

Efeito da redução do pH da calda na eficácia do etefon aplicado como maturador em duas variedades de cana-de-açúcar.

Pedro Jacob Christoffoleti¹; Marcelo Nicolai²; Saul Jorge Pinto de Carvalho²; Marcelo Hideki Minamiguchi³; Murilo Sala Moreira⁴.

¹ ESALQ-USP - Professor Associado do Departamento de Produção Vegetal - Departamento de Produção Vegetal - Av. Pádua Dias, 11, Caixa Postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP; ² ESALQ-USP - Doutorando em Agronomia - Fitotecnia - Departamento de Produção Vegetal (LPV); ³ ESALQ-USP - Aluno de Graduação em Engenharia Agrônômica; ⁴ ESALQ-USP - Mestrando em Agronomia - Fitotecnia - LPV.

RESUMO

A aplicação de maturadores em áreas produtoras de cana-de-açúcar tem se tornado uma prática cada vez mais essencial para que as usinas possam atingir o máximo de rentabilidade em uma área. Sabendo da grande importância que a aplicação dos maturadores representa, e que muitas vezes os resultados obtidos são insatisfatórios, devido as possíveis interferências das condições ambientais, o presente trabalho teve por objetivo, verificar o efeito do abaixamento do pH da calda de pulverização na eficácia do etefon. Sendo assim foram utilizados duas variedades de cana-de-açúcar, uma de ciclo curto RB 83-5486, e outra com ciclo tardio SP-84-1431, foram utilizados 5 doses de etefon e dois pHs, o pH normal (6,8) e o pH reduzido (3,5) resultando em um fatorial de 5x2. Através das análises tecnológicas obtidas nas avaliações realizadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA), pode-se observar que não ocorreu a interação entre a dose do etefon e o pH utilizado em ambas variedades testadas, contudo os tratamentos com pH reduzido (3,5) obtiveram um acúmulo de sacarose (pol % cana) superior aos tratamentos sem o pH reduzido (6,8) nas duas variedades testadas. Dessa forma pode-se concluir que o abaixamento do pH (3,5) é uma prática bastante viável para assegurar a aplicação do etefon na cana-de-açúcar, principalmente em condições adversas.

Palavras-chave: Ethrel, cana-de-açúcar, maturadores, redução de pH.

ABSTRACT: Effect of pH reduction in the spray tank mix with etefon sprayed as ripener in two sugarcane varieties.

Sugarcane ripener application in areas of sugarcane production has been an essential technique for sugarcane growers to reach the maximum return from a field. Knowing the importance that ripener application represents, and that many times the achieved results are satisfactory, due to possible interference of the environment conditions, this research had the objective of verify the effect of pH reduction on the tank mix with etefon.

Therefore, two varieties of sugarcane were used, one of early season ripening RB 83 5486, and the other with late season ripening SP84-1431, being used five rates of ethefon and two pHs, normal pH (6.8) and reduced pH (3.5) of the tank mix in a factorial design of 5x2. Technological analysis of the juice quality of the sugarcane obtained at 15, 30, 45 and 60 days after ripener application (DAA) indicated that there were no interactions between the ethefon and pH tested in the spray mix of both tested varieties, however, treatments with reduced pH (3.5) increased the content of sucrose (pol% in the sugarcane stalks) superior to the treatments without reduced pH (6.8) on both varieties. Therefore, it can be concluded that the reduction in the pH (3.5) is a technique that is viable in order to insure the application of ethefon in the sugarcane, mainly in adverse conditions.

Keywords: Ethrel, sugarcane, ripener, pH reduction.

INTRODUÇÃO

O custo de produção do açúcar, álcool e demais derivados proveniente da cana-de-açúcar e a viabilidade econômica de sua industrialização estão intimamente relacionado com a quantidade de açúcares presentes nos colmos industrializáveis enviados para o processamento através da operação de colheita. Os custos das operações de corte, carregamento, transporte e processamento da matéria prima estão fortemente relacionados com a qualidade e quantidade do material transportado para a indústria necessário para produzir cada tonelada de açúcar, litro e álcool ou derivados (Morgan et al., 2007).

