

Artigo Científico

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito, nos parâmetros tecnológicos e biométricos, da utilização de glifosato como maturador em seis cultivares de cana-de-açúcar fugindo do período inicial de safra, época padrão de aplicação dos maturadores. O experimento foi instalado em janeiro de 2005, em quatro blocos compostos de seis parcelas (cultivares) constituídas de 5 linhas de 10 metros, espaçadas de 1,30 m. O solo foi classificado como "Argissolo Vermelho-Amarelo Distroférico", típico A moderado, textura médio-argilosa. Em 2006 foi realizado o primeiro corte e em maio de 2007 foram realizados os tratamentos com maturador químico glifosato. As doses foram: T1 - testemunha (sem aplicação); T2 - dose de 0,15 L ha⁻¹; T3 - dose de 0,3 L ha⁻¹; T4 - dose de 0,45 L ha⁻¹. Para a aplicação do maturador se utilizou pulverizador costal com controle de pressão. As amostras para análises tecnológicas foram realizadas 60 dias após aplicação do glifosato. Os parâmetros de avaliação foram os seguintes: Pol; °Brix; Pureza; AR; Fibra; Matéria seca; peso fresco e seco da parte aérea; peso fresco e seco de raízes; número de folhas fisiologicamente ativas; área foliar. O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, sendo seis tratamentos (variedades) e quatro doses do maturador (blocos). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA p<0,05) e a teste de comparação de médias Tukey (p<0,05). Verificou-se que o glifosato como maturador químico melhora a qualidade da matéria prima e ocasiona aumento da área foliar da cultura. O metabolismo da cana-de-açúcar é acelerado com o uso do glifosato. A dose que apresentou melhores resultados foi 0,45 L ha⁻¹.

Palavras chave: maturação; tecnologia; cana-de-açúcar

Glifosato como maturador durante a safra canavieira

Tadeu Alcides Marques¹
Elvis Lima Deltrejo Junior²
Danilo Ferreira de Aquino³
Marcelo Ferreira de Aquino⁴

Glifosato como madurador en la cosecha de la caña de azúcar

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto sobre los parámetros tecnológicos y biométricos, del uso de glifosato como madurador en seis cultivares de caña de azúcar huyendo del período inicial de la cosecha, época patrón de aplicación de maduradores. Se instaló el experimento en enero de 2005, en cuatro bloques compuestos por seis parcelas (cultivares) que fueran constituidos por 5 líneas de 10 metros, separadas en 1,30 m. El suelo fue clasificado como "Argissolo Vermelho-Amarelo Distroférico", típico A moderado, textura mediana argilosa. En 2006 se hizo el primer corte y en mayo de 2007 se aplicaron los tratamientos con madurador químico glifosato. Las dosis fueron: T1 - control (sin aplicación), T2 - dosis de 0,15 L ha⁻¹, T3 - dosis de 0,3 L ha⁻¹, T4 - dosis de 0,45 L ha⁻¹. El madurador ha sido aplicado con un pulverizador costal con control de presión. Las muestras para los análisis tecnológicos han sido realizadas 60 días después de la aplicación de glifosato. Los parámetros de evaluación fueron los siguientes: Pol, °Brix, pureza, AR, fibra, materia seca, peso fresco de la parte aérea, peso fresco y seco de la parte aérea, peso fresco y seco de las raíces, el número de hojas fisiológicamente activa y área foliar. El diseño experimental fue de bloques al azar con seis tratamientos (variedades) y cuatro dosis de madurador (bloques). Los datos fueron sometidos a análisis de variancia (ANOVA p<0,05) y la prueba de comparación de medias Tukey (p <0,05). Se encontró que el glifosato utilizado como madurador químico mejora la calidad de la materia prima y causa aumento del área foliar de las plantas. El metabolismo de la caña de azúcar se acelera con el uso de glifosato. La dosis para obtener los mejores resultados fue de 0,45 L ha⁻¹.

Palabras clave: envejecimiento; tecnología; caña de azúcar

¹ Denominación en el sistema brasileño de clasificación de suelos.

Recebido em: 06/08/2011

Aceito para publicação em: 20/11/2011

¹ Eng. Agrônomo-Dr. Prof. do Curso de Engenharia Agrônômica, Diretor CENTEC - UNOESTE/Presidente Prudente - SP, Brasil, Rod. Raposo Tavares km 572. CEP: 19067-175 tmarques@uol.com.br.

² Eng. Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal - UNOESTE/Presidente Prudente, Pesquisador CENTEC.

