

EFEITO DO ÁCIDO 2-CLOROETILFOSFÔNICO (ETHEPHON) NO FLORESCIMENTO E NA FRUTIFICAÇÃO DO PEPINO (*Cucumis sativus* L.)\*

Manuel Gabino Crispin Churata-Masca  
Marcel Awad\*\*

1. INTRODUÇÃO

A expressão do sexo, no pepino, é governada por fatores genéticos. Entretanto, alguns fatores do meio ambiente (temperatura, fotoperíodo, luminosidade e teor de N no solo), assim como vários reguladores de crescimento (etileno, auxinas, giberelinas e outros), exercem também uma influência importante na expressão do sexo desta cucurbitácea (2, 6, 8, 10, 12).

As aplicações do ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon), um gerador de etileno, em plântulas de pepino, têm resultado numa mudança da expressão do sexo, promovendo aumento do número de flores femininas e uma redução do número de flores masculinas (4, 7).

O "ethephon", além de aumentar o número de flores femininas, induz a localização destas flores em nós mais baixos, provoca um florescimento feminino mais precoce (9, 11) e causa uma diminuição no tamanho das plantas de pepino (5).

O aumento de flores femininas apresenta importância potencial no aumento do número de frutos de pepino (1, 5), enquanto a redução do florescimento masculino é muito importante no seu melhoramento genético. Entretanto, seria mais interessante uma inibição total do florescimento masculino.

O objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos do "ethephon" na modificação da expressão do sexo e na frutificação do pepino, assim como suas implicações e aplicações nesta cultura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos em Jaboticabal, SP, em condições de estufa, sob luz natural, utilizando o cultivar de

---

\* Parte da tese apresentada à F.M.V.A. de Jaboticabal, SP, pelo primeiro autor, para obtenção do título de "Doutor em Ciências".

Aceito para publicação em 3-7-1974.

\*\* Respectivamente, Professor Assistente Doutor da F.M.V.A. de Jaboticabal, SP e Professor Titular da F.F.C.L. de Ribeirão Preto, SP.

pepino monóico Aoday.

No primeiro experimento foi estudado o efeito de doses crescentes do "ethephon" (0, 100, 200 e 400 ppm). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 5 repetições e uma planta por repetição. Em 16-11-71 foi feita a semeadura em vasos de cerâmica, contendo 6 litros de solo latosol roxo adubado. Os tratamentos foram aplicados por pulverização quando as plântulas apresentavam 4 folhas definitivas (24 dias após a semeadura). Todas as soluções aquosas de "ethephon" receberam o espalhante-adesivo Extravon (alquil fenol poliglicol eter), na dose de 0,1 ml/litro de solução. O tratamento testemunha constou somente de água e espalhante-adesivo. Os tratamentos culturais foram os normais da cultura, incluindo estaqueamento vertical e tratamentos fitossanitários uniformes. Não foram feitos nem desbrota nem poda nos ramos das plantas. As observações do florescimento das plantas foram feitas diariamente. Os frutos, depois de colhidos em estágio de consumo, foram classificados em comerciáveis e refugos, sendo depois determinados o seu peso e comprimento. Foram considerados refugos todos os frutos com menos de 10 cm e/ou com a parte apical afinada ou defeituosa.

No segundo experimento, estudou-se o efeito de aplicações sucessivas de "ethephon", por um longo período, conforme exposto no quadro 1.

QUADRO 1 - Aplicações de "ethephon", por pulverização, em plantas de pepino

Tratamentos	Datas das aplicações (1972)				
	17/09	01/10	11/10	22/10	06/11
Testemunha	-	-	-	-	-
"Ethephon" 500 ppm, 1 vez	500	-	-	-	-
"Ethephon" 500 ppm, 1 vez + (250 ppm, 1 vez)	500	250	-	-	-
"Ethephon" 500 ppm, 1 vez + (250 ppm, 2 vezes)	500	250	250	-	-
"Ethephon" 500 ppm, 1 vez + (250 ppm, 3 vezes)	500	250	250	250	-
"Ethephon" 500 ppm, 1 vez + (250 ppm, 4 vezes)	500	250	250	250	250

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 4 repetições e uma planta por repetição. A semeadura ocorreu em 28-8-72, em condições similares às do 1º experimento. As aplicações com "ethephon" foram iniciadas 20 dias após a semeadura, quando as plântulas apresentavam 2 folhas definitivas. Os tratamentos culturais e fitossanitários foram semelhantes aos do 1º experimento. As observações do florescimento foram feitas diariamente, na haste principal. Os frutos maduros foram colhidos, contados e pesados, e em seguida foi determinada a % de germinação das sementes. Determinou-se também o comprimento e o número de internódios da haste principal. Os

dados de ambos os experimentos foram analisados estatisticamente, segundo GOMES (3).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho mostra que o ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) é um regulador de crescimento de ação muito eficiente na modificação da expressão do sexo do pepino.