A colheita da cana-de-açúcar ocorre normalmente quando a quantidade de açúcares presente no colmo atinge valores máximos. Existem vantagens econômicas em iniciar a colheita da cana-de-açúcar precocemente, pois o produtor pode disponibilizar açúcar álcool e derivados no mercado em um momento de escassez, obtendo preços de venda mais compensadores.

Acúmulo de sacarose no como precocemente é uma forma de antecipar a colheita ou de se obter melhores rendimentos industriais a partir da matéria prima do início da safra, sendo que isso é possível através da aplicação de maturadores. Os maturadores têm sido testados em vários experimentos em diversos países, desde 1920 (Gilbert *et al.* 2002). No entanto a adoção da técnica de aplicação desses produtos foi praticamente insignificante até meados de 1970, quando surgiu o ethephon e de compostos baseados no glyphosate (Eastwood e Davis 1997).

Nos dias de hoje, produtores da África do Sul (Donaldson 1999), Brasil (Resende *et al.* 2001), Indonésia (James *et al.* 2002), Guiana (Eastwood e Davis 1998), and Mauritius

(Soopaya e Nayamuth 2001) utilizam de forma rotineira os maturadores, dentre o produtos mais utilizados estão, ethephon, glyphosate e fluazifop-p-butil produtos estes, aplicados com o objetivo de melhorar a qualidade do produto colhido.

O ethephon, ácido 2-cloro-etil fosfônico, tem-se revelado eficiente agente maturador da cana-de-açúcar, é um produto químico estável quando mantido em pH ácido, abaixo de 3,5, que libera o etileno quando em contato com o tecido vegetal, que possui um pH mais elevado (Tomlin, 1994). Seu mecanismo de ação está relacionado à paralisação temporária do crescimento vegetativo do meristema apical, com isso o açúcar produzido passa a ser armazenado, acarretando a elevação do seu teor nos colmos. A aplicação exógena de etileno ou a síntese de etileno endógeno, motivada por aplicações de reguladores vegetais, herbicidas ou estresses de qualquer natureza, estimula a atividade da enzima PAL (fenilalanina amônio-liase), o que leva a planta a aumentar a síntese de compostos fenólicos, provocando ainda a inibição do crescimento do colmo e seu engrossamento, inibição da florescência, restringe o volume do parênquima sem caldo, aumenta o teor da sacarose e antecipa a colheita se aplicado no início da diferenciação floral.

As mudanças impostas pela aplicação do ethephon pode persistir por 60 a 90 dias dependendo da variedade de cana-de-açúcar em questão. Após este período a medida que o crescimento da cana-de-açúcar se restabelece, o teor de sacarose pode ser reduzido, atingido o nível que normalmente teria sem a aplicação do ethephon. Sendo assim é recomendável que a colheita da área que recebeu a aplicação seja feita até os 60 a 90 dias, para que os efeitos do maturador sejam compensados pelo incremento da qualidade da matéria prima.

Deuber, 1988, relata ainda que a eficiência da aplicação do ethephon está associada as condições ambientais, de forma que em algumas situações as aplicações de ethephon tiveram uma produtividade menor que as áreas com aplicação do ethephon. As aplicações de ethephon mostram-se ser mais eficientes em ambientes com temperaturas moderadas (23-28 C) e umidade relativa do ar entre 50-70%, no entanto, aplicações em ambientes com temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar a aplicação do ethephon é comprometida (Klein et al., 1978). A importância das condições ambientais pode justificar em muitos casos os resultados de ineficácia do ethephon em diversos trabalhos de pesquisa (Morales, 1980; Salata et al.,1992), já no entanto, o trabalho de Morgan et al.,(2007), das 42 variedades de cana-de-açúcar testadas 31 mostraram resultados positivos, os autores descrevem ainda que a eficácia do ethephon está associada a variedade, a época de aplicação e ao intervalo entre a aplicação e a colheita.

Maynard e Swan, (1963) e Biddle et al., (1976) comprovam que a transformação do ethephon em etileno procede apenas em pH acima de 4,5 e em altas temperaturas. Experimentos realizados com maturação em oliveiras, comprovou que as aplicações de ethephon em pH 7,0 foram mais eficientes do que aplicações em pH baixo, segundo os autores isso pode estar associado com as altas taxas de liberação do etileno provocado pelo alto pH (Epstein et al., 1977; Ben-tal e Lavee, 1976).

