa por modelo quadrático positivo (Figura 2C e 2G). As plantas tratadas com Sulfometuron metil revelaram máxima PUR aos 75 e 80 DAA (88,00%), em 2004 e 2005 respectivamente (Figura 2C e 2G). Em 2005, determinou-se para o Glifosato e testemunha valor de PUR igual a 86,80% e 87,00% aos 64 e 90 DAA respectivamente (Figura 2G).

Os tratamentos afetaram significativamente o parâmetro tecnológico F (fibra cana) na safra 2005, com resposta expressa por modelo quadrático positivo (Figura 2H), com máximo teor de F para o Glifosato (12,70%), C.C. + Glifosato (12,70%), testemunha (12,40%) e Sulfometuron metil (12,30%) aos 51, 50, 65 e 67 DAA respectivamente (Figura 2H). Segundo BARBOSA et al. (2007), existe uma associação negativa entre teor de fibras e açúcar, principalmente em variedades precoces, as quais são mais ricas em sacarose e apresentam, em geral, teor de fibra menor, de modo que a quantidade ideal de fibra é variável entre 12% a 13%, a qual não compromete a quantidade disponível de bagaço para queima no início da safra.

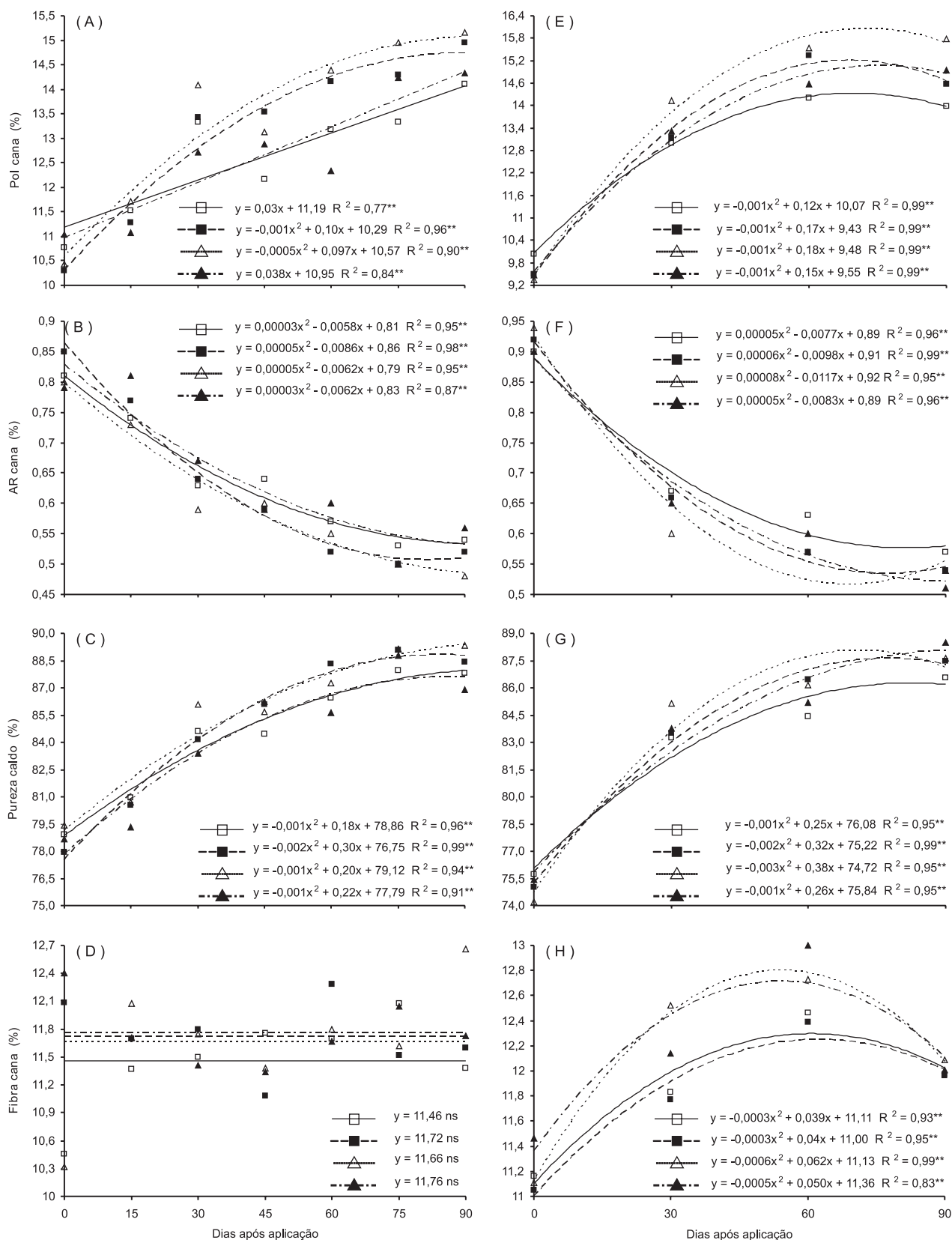


Figura 2. Pol cana (%), AR cana (%), Pureza caldo (%), e Fibra cana (%) em função da aplicação dos tratamentos testemunha (—□—), Sulfometuron metil (—■—), Glifosato (—△—) e C.C. + Glifosato (—▲—) na variedade de cana-de-açúcar RB855453, em Igarauçu do Tietê (SP), na safra 2004 (A, B, C, D) e safra 2005 (E, F, G, H). ^{ns}Não significativo. * e ** Significativo pelo teste de DMS, a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

Adotando-se como teor mínimo de sacarose nos colmos para industrialização igual ou maior a 13,00% (DEUBER, 1988), constatou-se que o controle atingiu este teor aos 57 e 31 DAA, em 2004 e 2005 respectivamente (Figura 3).

A aplicação de Sulfometuron metil induziu a antecipação do processo de maturação da cana-de-açúcar em 23 e 5 dias, em relação à testemunha,

alcançando o teor mínimo pré-estabelecido, respectivamente, aos 34 e 26 DAA (Figura 3A,D). Para o Glifosato, nas safras de 2004 e 2005, este valor ocorreu aos 24 DAA, permitindo antecipar a colheita em 27 e 7 dias em relação ao controle respectivamente (Figura 3B,E). Por sua vez, em 2004 e 2005, o C.C. + Glifosato elevou a pol cana ao patamar mínimo aos 54 e 28 DAA, possibilitando adiantar o corte em três dias (Figura 3C,F).

