

EFEITOS DO ÁCIDO 2-CLOROETILFOSFÔNICO NA  
MATURAÇÃO DE FRUTOS DO TOMATEIRO  
(*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. 'São Sebastião') \*

PAULO R. C. CASTRO \*\*

MANOEL G. C. CHURATA-MASCA \*\*\*

MARCEL AWAD \*\*\*\*

### RESUMO

Estudou-se a influência do ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon), aplicado em pré-maturação, na frutificação do tomateiro de crescimento indeterminado, cultivar 'São Sebastião'; em condições de casa de vegetação.

Pela análise da produtividade verificou-se que o regulador de crescimento acelerou significativamente a maturação dos frutos, incrementando o peso e o número total de frutos por planta obtidos nas primeiras colheitas, sendo isto compensado por diminuições significativas em colheitas posteriores. Não observou-se porém, diferenças significativas no peso e número de frutos por planta, considerando a totalidade das colheitas, entre o controle e as plantas tratadas com 1000, 2000 e 4000 ppm de ethephon.

### INTRODUÇÃO

Estudos com ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) revelaram que o produto atua de modo semelhante ao etileno, nos seus efeitos em vários processos das plantas, podendo acelerar a maturação dos frutos de diversas espécies (BURG & BURG, 1965). O etileno tem sido encontrado em frutos do tomateiro, sendo que o amadurecimento desses frutos se caracteriza por um incremento gradual na produção de etileno endógeno. Foi verificado que o nível de etileno nos frutos de tomate é baixo em comparação com outros frutos (BURG, 1962; BURG & BURG, 1965; HEINZE & CRAFT, 1953; WORKMAN & PRATT, 1957).

No decorrer do processo de maturação nota-se um grande aumento na produção de dióxido de carbono, sendo que este período

---

\* Entregue para publicação em 28/12/1972.

\*\* Departamento de Botânica. E.S.A. "Luiz de Queiroz" — U.S.P.

\*\*\* Departamento de Fitotecnia. F.M.V.A. Jaboticabal — CEESP.

\*\*\*\* Departamento de Biologia. F.F.C.L. Ribeirão Preto — CEESP.

denomina-se climatérico (BIALE, 1950). A produção de etileno endógeno é grandemente incrementada durante o climatérico, e mesmo em frutos que produzem pouco etileno, ele é suficiente para elevar o nível da respiração (BURG & BURG, 1962).

Aplicações de etileno promovem o climatérico e aceleram a maturação, possivelmente por atuação na permeabilidade celular ou na síntese proteica (GALSTON & DAVIES, 1970). A aplicação exógena de gás etileno em frutos de tomate colhidos verdes, estimula a maturação dos mesmos, sendo que, frutos vermelhos ou avermelhados não são afetados pelo tratamento (BURG & BURG, 1965).

O ethephon libera etileno quando submetido aos níveis de pH dos tecidos vegetais (WARNER & LEOPOLD, 1967); sendo que, induz o amadurecimento dos frutos de tomate quando aplicado em pulverização na pré-colheita ou como um tratamento por imersão, de pós-colheita (ROBINSON et al., 1968; IWAHORI, et al., 1968). Tem sido verificado que o ethephon promove uma maturação mais precoce e uniforme nos frutos do tomateiro, quando aplicado sobre as folhas da planta ou em frutos desenvolvidos colhidos verdes (SIMS & KASMIRE, 1972).

RABINOWITCH et al. (1970) verificaram que pulverizações com ethephon nas dosagens de 200 a 400 ml do produto ativo por 1000 m<sup>2</sup> de área, causaram completo desfoliamento das plantas de tomateiro em três dias, ao passo que, concentrações inferiores, provocaram apenas ligeiro amarelecimento nas folhas, sem causar abscisão. Aplicações de ethephon promoveram a degradação da clorofila foliar, quatro dias após as pulverizações com o produto, nas concentrações de 250, 500, 1000 e 2000 ppm, sendo que, verificou-se alguma desfoliação nas plantas submetidas à dosagem de 2000 ppm (SIMS, 1969).