³ Aluno do curso de Agronomia - UNOESTE/Presidente Prudente

⁴ Eng. agrônomo da Usina Santa Terezinha, Paranacity - unidade II, Grupo Usaçúcar

Introdução

A cana de açúcar (*Saccharum spp*) assume posição de destaque no Brasil, por se tratar de uma cultura que, além de um alto suporte econômico, possibilita a produção de fontes alternativas de energia, sendo ainda de grande importância social pela mão-de-obra empregada, tanto nas lavouras e na industrialização quanto nas empresas prestadoras de serviços às unidades de processamento. O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, sendo que a produção brasileira de cana-de-açúcar na safra 2011/2012 está estimada em 588,9 milhões de toneladas, cultivadas em 8,4 milhões de hectares. Esse volume representa uma queda de 5,6% com relação à colheita passada, de 624,0 milhões de toneladas. A região Sudeste é responsável por 68% da colheita no País e em São Paulo espera-se 320,6 milhões toneladas em uma área de 4,4 milhões de hectares (CONAB, 2011).

A região de Presidente Prudente, no Estado de São Paulo, apresenta a cultura de cana-de-açúcar como um dos produtos de maior destaque econômico do setor agropecuário. O objetivo desta exploração canavieira, no Estado de São Paulo, é a produção de Álcool (Hidratado, Anidro, Neutro, Extrafino), Açúcar (Cristal Standard, Cristal Extra e VHP), Melado ou Mel Final, Levedura Seca e Bagaço, bem como a geração de energia elétrica oriunda da queima de bagaço nas caldeiras a vapor.

Diversos produtos químicos, como glifosato, etil-trimexapac, paraquat, fluazifop-p-butyl e ethephon, além do sulfometuron-methyl, estão registrados no Brasil para o uso como maturador ou regulador crescimento vegetal. Destes, o mais tradicional é o ethephon, que reduz o florescimento, eleva os teores de sacarose e não propicia a morte da região apical; promove apenas uma redução de crescimento no entrenó em formação no momento da aplicação (CASTRO et al., 2001). O glifosato (180 g ha^{-1}) e o fluazifop-p-butyl (65 g ha^{-1}) promovem a morte da região apical, tornando obrigatório que a colheita rápida. O sulfometuronmethyl (15 g ha^{-1}) já foi usado como maturador em cana-de-açúcar (OLIVEIRA; CASTRO et al., 1993; CONSTANTIN et al., 2000), antecipando em 15 dias a colheita. Este produto, assim como o ethephon, não promove a morte da região apical nas doses utilizadas como maturador.

O processo de acúmulo de açúcares nos colmos da cana-de-açúcar tem sido estudado em

diversos países, sendo de fundamental importância a determinação dos parâmetros tecnológicos do caldo da cana-de-açúcar, para a determinação do estágio de maturação fisiológica (CAPUTO, 2003). A aplicação de maturadores vegetais na cultura da cana-de-açúcar tem se tornado prática cada vez mais comum no setor sucroalcooleiro. O objetivo desta utilização é antecipar a maturação e assim disponibilizar matéria-prima de boa qualidade para industrialização no início de safra, além de auxiliar no manejo das variedades (GHELLER, 2001).

A maioria das regiões do Brasil são favoráveis ao amadurecimento natural da cultura, mas nem sempre essa maturação ocorre em época de melhor aproveitamento da cana-de-açúcar a nível industrial, com isto surge a necessidade de aplicação de maturadores, que são produtos químicos pertencentes ao grupo dos reguladores de crescimento, inibidores da alongação dos colmos sem afetar drasticamente a fotossíntese, favorecendo a acumulação de açúcares nos tecidos de reserva (CASTRO, 1992).

Dentro do complexo sistema de produção da indústria açucareira, a maturação da cana-de-açúcar é um dos aspectos 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 safra. Sob uma perspectiva econômica e dentro da prática agrônômica, a cana-de-açúcar é considerada madura economicamente, ou em condição de ser industrializada, quando apresentar teor mínimo de sacarose (Pol % da cana) acima de 12,275% do peso do colmo, sendo melhor o rendimento quanto maior for esta variável (DEUBER, 1988).

Durante a maturação fisiológica, a cana-de-açúcar armazena a sacarose da base para o ápice da planta, quando o ápice apresenta teores de sacarose similares aos teores da base, é atingida a maturação fisiológica (FERNANDES, 1982; FERNANDES e BENDA, 1985). Para indução artificial da maturação econômica são utilizados, por exemplo, o glifosato, em doses pequenas. Para MUTTON (1993) a ação do glifosato é de alterar as porcentagens de fotoassimilados no colmo, favorecendo o teor de sacarose e DUKE et al. (2003) relatam que estas alterações ocorrem por inibições metabólicas nos tecidos vegetais.