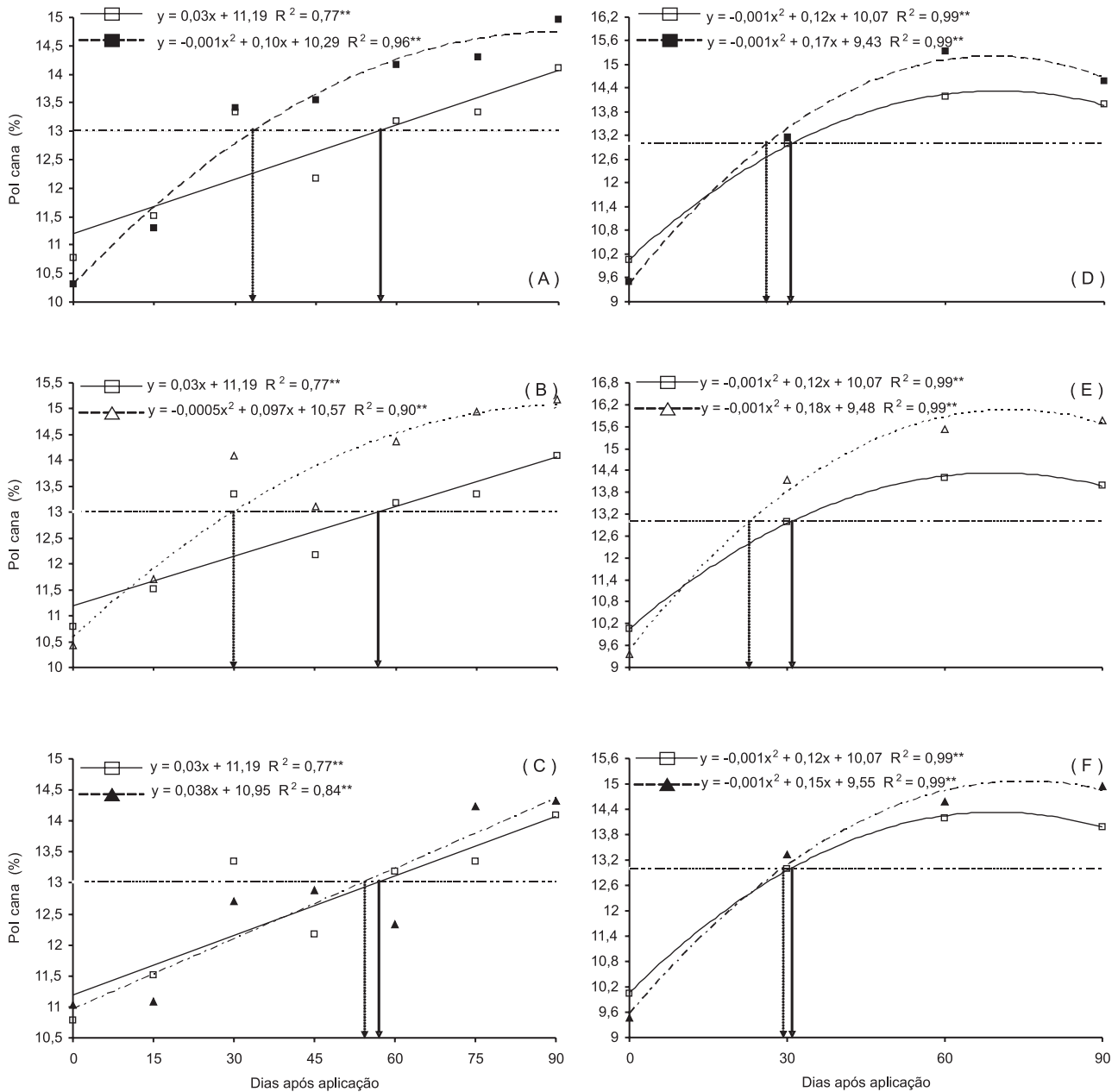


Figura 3. Curvas de maturação em função da aplicação dos tratamentos testemunha (—□—), Sulfometuron metil (—■—), Glifosato (—△—) e C.C. + Glifosato (—▲—) na variedade de cana-de-açúcar RB855453, em Igarapé do Tietê (SP), na safra 2004 (A, B, C) e safra 2005 (D, E, F). Pol mínimo para industrialização (—▶—), atingido pelo maturador (·····▶) e pela testemunha (—▶). * e ** Significativo pelo teste de DMS, a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

Os resultados referentes à antecipação do processo de maturação da cana-de-açúcar podem ser explicados pelas condições climáticas ocorridas em 2004 e 2005 (Figura 1), contudo em função do mecanismo de ação específico do Glifosato e Sulfometuron metil foi evidente a eficácia destes agentes químicos em retardar o metabolismo vegetal e disponibilizar açúcares redutores para a síntese endógena de sacarose (Figuras 2 e 3). Diversos trabalhos têm revelado a eficiente ação do Sulfometuron metil em antecipar a colheita da cana-de-açúcar em relação ao controle, mesmo sob condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento vegetativo da planta (CONSTANTIN et al., 2000; ALMEIDA et al., 2003; CAPUTO et al., 2008).