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do ethephon, aplicado no estágio de pré-maturação em pulverização foliar, na maturação do tomateiro cultivar 'São Sebastião', do grupo Santa Cruz, sob condições de casa de vegetação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Neste experimento utilizou-se o tomateiro, *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. 'São Sebastião', dotado de crescimento indeterminado.

O experimento desenvolveu-se em condições de casa de vegetação, tendo-se realizado a semeadura diretamente em vasos de cerâmica com capacidade para 5 litros, contendo solo com adubo químico (N-P-K). Realizaram-se os tratamentos culturais normais para a cultura

de tomate rasteiro para indústria, isto é, sem desbrota dos ramos laterais, tendo-se efetuado tutoramento afim de facilitar os tratos culturais no interior da casa de vegetação, irrigação uniforme e adubação em cobertura com fertilizante nitrogenado aos 40 dias da semeadura. Pulverizou-se periodicamente com os defensivos normalmente utilizados para a cultura do tomateiro.

Aplicou-se o ethephon em 3 de fevereiro de 1972, nas concentrações de 0, 1000, 2000 e 4000 ppm, por pulverização da solução aquosa do produto. Um espalhante adesivo (Extravon) foi acrescentado a todas as soluções. Realizou-se a aplicação quando aproximadamente 50% dos frutos do primeiro cacho alcançaram o estágio "de vez". Pulverizou-se toda a parte aérea, principalmente as folhas, até ficarem bem molhadas, sendo que o tratamento testemunha recebeu tão somente água mais o espalhante adesivo.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 10 repetições, tendo uma planta por repetição.

A classificação dos frutos obedeceu ao seguinte critério: classe A — frutos com diâmetro superior a 47 mm (maiores que tipo Extra), classe B — frutos com diâmetro entre 47 e 33 mm (maiores que tipo Superior) e classe C — frutos com diâmetro inferior a 33 mm (menores que tipo Superior).

Os frutos foram colhidos quando atingiram o estágio de maturação completa (coloração inteiramente vermelha), tendo-se efetuado contagem, pesagem e classificação dos mesmos, nas diversas colheitas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 1 mostra que os tratamentos com ethephon não afetaram significativamente o peso total dos frutos de tomateiro por planta, obtidos na totalidade das colheitas (7/2/72 a 21/3/72). Da mesma forma, os tratamentos com o regulador de crescimento, não atuaram significativamente no número total de frutos por planta e no peso médio por fruto, obtidos na totalidade das colheitas realizadas.

No que se refere às colheitas efetuadas no período de 7/2/1972 a 17/2/1972 (quadro 1), verificou-se, efeito altamente significativo segundo o valor F, no peso total dos frutos por planta obtidos nos diferentes tratamentos; sendo que, pelo teste Tukey, observou-se que as plantas submetidas aos diferentes tratamentos com ethephon não diferiram significativamente entre si, mas diferenciavam de forma significativa, ao nível de 1% de probabilidade, do tratamento testemunha. O incremento no peso total dos frutos obtidos neste primeiro

período, deve-se ao efeito da aplicação do ácido 2-cloroetilfosfônico, no sentido de promover precocidade na maturação. Quanto ao número total de frutos por planta obtidos em colheitas efetuadas neste primeiro período, observou-se uma diferença altamente significativa entre os tratamentos. As plantas tratadas com ethephon produziram número significativamente superior de frutos, segundo o teste Tukey ao nível de 1%, com relação ao controle, devido a produtividade precoce induzida pelo regulador de crescimento. O peso médio por fruto de tomate, obtido nas colheitas de 7/2 a 17/2/1972 não foi afetado significativamente pelos tratamentos com ethephon.

