

EFEITOS DO ETHEPHON (ÁCIDO 2-CLOROETIL FOSFÔNICO) NO AMADURECIMENTO DE TOMATE INDUSTRIAL CULTIVADO A CAMPO

The Effect of Ethephon (2-chloroethyl phosphonic acid) on the Ripening of field-grown Processing Tomato Fruit

Gustavo A. K. Martins\* e Jorge N. Trevisan\*

RESUMO

Soluções aquosas de ethephon (ácido 2-cloroetil fosfônico), nas concentrações de 500, 1000 e 1500 ppm, foram pulverizadas diretamente sobre folhagem e frutos das cultivares de tomateiro industrial Roma VF e Roforto VFN RS cultivadas a campo. As porcentagens de frutos verdes completamente desenvolvidos e de frutos rosados e vermelhos por ocasião da aplicação foram 66% e 5% e 50% e 6% nas cultivares Roma e Roforto respectivamente. Uma colheita única foi feita 14 dias após a aplicação e foi determinado o rendimento de frutos verdes, rosados e maduros, passados e queimados pelo sol. As cultivares responderam analogamente aos tratamentos. As concentrações foram efetivas no aumento do rendimento de frutos maduros. Foi observado efeito linear das concentrações no rendimento das diferentes categorias de frutos, apesar de as diferenças haverem sido não significativas em muitos casos.

SUMMARY

Aqueous solution of ethephon [(2-chloroethyl) phosphonic acid] at 500, 1000 and 1500 ppm were sprayed directly to the foliage and fruits of field-grown Roma VF and Roforto VFN RS using approximately 140 cc per square meter. The percentages of mature green, and pink and red fruit at the time of application were 66% and 5%, and 50% and 6% for Roma and Roforto, respectively. A single harvest was done 14 days after the application and the yields of green, pink, ripe, over-ripe and sunscalded fruit were determined. The cultivars responded similarly to the treatments. The rates of ethephon used increased the yield of ripe fruit and had linear effects on the yield of the various fruit categories even though the differences between them were not always significant.

---

\* Professores Assistentes do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. 97100 - Santa Maria, RS, Brasil.

## INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

O Ethrel, produto que contém ethephon (ácido 2-cloroetil fosfônico), começou a ser usado experimentalmente nos Estados Unidos em 1968. SIMS (6), determinou seus efeitos sobre o amadurecimento do tomate. Em 1977, na Califórnia, aproximadamente 32 mil hectares de tomateiro industrial foram tratados com Ethrel (8).

Segundo DOSTAL & WILCOX (1), a taxa normal de amadurecimento do tomate, determinada pela taxa de fixação de frutos, é função da população de plantas e da temperatura durante a estação de crescimento, podendo ser acelerada pela aplicação de ethephon para aumentar o rendimento de frutos utilizáveis relativamente ao potencial ótimo de amadurecimento normal.

A época de aplicação do ethephon em tomateiros influencia a precocidade do amadurecimento dos frutos. SIMS (6) verificou que o prazo para o amadurecimento de 80% dos frutos de tomateiros tratados com ethephon variava em função da percentagem de frutos maduros existentes nas plantas por ocasião da aplicação do tratamento.

DOSTAL & WILCOX (1) concluíram que o ethephon aplicado em tomateiros com 0, 17 e 42% de frutos maduros aumentou o rendimento de frutos maduros colhidos 14 dias após a aplicação do tratamento.

WILCOX (12) aplicou ethephon em tomateiros usando tratamentos únicos ou combinados em três épocas a intervalos de dez dias. A primeira aplicação foi feita no estágio de primeiro fruto verde completamente desenvolvido, a segunda no estágio de primeiro fruto maduro e a terceira quando 20% dos frutos estavam maduros. Ele verificou que a aplicação feita no primeiro estágio aumentou o rendimento de frutos maduros colhidos 14 dias após o tratamento, enquanto que o tratamento aplicado no segundo estágio não produziu efeito.

ROBINSON et alii (5) aplicaram 0, 1000, 5000 e 10000 ppm de Ethrel em tomateiros duas semanas antes da colheita e constataram que à medida que aumentava a concentração do produto diminuía a proporção de frutos verdes e aumentava a proporção de frutos maduros. Apesar de as concentrações mais altas terem causado clorose e epinastia nas folhas, não prejudicaram o aspecto dos frutos e a produção total.