Segundo LEITE e CRUSCIOL (2008) o glifosato reduz o crescimento em altura e induz o aumento no teor de sacarose, sendo interessante em regiões nas quais a cultura de cana-de-açúcar pode

apresentar demasiado crescimento vegetativo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade da matéria prima, alterações metabólicas e biométricas, através da mensuração de parâmetros tecnológicos e biométricos em seis cultivares de cana-de-açúcar, quando tratadas com maturador químico glifosato, em diferentes doses, durante o período de safra, esquivando dos períodos iniciais de aplicação padrão.

Material e Métodos

O ensaio foi instalado no campo experimental da Unoeste, localizado a uma latitude de 22° 07' 04" S, longitude de 51° 22' 04" W e altitude de 430 m, em Presidente Prudente - SP. Foram utilizadas seis cultivares de cana-de-açúcar (RB 72 454, RB 86 7515, RB 85 5536, SP 80-1816, RB 84 5210, SP 81-3250). O solo foi classificado como "Argissolo Vermelho-Amarelo Distroférrico", típico A moderado, com textura médio-argilosa (EMBRAPA, 1999). O clima da região se classifica em Aw, sendo a estação chuvosa no verão e estação seca no inverno. Antes da instalação do experimento foi coletada uma amostra de solo composta na área experimental, sendo os resultados apresentados na Tabela 1.

Após levantamento do °Brix na área experimental, em maio de 2007, aplicaram-se os tratamentos em soqueira da cana-de-açúcar com 12 meses de desenvolvimento. Os tratamentos aplicados constituíam de: T1 - testemunha (sem aplicação); T2 - dose de 0,15 L ha⁻¹; T3 - dose de 0,3 L ha⁻¹; T4 - dose de 0,45 L ha⁻¹. Utilizou-se para aplicação do maturador pulverizador costal com controle de pressão, sendo os volumes determinado pelo tamanho da parcela, de acordo com o tratamento empregado, e completado o volume a 20 L, capacidade do pulverizador costal. A calda obtida foi aplicada completamente, antes das oito horas da manhã.

As variáveis analisadas foram: Porcentagem de sacarose aparente (Pol); Porcentagem de sólidos solúveis (°Brix); Cálculo do índice de pureza (Pu); Determinação de açúcares redutores (AR); Quantificação da fibra industrial (Fibra); Peso seco da parte aérea; Peso seco de raízes; Área

Foliar. As análises foram realizadas em amostras retiradas do ensaio em julho de 2007, 60 dias após a aplicação do maturador, no laboratório de tecnologia sucroalcooleira da UNOESTE, segundo FERNANDES (2003).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, sendo seis as variedades (tratamentos) e quatro as doses do maturador (blocos) com 3 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, p<0,05) e ao teste de comparação entre médias Tukey (p<0,05) segundo GOMES (1990). As parcelas foram compostas de 5 linhas com 10 metros, espaçadas de 1,30 m.

Resultados e discussão

Na Figura 1 observa-se que os valores de °Brix estatisticamente se elevaram, com aplicação do maturador. Isto demonstra que a aplicação do maturador foi eficaz, pois o valor inicial estava abaixo do mínimo para se considerar uma área madura ou apta a ser amostrada e analisada para verificar efetivamente a maturação do talhão (18 °Brix).

Deve-se observar que em maio, soca com 12 meses, todas as cultivares apresentaram °Brix inferior a 18 e os experimentos foram compostos por cultivares de ciclo precoce/médio (SP 81-3250, RB 84 5210, SP 80-1816) cultivares de ciclo médio (RB 86 7515, RB 85 5536) e cultivares de ciclo tardio (RB 72 454).

Na Tabela 2 pode-se observar que o peso seco da parte aérea (PSPA) e índice de pureza (Pu) aumentaram com os aumentos das doses de glifosato. Este fato juntamente com o relato de LEITE e CRUSCIOL (2008), que o maturador reduz o crescimento em altura e proporciona um colmo com maior densidade e conseqüentemente com maior qualidade, comprova as uma melhora de qualidade pelo uso do glifosato, que está de acordo com GHILLER (2001); MUTTON (1993) que citam melhoras na qualidade industrial com o uso de glifosato em cana-de-açúcar.

Os valores de Pol, não apresentaram alterações com as doses do glifosato e segundo CAPUTO et al.