Os resultados apresentados no quadro 2 mostram que as colheitas efetuadas no período de 22/2/1972 a 3/3/1972, revelaram diferenças altamente significativas, segundo o valor F, nos pesos totais de frutos por planta, sendo inferiores nas plantas tratadas com ethephon, quando comparadas com o controle. Ocorreu diferença significativa ao nível de 1%, pelo teste Tukey, entre a testemunha e os tratamentos com o regulador (que não diferiram entre si). Isto revela que, por não ocorrer um aumento no peso total dos frutos nas plantas tratadas, ocorre necessariamente uma compensação ao aumento da produtividade verificado no primeiro período, pela diminuição de produção nos períodos subseqüentes. Quanto ao número total de frutos por planta obtidos em colheitas neste segundo período, apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos, ao nível de 5%, pelo teste F. O teste Tukey porém, não mostrou diferenças entre as médias comparadas. O peso médio por fruto de tomate, obtido nas colheitas de 22/2 a 3/3/72, revelou diferenças altamente significativas entre os tratamentos. Neste período, aplicações de ethephon nas concentrações de 2000 e 4000 ppm diferiram significativamente ao nível de 1%, pelo teste Tukey, da testemunha; o tratamento com ethephon a 1000 ppm diferiu, ao nível de 5%, do controle.

Nas colheitas realizadas no período de 7/3/1972 a 21/3/1972 (quadro 2), obteve-se diferenças altamente significativas, pelo teste F, entre os tratamentos, para pesos totais de frutos por planta, número total de frutos por planta e peso médio por fruto. Para os três parâmetros, teve-se valores superiores no controle, que, pelo teste Tukey, diferiu ao nível de 1% de probabilidade dos tratamentos com ethephon a 1000, 2000 e 4000 ppm; sendo que, as diferenças entre estes tratamentos mostraram-se não significativas. Neste terceiro período as plantas revelaram uma produtividade inversa à do primeiro período, compensando os efeitos do regulador. Nota-se um aumento no coeficiente de variação durante as últimas colheitas, provavelmente devido a irregularidade natural na produção de frutos neste período de senescência inicial dos tomateiros.

No quadro 3 observa-se os efeitos do ethephon, no peso total e número total de frutos por planta de tomateiro obtidos nas colheitas de 7/2/72 a 21/3/72, classificados quanto à classe. No que se refere a esses dois parâmetros, as diferenças entre os tratamentos mostraram-se não significativas, pelo teste F, para as três classes (A, B e C) consideradas. Nota-se porém, quanto à classe A (diâmetro maior que 47 mm), que o valor do peso e do número total de frutos colhidos por planta foi, superior no controle, intermediário no tratamento com ethephon a 1000 ppm, e inferior nos tratamentos com 2000 e 4000 ppm do produto. O peso e o número total de frutos por planta, classe B (diâmetro entre 47 e 33 mm), obtidos nas dez colheitas, também foi mais elevado no controle, intermediário nos tratamentos com 2000 e 4000 ppm do regulador de crescimento, e inferior com a aplicação de 1000 ppm do ethephon. Quanto à classe C (diâmetro menor que 33 mm) nota-se que o tratamento testemunha foi inferior aos demais. Verificou-se que o peso e o número total de frutos colhidos por planta decresceu a partir do tratamento com ethephon a 4000 ppm. Pode-se explicar este fato pela ocorrência de grande número de frutos verdes com pequenas dimensões no momento da aplicação do produto, tendo o ethephon provocado a maturação desses frutos, impediu que os mesmos atingissem seu desenvolvimento normal. Isto também ocorreu, em menor proporção, nos tratamentos com 2000 e 1000 ppm do regulador.

Quanto aos efeitos dos tratamentos nas folhas, verificou-se que as concentrações de 1000, 2000 e 4000 ppm de ethephon promovem epinastia e rápida degradação da clorofila; advindo sintomas de requeima devidos à toxicidade, semelhantes àqueles provocados por deficiência de água disponível às plantas, além de posterior abscisão. A rapidez com que se desenvolvem os sintomas mostrou-se diretamente proporcional à dosagem aplicada.