SIMS & CAMPBELL (9) aplicaram ethephon em oito cultivares de tomateiro com percentagens de frutos rosados e vermelhos situadas entre 5 e 20% e fizeram a colheita quando 75% dos frutos haviam atingido o estágio rosado ou vermelho. Concluíram que o ethephon acelerou significativamente o amadurecimento sem afetar as características de qualidade dos frutos.

KRETCHMAN & SHORT (4) testaram cinco concentrações de ethephone e cinco volumes de solução em tomateiros com 5 a 10% de frutos rosados ou vermelhos e concluíram que todas as concentrações aumentaram a quantidade de frutos comerciáveis colhidos 16 dias após a aplicação. Observaram que o maior efeito correspondeu às concentrações mais altas. Os volumes testados foram igualmente eficientes na distribuição do ethephon, não tendo sido identificadas interações.

SPLITTSTOESSER & VANDEMARK (10) compararam o efeito do Ethrel aplicado apenas aos frutos, apenas às folhas ou em plantas inteiras de quatro cultivares de tomateiro com 10% de frutos rosados e observaram que os métodos foram igualmente eficientes na promoção do amadurecimento dos frutos.

TESI & GRAIFENBERG (11) aplicaram Ethrel nas concentrações de 0, 750, 1500 e 3000 ppm em cinco cultivares de tomateiro industrial e verificaram reação varietal, avaliada pela quantidade de frutos queimados pelo sol, somente à concentração mais alta. Eles atribuíram a reação observada à destruição da folhagem pelo tratamento.

SIMS (7, 8) afirmou que os frutos verdes completamente desenvolvidos são os que respondem ao ethephon, sendo necessário que 50 a 60% dos frutos se encontrem neste estágio por ocasião do tratamento para ser obtido um rendimento satisfatório de frutos maduros.

O objetivo deste experimento foi determinar o efeito do ethephon na maturação dos frutos das cultivares Roma VF e Roforto VFN RS de tomateiro industrial, aplicado nas concentrações de 500, 1000 e 1500 ppm.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, conduzido no campus da UFSM, foi instalado em solo da unidade de mapeamento São Pedro. A área experimental recebeu calagem e adubação de correção recomendadas pelo Laboratório de Análise de Solos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria.

Foi usado um delineamento fatorial em blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas consistiram de vinte plantas e sua área útil foi de 7,2m<sup>2</sup>. Foram usados espaçamentos de 1,2 m entre as linhas e 0,3 m entre as plantas (EMBRAPA, 2).

Foram usadas as cultivares Roma VF (Asgrow International Corporation) e Roforto VFN RS (Royal Sluis). As mudas foram obtidas pelo método preconizado por FILGUEIRA (3). As mudas foram selecionadas pela uniformidade do desenvolvimento na ocasião do transplante feito 38 dias após a sementeira, realizada em 12 de setembro de 1978. Durante a condução do experimento foram adotadas as práticas culturais recomendadas para o tomateiro industrial (2).

A época para a aplicação do ethephon foi determinada pelo método sugerido por SIMS (8), baseado na determinação das percentagens de frutos em diferentes estágios de desenvolvimento. Foram feitas duas determinações, aos 94 e 99 dias após a sementeira, quando as cultivares Roma e Roforto apresentavam 66 e 50%, respectivamente, de frutos rosados e vermelhos.

As concentrações de ethephon testadas foram 0, 500, 1000 e 1500 ppm. As soluções foram preparadas no momento da aplicação. Os tratamentos foram aplicados às duas cultivares na mesma data, com pulverizador manual, usando um litro de solução por parcela. As soluções foram aplicadas diretamente sobre as plantas, tendo sido cada parcela isolada das adjacentes por meio de um protetor plástico

móvel. As parcelas testemunhas foram pulverizadas com um litro de água.

Foi feita uma colheita única 14 dias após a aplicação dos tratamentos (1).

O caule das plantas foi cortado rente do solo e toda frutificação foi removida do local. Os frutos colhidos foram transportados para um galpão e foram classificados em cinco categorias: 1) frutos verdes; 2) frutos rosados; 3) frutos vermelhos; 4) frutos passados e 5) frutos queimados pelo sol.

Após a classificação, cada categoria foi pesada separadamente. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ( $p = 0,05$ ).

## RESULTADOS

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que não houve diferença significativa no rendimento de frutos verdes e queimados das cultivares testadas tendo sido significativamente maiores os rendimentos de frutos rosados, vermelhos e passados da cultivar Roma VF.