O objetivo do trabalho foi verificar a influência da redução do pH da calda de pulverização do ethephon sobre a qualidade tecnológica da matéria prima. A hipótese de trabalho é de que a redução do pH da calda de pulverização permite que a planta de cana-de-açúcar absorva mais moléculas de ethephon e assim ocorra a liberação do etileno endógeno dos tecidos, aumentando assim o efeito maturador do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente ensaio foi instalado em condições de campo, em área pertencente a Usina Jalles Machado S/A, no município de Goianésia, GO, em solo de textura média durante o período de março de 2006 a maio do mesmo ano. Foram duas áreas, ambas planas e aceradas, de forma a proporcionar a melhor alocação possível dos tratamentos. A cultura explorada foi a cana-de-açúcar, na modalidade de cana-soca, tendo como variedades utilizadas a SP84-1431 com maturação tardia e a RB83-5486 com maturação precoce. Na ocasião das aplicações dos tratamentos herbicidas, a cultura encontrava-se em final de ciclo.

Para a aplicação dos tratamentos herbicidas foi utilizado um pulverizador costal manual com pressão constante (2 bar), propelido à CO₂, com 1 ponta de jato tipo “leque” XR110:02 VS, espaçadas 0,5 m, calibrado para um consumo de calda proporcional a 100 L.ha⁻¹. Os tratamentos foram aplicados sobre o dossel da cultura, através de prolongamento adaptado da lança de pulverização, cobrindo duas ruas da cultura ou 1,5 m a cada passada. Os dados referentes à data da aplicação como horário, temperatura, umidade relativa do ar e vento, encontram-se representados no quadro 1. A tabela 1 contém a descrição dos tratamentos maturadores utilizados no ensaio. Nos tratamentos indicados com *, foi adicionado ácido fosfórico na água da aplicação antes da adição do produto, a fim de se reduzir o pH da calda para 3,5, por meio de titulação. As medições de pH foram feitas em laboratório próprio, com o uso de medidor de pH.

Quadro 1. Data, horário e condições climáticas da aplicação dos tratamentos maturadores em ambas as áreas testadas. Goianésia, GO. 2006.

Data	Variedade	Horário	Temp. ar	U.R. ar (%)	Luminosidade
09/03/06	SP84-1431	06:30 - 07:45	22,5	89,4	Céu aberto
09/03/06	RB83-5486	08:15 - 09:30	23,1	88,7	Céu aberto

Tabela 1. Tratamentos utilizados nos experimentos com as respectivas doses de ingrediente ativo e produto comercial. Goianésia, GO. 2006.

Ingrediente ativo	M.C. ¹	F. ²	p.c. ³ (L ha ⁻¹)	i.a. ⁴ (g ha ⁻¹)	pH da Calda*
1 - Testemunha	-	-	0,00	0,0	3,5
2 - Etefon	Ethrel 720	CS ⁵	0,469	337,68	3,5
3 - Etefon	Ethrel 720	CS	0,536	385,92	3,5
4 - Etefon	Ethrel 720	CS	0,603	434,16	3,5
5 - Etefon	Ethrel 720	CS	0,67	482,4	3,5
6 - Etefon	Ethrel 720	CS	0,469	337,68	6,8
7 - Etefon	Ethrel 720	CS	0,536	385,92	6,8
8 - Etefon	Ethrel 720	CS	0,603	434,16	6,8
9 - Etefon	Ethrel 720		0,67	482,4	6,8
10 - Testemunha	-		0,00	0,0	6,8

¹ Marca Comercial; ² F. - Formulação; ³ p.c. - dose do produto comercial; ⁴ i.a. - dose do produto em ingrediente ativo. ⁵ Concentrado Solúvel; * adição através de titulação do ácido fosfórico.

As avaliações foram efetuadas através das análises tecnológicas aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos maturadores (DAT). A amostragem foi feita através da coleta de 10 colmos aleatórios escolhidos nas três linhas centrais de cada parcela. Estas amostras foram imediatamente enviadas para o laboratório de análises tecnológicas da Usina Jalles Machado S/A, sendo determinados os parâmetros de pol % cana, brix e AR (açúcares redutores).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, apresentando 10 tratamentos e quatro repetições. Assim, os experimentos foram constituídos por 40 parcelas experimentais, fundamentadas em 5 linhas espaçadas de 1,50 m, com 10,0 m de comprimento perfazendo área total de 75 m². Para as amostragens foram utilizadas apenas as três linhas centrais de cada parcela.