A partir dos resultados alcançados, pode-se verificar a possibilidade de uso do ethephon em tomateiros, com o objetivo de concentrar o período de colheita para a economicidade de sua mecanização; sendo esta ainda facilitada pelo desfoliamento provocado pelo produto. A maturação do tomate, acelerada pela aplicação de ethephon, permitirá a colocação do produto na indústria ou no mercado em épocas anteriores às de maior produção natural do tomateiro, podendo-se obter preços compensadores.

QUADRO 1 — Efeitos de ethephon no peso total dos frutos por planta, número total de frutos por planta e peso médio por fruto de tomateiro.

ETHEPHON	Colheitas de 7/2/72 a 21/3/72			Colheitas de 7/2/72 a 17/2/72		
	Peso total dos frutos por planta (g)	N.º total de frutos por planta	Peso médio por fruto (g)	Peso total dos frutos por planta (g) em $\sqrt{x + 0,5}$	N.º total de frutos por planta em $\sqrt{x + 0,5}$	Peso médio por fruto (g) em $\sqrt{x + 0,5}$
Testemunha	956,5	26,8	36,43	11,90	2,00	4,97
1.000 ppm	761,3	23,2	32,71	22,45	3,72	6,12
2.000 ppm	784,8	25,6	30,44	23,58	4,01	5,97
4.000 ppm	791,4	26,1	31,03	23,91	4,13	5,87
F	1,90	0,57	1,84	12,68 **	20,95 **	1,15
C.V. %	24,94	25,72	19,24	25,09	19,77	26,63
Tukey $\Delta$ 5%	252,73	8,05	7,73	6,27	0,84	1,88
Tukey $\Delta$ 1%	317,70	10,12	9,71	7,88	1,06	2,36

\*\* Significativo ao nível de 1%

QUADRO 2 — Efeitos do ethephon no peso total dos frutos por planta, número total de frutos por planta e peso médio por fruto de tomateiro.

ETHEPHON	Colheitas de 22/2/72 a 3/3/72			Colheitas de 7/3/72 a 21/3/72		
	Peso total dos frutos por planta (g) em $\sqrt{x + 0,5}$	N.º total de frutos por planta em $\sqrt{x + 0,5}$	Peso médio por fruto (g) em $\sqrt{x + 0,5}$	Peso total dos frutos por planta (g) em $\sqrt{x + 0,5}$	N.º total de frutos por planta em $\sqrt{x + 0,5}$	Peso médio por fruto (g) em $\sqrt{x + 0,5}$
Testemunha	22,08	3,54	6,45	14,81	3,11	4,94
1.000 ppm	13,34	2,82	5,05	3,92	1,24	2,67
2.000 ppm	11,80	2,67	4,96	4,91	1,37	2,70
4.000 ppm	10,87	2,55	4,23	4,39	1,33	2,12
F	12,71 **	2,47 *	9,44 **	10,42 **	13,74 **	5,03 **
C.V. %	31,38	30,65	18,46	72,98	43,58	56,80
Tukey Δ 5%	5,60	1,09	1,17	6,29	0,95	2,17
Tukey Δ 1%	7,05	1,37	1,47	7,91	1,19	2,73

\*\* Significativo ao nível de 1%

\* Significativo ao nível de 5%

QUADRO 3 — Efeitos do ethephon no peso total dos frutos por planta, número total de frutos por planta de tomateiro, obtidos nas colheitas de 7/2/72 a 21/3/72, e classificados quanto à classe.

ETHEPHON	CLASSE A		CLASSE B		CLASSE C	
	Peso total dos frutos por planta (g) em $\sqrt{x + 0,5}$	N.º total de frutos por planta em $\sqrt{x + 0,5}$	Peso total dos frutos por planta (g)	N.º total de frutos por planta	Peso total dos frutos por planta (g) em $\sqrt{x + 0,5}$	N.º total de frutos por planta em $\sqrt{x + 0,5}$
Testemunha	11,43	1,74	734,6	20,00	6,38	1,92
1.000 ppm	8,47	1,45	571,6	17,00	7,24	2,00
2.000 ppm	6,49	1,24	619,5	19,00	8,58	2,34
4.000 ppm	7,03	1,24	637,9	18,60	8,69	2,41
F	1,51	1,19	1,06	0,42	1,14	0,93



## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste ensaio, permitem as seguintes conclusões:

1. Os tratamentos com ethephon não afetaram de forma significativa o peso total e o número total de frutos por planta, e o peso médio por fruto de tomateiro, obtidos durante o ciclo da planta (7/2/72 a 23/3/72).