Os dados da Tabela 2 mostram que todas as concentrações de ethephon reduziram significativamente a proporção de frutos verdes das duas cultivares, tendo sido linear e de curvatura o efeito observado. O mesmo efeito foi observado para frutos rosados, tendo as concentrações mais altas reduzido significativamente o seu rendimento. Houve diferença entre as concentrações de ethephon no aumento do rendimento de frutos vermelhos, sendo o seu efeito linear e de curvatura. A proporção de frutos queimados pelo sol aumentou com os tratamentos, tendo sido significativa a diferença entre eles e a testemunha. Os tratamentos não tiveram efeito sobre a proporção de frutos passados, inferior à da testemunha independentemente da concentração de ethephon empregada.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados os resultados obtidos com as cultivares Roma VF e Roforto VFN RS, respectivamente.

TABELA 1. Rendimento e qualidade de frutos de duas cultivares de tomateiro industrial em Santa Maria, RS, safra 1978/79.

Cultivar	Frutos				
	Verdes	Rosados	Vermelhos	Queimados	Passados
	(g/20 plantas)				
Roma VF	13.831 a	10.603 a	17.318 a	1.756 a	2.810 a
Roforto VFN	14.500 a	8.326 b	11.008 b	1.358 a	2.220 b

Valores seguidos da mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ( $P > 0,05$ ).

TABELA 2. Efeito do ethephon no amadurecimento dos frutos das cultivares Roma VF e Roforto VFN RS em Santa Maria, RS, safra 1978/79.

Ethephon (ppm)	Frutos				
	Verdes	Rosados	Vermelhos	Queimados	Passados
	(g/20 plantas)				
0	22.071 a	10.903 a	7.342 c	477 c	3.420 a
500	13.687 b	10.658 a	13.612 b	1.318 b	2.286 b
1000	11.980 bc	8.988 b	16.737 a	2.025 ab	2.473 b
1500	8.925 c	7.400 b	18.962 a	2.408 a	1.882 b

Valores seguidos pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ( $P > 0,05$ ).

TABELA 3. Efeito do ethephon no amadurecimento dos frutos da cultivar Roma VF em Santa Maria, RS, safra 1978/79.

Ethephon (ppm)	Frutos				
	Verdes	Rosados	Vermelhos	Queimados	Passados
	(g/20 plantas)				
0	20.900 a	11.192 ab	9.450 c	502 b	4.287 a
500	15.925 ab	12.925 a	17.350 b	1.555 a	2.427 b
1000	12.275 bc	9.397 b	19.900 ab	2.200 a	2.590 b
1500	8.900 c	8.900 b	22.575 a	2.767 a	1.937 b

Valores seguidos pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ( $P > 0,05$ ).

TABELA 4. Efeito do ethephon no amadurecimento dos frutos da cultivar Roforto VFN RS em Santa Maria, RS, safra 1978/79.

Ethephon (ppm)	Frutos				
	Verdes	Rosados	Vermelhos	Queimados	Passados
	(g/20 plantas)				
0	23.242 a	10.125 a	5.235 c	452 b	2.552 a
500	11.450 b	8.882 ab	9.875 b	1.082 ab	2.145 a
1000	11.685 b	8.400 ab	13.575 ab	1.850 a	2.357 a
1500	8.950 b	5.900 b	15.350 a	2.050 a	1.827 a

Valores seguidos pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ( $P > 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

Os resultados obtidos permitiram verificar que os tratamentos não afetaram a produção total das plantas, concordando com as observações de DOSTAL & WILCOX (1) e de ROBINSON et alii (5).

A aceleração da taxa de amadurecimento dos frutos confirmou os resultados de DOSTAL & WILCOX (1), KRETCHMAN & SHORT (4), ROBINSON et alii (5), SIMS & CAMPBELL (9), SPLITTSTOESSER & VANDERMARK (10) e WILCOX (12) e o efeito linear das concentrações de ethephon sobre o acúmulo de frutos maduros concordou com os resultados obtidos por KRETCHMAN & SHORT (4) e ROBINSON et alii (5), aos 16 e 14 dias após a aplicação, respectivamente.

A diferença no rendimento de frutos vermelhos entre as cultivares comprovou a afirmativa de SIMS (6) relativa à influência da percentagem de frutos verdes completamente desenvolvidos por ocasião da aplicação do ethephon. As percentagens de frutos vermelhos obtidas neste experimento mostraram a influência da concentração da frutificação na resposta ao ethephon, tendo sido inferiores às obtidas em outros experimentos, como o de SIMS & CAMPBELL (9), onde foram usadas cultivares de frutificação mais concentrada.