As variedades precoces de cana-de-açúcar são as mais recomendáveis para serem tratadas com Glifosato, compreendendo o período entre fim de março e meado de abril na Região Centro-Sul do Brasil, uma vez que propiciam resultados mais consistentes quanto aos incrementos na pol cana (DEUBER, 1988; ROMERO et al., 1998; CASTRO, 1999; ROMERO et al., 2000).

Nas safras 2004 e 2005, o tratamento com Sulfometuron metil propiciou a maior produtividade de açúcar, diferindo do tratamento C.C. + Glifosato, que, por sua vez, proporcionou a menor tonelada de açúcar por hectare (Tabela 1), sem diferir da maturação natural (testemunha) e do tratamento Glifosato.

Tabela 1. Produtividade de açúcar e margem de contribuição agrícola na colheita da cana-de-açúcar variedade RB855453 sob efeito dos maturadores. Igarapu do Tietê (SP), 2004/2005

Tratamentos	Produtividade de açúcar	
	2004	2005
	— t ha ⁻¹ —	
Testemunha	18,45 ab	16,41 ab
Glifosato	19,17 ab	16,10 ab
Sulfometuron metil	20,02 a	16,96 a
C.C. + Glifosato	17,61 b	14,96 b
CV (%)	9,72	13,26
Tratamentos	Margem de contribuição agrícola	
	2004	2005
	— US\$ ha ⁻¹ —	
Testemunha	793,56 ab	684,88 a
Glifosato	867,35 ab	690,45 a
Sulfometuron metil	913,01 a	734,05 a
C.C. + Glifosato	751,22 b	609,66 a
CV (%)	15,07	20,30

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de DMS a 5%.