2. O peso e o número total de frutos colhidos por planta no primeiro período (7/2/72 a 17/2/72), foram significativamente superiores nas plantas tratadas com o ácido 2-cloroetilfosfônico, sem entretanto diminuir significativamente o peso médio por fruto; verificando-se portanto significativo adiantamento na maturação.

3. O peso total dos frutos por planta e o peso médio por fruto, colhidos no segundo período (22/2/72 a 3/3/72), foram significativamente superiores nas plantas controle, sendo que a diminuição do número de frutos por planta também mostrou-se significativa.

4. O peso total e o número total de frutos por planta, além do peso médio por fruto, colhidos no terceiro período (7/3/72 a 21/3/72), foram significativamente superiores nas plantas testemunha.

5. Os tratamentos com ethephon não afetaram significativamente o peso e o número total de frutos por planta de tomateiro obtidos na totalidade das colheitas, classificados quanto à classe.

## SUMMARY

### EFFECTS OF (2-CHLOROETHYL) PHOSPHONIC ACID ON FRUIT MATURITY IN TOMATOES (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. 'São Sebastião')

Pre-harvest applications of 1000, 2000 and 4000 ppm ethephon advanced tomato fruit maturity but were without influence on the total yield and the total number of fruits per plant or the average weight per fruit.

## LITERATURA CITADA

BIALE, J. B. 1950 — Postharvest physiology of fruits. Ann. Rev. Plant Physiol. 1:183-206.

- BURG, S.P. 1962 — The physiology of ethylene formation. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 13:265-302.
- BURG, S.P. & E.A. BURG 1962 — Role of ethylene in fruit ripening. *Plant Physiol.* 37:179-189.
- BURG, S.P. & E.A. BURG 1965 — Ethylene action and the ripening of fruits. *Science* 148:1190-1195.
- GALSTON, A. W. & P. J. DAVIES 1970 — Control Mechanisms in Plant Development. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, U.S.A. 184 pp.
- HEINZE, P. H. & C. C. CRAFT 1953 — Effectiveness of ethylene for ripening tomatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 62:397-404.
- IWAHORI, S., S. BEN-YEHOSHUA & J. M. LYONS 1968 — Effect of 2-chloroethanephosphonic acid on tomato fruit development and maturation. *Bioscience* 19:49-50.
- RABINOWITCH, H. D., J. RUDICH & N. KEDAR 1970 — The effect of Ethrel on ripening of tomato and melon fruits. *Israel J. Agric. Res.* 20(1):47-50.
- ROBINSON, R. W., H. WILCZYNSKI, S. D. DENNIS & H. H. BRYAN 1968 — Chemical promotion of tomato fruit ripening. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 93:823-830.
- SIMS, W. L. 1969 — Effects of Ethrel on fruit ripening of tomatoes, greenhouse, field and post-harvest trials. *Calif. Agric.* 23(7):12-14.
- SIMS, W. L. & R. F. KASMIRE 1972 — Ethephon response favorable on fresh market tomatoes. *Calif. Agric.* 26(5):3-4.
- WARNER, H. L. & A. C. LEOPOLD, 1967 — Plant growth regulation by stimulation of ethylene production. *Bioscience* 18:109.
- WORKMAN, M. & H. K. PRATT, 1957 — Studies on the physiology of tomato fruits. II. Ethylene production at 20°C as related to respiration, ripening and date of harvest. *Plant Physiol.* 32:330-334.