O efeito das dosagens de ethephon sobre o rendimento de frutos queimados pelo sol ficou de acordo com a observação de TESI & GRAIFENBERG (11) de que a reação varietal do tratamento requer concentrações mais altas do que as que foram testadas neste experimento.

A diferença no rendimento de frutos passados das cultivares usadas confirmaram as observações de DOSTAL & WILCOX (1) de que as perdas seguem a taxa de acúmulo de frutos maduros, fazendo com que a colheita, em lavouras tratadas com ethephon, deva ser programada para maximização dos benefícios produzidos pelo tratamento. O rendimento de frutos passados foi, neste experimento, determinado incluindo os deteriorados por apodrecimento, não tendo sido feita uma determinação desta categoria separadamente. Considerando que os tratamentos com ethephon reduziram a cobertura foliar das plantas e a proporção de frutos passados, é provável que o maior rendimento de frutos nestas condições, encontrados nas plantas com cobertura foliar intacta, tenha sido devido à maior umidade nas partes inferiores das plantas onde a frequência de frutos podres foi maior.

## CONCLUSÕES

1. Diferentes cultivares de tomateiro respondem ao tratamento com ethephon nas concentrações de 1000 a 1500 ppm, devendo ocorrer diferença no rendimento de frutos maduros se feita colheita única duas semanas após a pulverização da lavoura, independente da concentração usada.

2. Concentrações de ethephon entre 1000 e 1500 ppm são igualmente eficientes no aumento da taxa de amadurecimento de tomates produzidos a campo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às firmas ROYAL SLUIS, ASGROW ITALIA e MELLO Com. Imp. e Exp. Ltda., pela doação das sementes; UNION CARBIDE DO BRASIL S.A., pela doação de Ethrel; CIBA GEIGY Química S.A., Cia. Nacional de Defensivos Agrícolas, DU PÓNT do Brasil S.A. Ind. Químicas, HOKKO do Brasil Ind. Quím. e Agropec. Ltda. e IHARABRAS S.A. Ind. Químicas, pela doação de defensivos, e aos professores Ione A. B. Pignataro e Valduíno Estefanel pela análise estatística dos resultados.

## LITERATURA CITADA

1. DOSTAL, H. C. & WILCOX, G. E. Chemical regulation of fruit ripening of field grown tomatoes (2-chloroethyl) phosphonic acid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 96(5):656-660, 1971.
2. EMBRAPA. *Sistemas de produção para o tomate industrial*. Pernambuco, EMBRAPA, 1975. 20 p. (Circular 66)
3. FILGUEIRA, F. A. R. *Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças*. São Paulo, Ceres, 1972. 451 p.
4. KRETCHMAN, D. W. & SHORT, T. H. Rate and spray gallonage for ethephon applications on processing tomatoes. *Research Summary*, Wooster, 65:11-13, 1973.
5. ROBINSON, R. W.; WILCZYNSKI, H. & DENNIS, Jr., F. G. Chemical promotion of tomato fruit ripening. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 93:823-830, 1968.
6. SIMS, W. L. *Ethrel: plant regulator for tomato fruit ripening*. Davis, Univ. California, 1972. 9 p.
7. SIMS, W. L. Update for use of Ethrel on processing tomatoes. *Vegetable Briefs*, Davis, 171:3-5, 1974.
8. SIMS, W. L. Ethephon (Ethrel, CEPHA): use of ethephon on processing tomatoes. Davis, Univ. California, 1977. 3 p. (mimeografado).
9. SIMS, W. L. & CAMPBELL, R. N. Maturity and quality response of eight processing tomato varieties to Ethrel (ethephon). Davis, nov. 1972. n. p. (Res. Rep.)
10. SPLITTSTOESSER, W. E. & VANDERMARK, J. E. Maturation, fruit size, and yield of tomatoes treated before harvest with (2-chloroethyl) phosphonic acid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 96(5):564-567, 1971.
11. TESI, R. & GRAIFENBERG, A. Risultati dell'applicazione dell'acido 2-chloroetilfosfonico (Ethrel) al pomodoro da industria per migliorare la maturazione contemporanea. *Riv. Ortoflorofruttic. Ital.*, 56:821-832, 1972.
12. WILCOX, G. E. Ethrel use in tomato hand harvest schedule. In: DOSTAL, H. C.; JOHNSON, P. E. & WILCOX, G. E. *Culture, nutrition and mechanization in tomato production*. West Lafayette, Purdue Univ., 1973. n.p. (Res. Rep.)