Tabela 1. Caracterização química do solo da area experimental antes da instalação.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al ⁺³	H+Al	SB	CTC	M%	V%
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³				mmolc dm ⁻³					
5,4	17	27	2,3	11	9	0	17	21	39	0	59

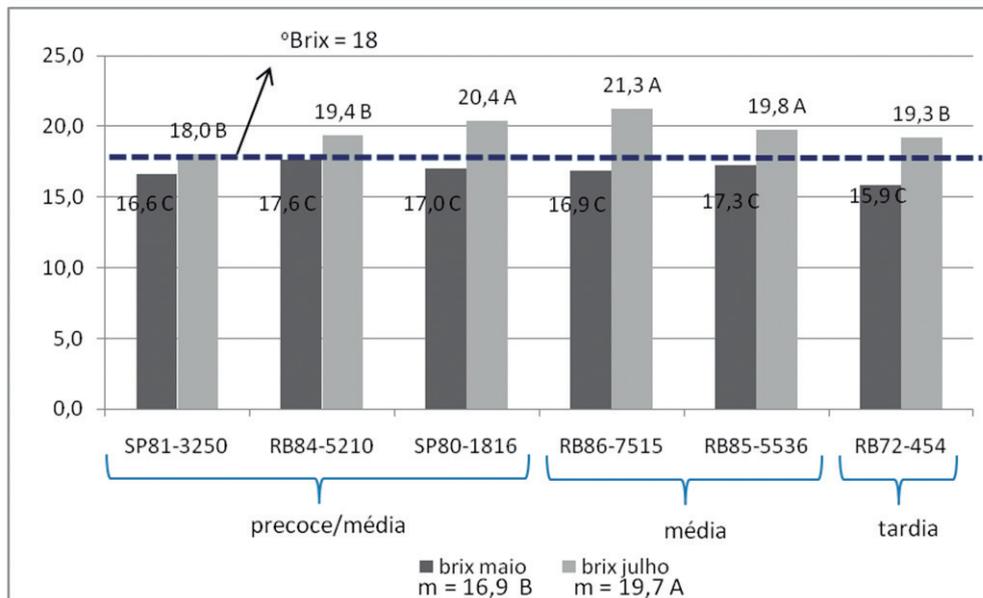


Figura 1. Resultados estatísticos das análises de °Brix a campo, antes e após a aplicação do glifosato como maturador (D.M.S. = 1,8).

Tabela 2. Resultados da análise estatística para as variáveis estudadas em relação aos tratamentos.

Tratamentos (L ha-1)	Parâmetros avaliados (médias)							
	Tecnológicos				Biométricos			
	oBrix	Pol	AR	Fibra	Pu	PSPA	PSR	AF cm ²
T1 -0	27,22 ^A	20,00 ^A	1,7 ^A	20,91 ^A	73,26 ^C	98,07 ^B	44,96 ^B	2736 ^B
T2 -0,15	24,72 ^B	19,74 ^B	0,7 ^B	19,62 ^{AB}	79,82 ^B	109,93 ^{AB}	39,86 ^B	2842 ^B
T3- 0,30	25,88 ^{AB}	20,33 ^A	0,7 ^B	18,74 ^{AB}	78,51 ^B	109,07 ^{AB}	67,42 ^A	4265 ^B
T4- 0,45	23,27 ^C	20,00 ^A	0,5 ^C	17,48 ^B	85,99 ^A	177,70 ^A	74,28 ^A	7362 ^A
Média	25,27	25,27	0,9	19,18	79,39	123,70	25,27	4301
CV%	5,27	5,27	5,27	10,23	2,25	34,24	5,27	38,37

Letras maiúsculas apresentam diferenças na coluna ($p < 0,05$) para contraste de média Tukey.

(2007) estudando outros maturadores em cana-de-açúcar, citam que os reguladores vegetais podem atuar sobre enzimas (invertases), que catalisam reações que envolvem glicose, frutose e sacarose nos colmos.

Os valores de °Brix apresentaram reduções, muito provavelmente devido as reduções ocorridas com os açúcares redutores, mesmo com a dose mais baixa do glifosato, mostrando que os componentes primários do metabolismo energético (glucose e frutose) foram aceleradamente utilizados e não direcionados primariamente para a produção de sacarose (Pol).

O peso seco de raízes aumentou com a elevação das doses do glifosato, demonstrando

que a planta apresentou uma resposta ao estresse a que foi submetida, promovendo rapidamente um crescimento em seu sistema radicular tentando minimizar os efeitos do glifosato.

Com relação à Fibra, tem-se que estes valores referem-se à fibra da biomassa total e não apenas dos colmos. Observa-se uma redução do valor com aumento das doses de glifosato, esse fato explica-se pelo aumento de densidade após aplicação do glifosato.