Para a análise estatística dos resultados foi feita inicialmente a análise de variância para obtenção dos valores F para os tratamentos; sendo este significativo procedeu-se o teste de Tukey para comparar as médias entre si. Os testes foram feitos ao nível de 10% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2. Avaliações do teor de açúcar (pol % cana) aos 45 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos maturadores (DAT), para a variedade RB 83-5486. Goianésia, GO. 2006.

TRATAMENTOS	45 DAT			60 DAT		
	pH*		Média	pH*		Média
	3,5	6,8		3,5	6,8	
Ethrel 0,67	12,3	11,2	11,8	15,1	14,6	14,8 a
Ethrel 0,603	12,5	12,2	12,3	15,3	14,2	14,7 a
Ethrel 0,536	11,9	11,5	11,7	15,1	14,5	14,8 a
Ethrel 0,469	12,1	12,2	12,1	15,1	14,4	14,7 a
Testemunha	11,7	12,1	11,9	13,9	13,7	13,8 b
Média	12,1	11,8		14,9 a	14,3 b	
CV ¹		8,3			4,36	
DMS ² (tratamentos)		-			0,93	
DMS(pH)		-			0,41	

¹ Coeficiente de variação; ² Diferença mínima significativa; * manipulado por titulação de ácido fosfórico; Médias acompanhadas pela mesma letra na linha não diferem entre si para o fator pH e nas colunas para o fator dose, pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Tabela 3. Avaliações do teor de açúcar (pol % cana) aos 45 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos maturadores (DAT), para a variedade SP 84-1431. Goianésia, GO. 2006.

TRATAMENTOS	45 DAT			60 DAT		
	pH*		Média	pH*		Média
	3,5	6,8		3,5	6,8	
Ethrel 0,67	7,4	7,6	7,5	13,2	12,6	12,9 a
Ethrel 0,603	7,9	7,8	7,9	12,9	12,5	12,7 a
Ethrel 0,536	8,7	7,8	8,2	12,7	12,1	12,4 ab
Ethrel 0,469	7,8	7,8	7,8	12,7	12,2	12,4 ab
Testemunha	8,3	7,7	8,0	11,7	11,6	11,7 b
Média	8,0	7,7		12,6 a	12,2 b	
CV ¹		11,53			4,69	
DMS ² (tratamentos)		-			0,85	
DMS(pH)		-			0,37	

¹ Coeficiente de variação; ² Diferença mínima significativa; * manipulado por titulação de ácido fosfórico; Médias acompanhadas pela mesma letra na linha não diferem entre si para o fator pH e nas colunas para o fator dose, pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Tabela 4. Avaliações do teor de Brix aos 45 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos maturadores (DAT), para a variedade RB 83-5486. Goianésia, GO. 2006.

TRATAMENTOS	45 DAT			60 DAT		
	pH*		Média	pH*		Média
	3,5	6,8		3,5	6,8	
Ethrel 0,67	10,6	10,6	10,6	15,9	15,2	15,6 a
Ethrel 0,603	11,1	11,0	11,1	15,1	15,1	15,1 a
Ethrel 0,536	12,0	10,8	11,4	15,0	14,7	14,9 ab
Ethrel 0,469	11,1	10,9	11,0	15,2	14,7	14,9 ab
Testemunha	11,6	10,9	11,2	14,2	14,3	14,2 b
Média	11,3 a	10,8 b		15,1	14,8	
CV ¹		7,19			4,13	
DMS ² (tratamentos)		-			0,8	
DMS(pH)		0,42			-	

¹ Coeficiente de variação; ² Diferença mínima significativa; * manipulado por titulação de ácido fosfórico; Médias acompanhadas pela mesma letra na linha não diferem entre si para o fator pH e nas colunas para o fator dose, pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Tabela 5. Avaliações do teor de Brix aos 45 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos maturadores (DAT), para a variedade SP 84-1431. Goianésia, GO. 2006.