Com relação à margem de contribuição agrícola, em 2004, o Sulfometuron metil propiciou retorno econômico por hectare significativamente superior em relação ao C.C. + Glifosato (Tabela 1), sem diferir da maturação natural (testemunha) e do tratamento Glifosato, corroborando com FERNANDES et al. (2002). Este resultado pode ser explicado pelo incremento significativo na qualidade tecnológica dos colmos da cana-de-açúcar (Figuras 2 e 3), embora este parâmetro possa ser influenciado também pela produtividade de colmos (FERNANDES, 2003).

4. CONCLUSÕES

1. A aplicação dos maturadores em início de safra induz a melhoria da qualidade tecnológica da matéria-prima da cana-de-açúcar variedade RB855453, todavia com intensidades distintas decorrente das condições climáticas, mas com reflexo significativo na produtividade de açúcar, podendo contribuir positivamente no retorno econômico por hectare.

2. Os maturadores Glifosato e o Sulfometuron metil, sob condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento vegetativo (safra 2004), revelam-se eficientes agentes maturadores, permitindo antecipar a colheita em 27 e 23 dias respectivamente, em relação à testemunha.

3. Na safra 2005, sob condições climáticas favoráveis ao processo de maturação natural, com o uso de maturadores pode-se explorar o potencial genético da cana-de-açúcar variedade RB855453 quanto ao acúmulo de sacarose nos colmos, porém são pouco eficientes em antecipar o processo de maturação.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pela concessão de bolsa de estudo a Glauber Henrique Pereira Leite. Ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa a Carlos Alexandre Costa Crusciol. Ao Grupo COSAN - Unidade Barra (Usina da Barra), pela permissão em realizar o experimento em sua área experimental.

REFERÊNCIAS

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, p.36-37, 2003.

- ANDRADE, L.A. de B. Cultura da cana-de-açúcar. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. 2.ed.rev. e amp. Lavras: UFLA, 2006. cap.1, p.25-67.
- BARBOSA, M.H.P.; SILVEIRA, L.C.I.; MACÊDO, G.A.R.; PAES, J.M.V. Variedades melhoradas de cana-de-açúcar para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.28, p.20-24, 2007.
- CAPUTO, M.M.; BEAUCLAIR, E.G.F.; SILVA, M.A.; PIEDADE, S.M.S. Resposta de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação. **Bragantia**, v.67, n.1, p.15-23, 2008.
- CASTRO, P.R.C. Maturadores químicos em cana-de-açúcar. **Saccharum**, v.1, p.12-16, 1999.
- CASTRO, P.R.C. Aplicações da fisiologia vegetal no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR, Piracicaba, 2000a. **Anais**. Piracicaba: STAB, 2000a. 9p.
- CASTRO, P.R.C. Utilização de reguladores vegetais no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR, Piracicaba, 2000b. **Anais...** Piracicaba: STAB, 2000b. 10p.
- 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. **Revista de Agricultura**, v.77, p.23-38, 2002.
- CONSTANTIN, J.; MACIEL, C.D.G.; CONTIERO, R.L. Avaliação do uso de sulfometuron metil como maturador na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu, 2000. p.322.
- DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região Sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, 1988. p.33-40.
- FERNANDES, A.C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB, 2003. 240 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, p.43-46, 2002.
- LAVANHOLI, M.G.D.P.; CASAGRANDE, A.A.; OLIVEIRA, L.A.F.; FERNANDES, G.A.; ROSA R.F. Aplicação de Ethephon e Imazapyr em cana-de-açúcar em diferentes épocas e sua influência no florescimento, acidez do caldo e teores de açúcares nos colmos – variedade SP70-1143. **STAB**, v.20, 2002.
- MARTINS, M.B.G.; CASTRO, P.R.C. Efeito da giberelina e ethefon na anatomia de plantas da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.1855-1863, 1999.
- ROMERO, E.R.; SCANDALIARIS, J.; RUFINO, M.; DURÁN, A.; DIAZ, F. Respuesta de la caña de azúcar a la aplicación de glifosato como madurador. I. Efectos en la calidad fabril e influencia de los factores ambientales. **Avance Agroindustrial**, v.19, p.7-10, 1998.
- 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. **Avance Agroindustrial**, v.21, p.22-27, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Catálogo de variedades RB**. São Carlos: Departamento de Biotecnologia Vegetal, 1998. Não paginado. (Apostila)