Para os resultados verificados com relação a área foliar, se observa que ocorreu elevação apenas com a utilização da maior dose testada, fato que é indicativo de aumento de metabolismo, principalmente na produção de raízes e aumento de

folhas com a dose máxima. Neste caso seria necessário se considerar a necessidade de pesquisa continuada visando identificar respostas sobre indagações, como por exemplo, se essas áreas novas de folhas gastaram os componentes primários (glucose e frutose) em sua produção; se isto seria compensado pelo incremento fotossintético; e, se tais incrementos em área foliar são de interesse industrial.

Pode-se observar que o uso do glifosato alterou a composição da cana-de-açúcar mesmo quando na utilização no início da safra e os melhores índices foram obtidos com a maior dose utilizada (0,45 L ha⁻¹), fato concordante com VIANA et al. (2007) que concluiu ser a dose de 0,4 L ha⁻¹ de glifosato a de destaque para maturação.

Conclusões

- O glifosato como maturador químico melhora a qualidade da matéria prima em cana-de-açúcar;

- As maiores elevações de °Brix foram obtidas com cultivares SP 80-1816, RB 86 7515 e RB 85 5536;

- Uso de glifosato em determinadas doses proporciona aumento de área foliar em cana de açúcar;

- O metabolismo da cana-de-açúcar é acelerado com o uso de glifosato;

- A dose de glifosato que ocasionou melhores resultados para a cana-de-açúcar foi de 0,45 L ha⁻¹.

Referências

CAPUTO, M.M. **Efeito do tombamento nas características tecnológicas e biométricas de variedades de cana-de-açúcar**. Monografia (Graduação em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", UNESP, Jaboticabal, 2003. 63f.

CAPUTO, M.M., SILVA, M. de A., BEAUCLAIR, E.G.F. GAVA, G.J.C. Acumulación de sacarosa, productividad y floración de caña de azúcar bajo el uso de reguladores vegetales. **INCI**, vol.32, n.12, p.834-840, 2007.

CASTRO, P.R.C. Fisiologia da cana-de-açúcar. **In:** Anais do Encontro de cana-de-açúcar, São Paulo, 1992, p.5-8.

CASTRO, P.R.C.; MIYASAKI, J.M.; BEMARDI, M.; MARENGO, D.; NOGUEIRA, M.C.S. Efeito do ethephon na maturação e produtividade da cana-de-açúcar. **Revista da Agricultura**, v.76, n.2, p.277-290, 2001.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Cana-de-açúcar safra 2011/2012 segundo levantamento agosto de 2011**. CONAB. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/110830134119boletimcanaportugues-agosto20112olev..pdf>> Acesso em: 10/11/2011.

CONSTANTIN, J.; MACIEL, C.D.G.; CONTIERO, R.L. Avaliação do uso de Sulfometuron-Methyl como maturador na cultura da cana-de-açúcar. **In:** Resumos do Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 22, Foz do Iguaçu: SBCPD, 2000, p.322.

DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região sudeste do Brasil. **In:** Resumos do Seminário de tecnologia agronômica, 4, Piracicaba, Centro de Tecnologia COOPERSUCAR, 1988, p.33-40.

DUKE, S.O.; BAERSON, S.R.; RIMANDO, A.M. Herbicides: Glyphosate. **In:** PLIMMER, J. R.; GAMMON, D. W.; RASGSDALE, N. N. (Eds.) **Encyclopedia of Agrochemicals**. New York: John Wiley & Sons, 2003. Disponível em <<http://www.mrw.interscience.wiley.com/eoa/articles/agr119/frame.html>> Acesso em: 20/03/2010.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. Rio de Janeiro: CNPS, 1999. 412p.

FERNANDES, A. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. 2.ed. Piracicaba: EME, 2003.

FERNANDES, A.C. **Refratômetro de campo**. Boletim Técnico Coopersucar, Piracicaba, v 19, p.5-12, 1982.

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

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

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

Marques et al. (2011)

LEITE, G. H. P. e CRUSCIOL, C. H. C. Reguladores vegetais no desenvolvimento em produtividade da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p.995-1001, 2008.

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

OLIVEIRA, D.A.; CASTRO, P.R.C.; ANDRADE, T.L.C.; PONTIN, J.C.; PANINI, E.L.; DAMACENO, A.C.; SILVA, J.E.; MORAES Jr., E. C.; VALÉRIO, W.G. Ação do maturador sulfometurom metil na cana-de-açúcar cultivar SP70-1143. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.5, n.1, p.82, 1993.

VIANA, R.S.; MUTTON, M.A.; BARBOSA, V.; DURIGAN, A.M.P.R. Maturadores químicos na cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) aplicados em final de safra. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, n.2, p.100-107. 2007.