TRATAMENTOS	45 DAT			60 DAT		
	pH*		Média	pH*		Média
	3,5	6,8		3,5	6,8	
Ethrel 0,67	15,0	14,1	14,6	17,0	17,1	17,0
Ethrel 0,603	15,6	14,8	15,2	16,3	16,5	16,4
Ethrel 0,536	14,8	14,3	14,6	17,7	16,7	17,2
Ethrel 0,469	15,3	15,2	15,3	16,9	16,8	16,8
Testemunha	14,7	15,3	15,0	16,5	16,7	16,6
Média	15,1	14,7		16,9 a	16,8 a	
CV ¹		6,31			3,73	
DMS ² (tratamentos)		-			-	
DMS(pH)		-			-	

¹ Coeficiente de variação; ² Diferença mínima significativa; * manipulado por titulação de ácido fosfórico; Médias acompanhadas pela mesma letra na linha não diferem entre si para o fator pH e nas colunas para o fator dose, pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Tabela 6. Avaliações do valor de AR (Açúcares Redutores) aos 45 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos maturadores (DAT), para a variedade RB 83-5486. Goianésia, GO. 2006.

TRATAMENTOS	45 DAT			60 DAT		
	pH*		Média	pH*		Média
	3,5	6,8		3,5	6,8	
Ethrel 0,67	2,14	2,08	2,11	1,45	1,31	1,38 ab
Ethrel 0,603	2,03	2,05	2,04	1,24	1,32	1,28 b
Ethrel 0,536	1,83	2,08	1,95	1,47	1,38	1,42 ab
Ethrel 0,469	2,10	2,10	2,10	1,43	1,34	1,38 ab
Testemunha	1,85	2,00	1,92	1,51	1,50	1,50 a
Média	1,99	2,06		1,42	1,37	
CV ¹	10,66			9,42		
DMS ² (tratamentos)	-			0,17		
DMS(pH)	-			-		

¹ Coeficiente de variação; ² Diferença mínima significativa; * manipulado por titulação de ácido fosfórico; Médias acompanhadas pela mesma letra na linha não diferem entre si para o fator pH e nas colunas para o fator dose, pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Tabela 7. Avaliações do valor de AR (Açúcares Redutores) aos 45 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos maturadores (DAT), para a variedade SP 84-1431. Goianésia, GO. 2006.

TRATAMENTOS	45 DAT			60 DAT		
	pH*		Média	pH*		Média
	3,5	6,8		3,5	6,8	
Ethrel 0,67	0,99	1,16	1,07	0,71	0,68	0,69
Ethrel 0,603	0,90	0,95	0,92	0,74	0,74	0,74
Ethrel 0,536	1,08	1,11	1,09	0,69	0,80	0,74
Ethrel 0,469	0,95	0,94	0,94	0,66	0,73	0,69
Testemunha	0,96	0,90	0,93	0,70	0,75	0,72
Média	0,97	1,01		0,70	0,74	
CV ¹	27,31			27,84		
DMS ² (tratamentos)	-			-		
DMS(pH)	-			-		

¹ Coeficiente de variação; ² Diferença mínima significativa; * manipulado por titulação de ácido fosfórico; Médias acompanhadas pela mesma letra na linha não diferem entre si para o fator pH e nas colunas para o fator dose, pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Em todas as análises realizadas para ambas as variedades testadas não foi possível verificar a existência de uma interação entre a dose do etefon e o pH utilizado, mas foi possível verificar que em ambas as variedades a redução do pH proporcionou um acréscimo do teor de açúcar da cana sempre superior aos tratamentos com pH normal, evidenciando dessa forma que a redução do pH tem uma influência significativa no acúmulo de sacarose pela planta.

Dados semelhantes foi encontrado por Maynard e Swan, 1963; Biddle et al., 1976; Klein et al., 1978, onde se verificou que a redução do pH é um fator que interfere diretamente na eficácia do etefon na planta. Esse autor ressalta ainda que a temperatura e a umidade relativa do ar, também são fatores primordiais para a eficiência do etefon.

Para as duas variedades utilizadas aos 45 DAT, em nenhum tratamento a aplicação do etefon promoveu um incremento significativo no acúmulo de açúcar quando comparado com a testemunha, sendo essa diferença percebida apenas aos 60 DAT, onde se percebe que os tratamentos com pH de 3,5 promoveram um maior acúmulo de açúcar quando comprado com os tratamentos com pH normal, de aproximadamente 4 %. Os tratamentos com etefon apresentaram sempre um maior acúmulo de açúcar do que as testemunhas sem a aplicação do etefon. Para a usina Jalles Machado S/A, na época em que o ensaio foi conduzido, essa simples adição de 0,6 % no pol % cana, provocada pela aplicação do etefon, representa um lucro médio de R\$ 150,00 ha⁻¹.

As diferenças quanto ao acúmulo de açúcar entre as duas variedades aos 60 DAT pode ser explicada pelo fato de uma variedade apresentar a maturação precoce (RB 83-5486), ou seja, o seu máximo acúmulo de açúcar ocorre no início as safra, e a outra variedade, de maturação tardia (SP 84-1431), que apresenta um acúmulo maior de açúcar no final da safra, para as condições da região centro-sul do Brasil.

Concluindo-se, a redução do pH da calda de aplicação do etefon apresentou-se como uma alternativa viável, visto que em ambas as variedades testadas, os tratamentos com pH da calda de pulverização a 3,5 foram os que apresentaram os melhores resultados. As condições ambientais no momento da aplicação podem favorecer a estabilidade do etefon, de modo a ajudar os tratamentos com pH mais elevado a obter uma boa eficiência; Em aplicações com condições ambientais adversas, como altas temperaturas e baixa umidade, a redução do pH pode ser considerada uma alternativa viável para assegurar a eficácia da aplicação; Para as duas variedades testadas a aplicação do etefon apresentou-se como uma alternativa viável de maturação da cana-de-açúcar, visto que o incremento da aplicação do produto quando, comparado com a testemunha, promove um acúmulo de açúcar da ordem de 1,0 % no Pol % cana.

LITERATURA CITADA

BEN-TAL, Y.; LAVEE, S. Increasing the effectiveness of ethephon for olive harvesting. **HortScience**, v. 11, p. 489-490, 1976.

- BIDDLE, E.; DOUGLAS, G. S.; KERFOOT, Y. H. K.; RUSSEL, K. E. Kinetic studies of the thermal decomposition of 2-chloroethylphosphonic acid in aqueous solution. **Plant Physiology**, v. 58, p. 700-702, 1976.
- DEUBER, R. Florescimento e maturação da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, Piracicaba, SP, **Anais...**Piracicaba, Coopersucar, p. 585-593, 1986.
- DONALDSON, R. A. Sugar cane ripening in South África - review of past decade. **Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 23, p. 22-26, 1999.
- EASTWOOD, D.; DAVIS, H. B. Chemical ripening in Guyana. II. Successful commercial implementation. **International Sugar Journal**, v. 100, p.89-95, 1998.
- GILBERT, R. A.; BENNET, A. C.; DUSKY, J. A. LENTINI, R. S. Sugar cane ripeners in Florida. **Document SS-AGR-215**. Agronomy Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.2002.
- JAMES, G.; MADI, I.; SRIJANTO, F.; SETIARSO, W. Chemical ripening in South Sumatra. **Sugar Cane International**, v. 20, p. 19-24, 2002.
- KLEIN, I.; EPSTEIN, E.; LAVEE, S.; BEN-TAL, Y. Environmental factors affecting ethephon in olive (*Olea europa* L.). **Science Hort**, v. 9, p. 21-30, 1978.
- MAYNARD, J. A.; SWAN, J. M. Organophosphorus compounds 2-chloroethylphosphonic acid as phosphorylating agents. **Aust. J. Chem**, v. 16, p. 596-608, 1963.
- MORALES, M. C. Effects of ripeneres on sugar quality in cultivar H50-2036. In: CONGRESS OF ISSCT, 17., Manila. **Proceedings...**Manila, p. 618-628, 1980.
- MORGAN, T.; JACKSON, P.; McDONALD, L.; HOLTUM, J. Chemical ripeners increase early season sugar content in a range of sugarcane varieties. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 58, p. 233-241, 2007.
- RESENDE, P.A.P.; SOARES, J.E.; HUDETZ, M. Moddus , a plant growth regulator and management tool for sugarcane production in Brazil. **International Sugar Journal**, v. 103, p. 2-6, 2001.
- SALATA, J. A. A utilização de Ethrel para melhoria da matéria-prima na Usina Quatá. In: ENCONTRO RHODIA DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2., São Paulo. **Anais...**São Paulo, p. 49-51, 1992.