No primeiro experimento, o "ethephon" comportou-se como um promotor da feminilidade do pepino monóico Aoday e a dose de 400 ppm aumentou significativamente o número de flores femininas por planta (quadro 2). A passagem dos botões florais de pepino por uma fase bisexual (2) possibilitou mudanças em direção do florescimento feminino ou masculino. Neste experimento o "ethephon" foi o responsável pela promoção da feminilidade. O efeito mais pronunciado da concentração maior (400 ppm) é, provavelmente, em razão do fato desta aplicação ter possibilitado o depósito, na planta, de maior quantidade de "ethephon" e por tempo mais prolongado.

As aplicações de "ethephon" promoveram também a precocidade do florescimento feminino, em termos de número de flores femininas precoces por planta (quadro 2). Resultados similares foram encontrados também por RUDICH *et alii* (11). As aplicações sucessivas de "ethephon" no segundo experimento induziram atraso significativo na floração feminina, aumentando o número do nó da antese da 1.<sup>a</sup> flor feminina (quadro 3). Estes resultados indicam que existe uma concentração crítica, acima da qual o regulador de crescimento promove um atraso na floração feminina.

Outro efeito do "ethephon" foi o de promover uma concentração das flores femininas na haste principal mais do que nas hastes secundárias do pepino (figura 1). Este efeito torna-se importante, uma vez que permitiria, desde que houvesse interesse, concentrar os frutos nas hastes principais.

A diminuição do florescimento masculino é de interesse na hibridação de pepino. Este efeito foi obtido claramente no primeiro experimento (quadro 2). No segundo experimento foi obtida, não somente uma diminuição no número de flores masculinas, mas também a inibição total do florescimento masculino (quadro 3 e figura 2). Estes resultados indicam que a aplicação de 500 ppm de "ethephon" no estágio de plântula, seguida de duas aplicações de 250 ppm, foi suficiente para causar uma inibição total da formação de flores masculinas, transformando plantas, normalmente monóicas, em plantas completamente ginóicas e abrindo perspectivas muito promissoras na produção de híbridos F<sub>1</sub> de pepino. IWAHORI *et alii* (4) aplicaram "ethephon" aos 10, 17 e 24 dias após a semeadura, sem conseguir, entretanto, inibir completamente a floração masculina de plantas de pepino.

O quadro 2 mostra que o número e o peso dos frutos comerciais/planta, assim como o peso médio/fruto, não foram alterados significativamente pelas aplicações de "ethephon". Entretanto, o número e peso dos frutos precoces comerciais/planta aumentaram significativamente nas plantas tratadas com o regulador (quadro 2), enquanto o comprimento médio dos frutos precoces não foi afetado.

QUADRO 2 - Efeito de doses crescentes de "ethephon" no florescimento e na frutificação do pepino

TRATAMENTOS	Número de flores/planta			Frutos comerciáveis			Frutos precoces comerciáveis		
	♀ Total	♀ Preco- ces (1,2)	♂ Total	Número/ planta	Peso/ planta (g)	Peso médio/ fruto (g)	Número/ planta (1,2)	Peso/plan- ta (g) (1,2)	Comprimento médio/ fruto (cm)
Testemunha	2,8 a (3)	0,7 a	196,6 a	3,6	974,4	295,0	0,7 a	0,7 a	17,0
"Ethephon", 100 ppm	3,3 ab	1,7 b	44,2 b	3,6	875,8	239,3	1,3 ab	14,6 b	16,0
"Ethephon", 200 ppm	6,3 ab	2,6 c	15,6 b	5,0	1030,2	207,6	1,8 b	22,5 b	14,2
"Ethephon", 400 ppm	7,0 b	2,5 bc	24,2 b	4,6	1099,0	252,5	1,7 b	23,4 b	15,4
F	5,90*	17,95**	16,38**	0,67 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	2,56 <sup>ns</sup>	12,89**	16,79**	1,3 <sup>ns</sup>
IMS, Tukey 5%	3,8	0,9	74,5	-	-	-	0,6	10,7	-
CV em %	36,6	24,8	42,6	46,2	36,6	20,4	22,6	37,4	14,5

\* e \*\* significativos ao nível de 5% e 1% respectivamente

(1) Flores e frutos precoces: 50 e 60 dias após a semeadura respectivamente

(2) Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$ , para análise de variância

(3) As médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5%.

QUADRO 3 - Efeitos de aplicações sucessivas de "ethephon" no florescimento, na frutificação e no crescimento do pepino

TRATAMENTOS	Nº do nó da antese da 1.ª flor	Nº flores / 4 plantas				Número de frutos na planta	Peso dos frutos maduros/planta (g)	Produção de sementes/planta (g)	Germinação das sementes (%)	Comprimento da haste principal (cm)	Comprimento dos ternódios (cm)
		Haste principal		Total							
		σ	♀	σ	♀						
Testemunha	(1)	413	2	504	13	1,5	852,5 a	91,5 a	99,2	346,7 a	10,9 a
"Ethephon" 500 ppm, 1 vez	7,0 a(2)	101	19	136	19	1,5	626,3 ab	87,8 ab	98,7	249,0 b	8,8 ab
"Ethephon" 500 ppm, 1 vez + (250 ppm, 1 vez)	15,5 b	4	35	4	46	1,3	763,6 ab	75,0 c	98,0	230,0 bc	6,6 bc
"Ethephon" 500 ppm, 1 vez + (250 ppm, 2 vezes)	19,5 bc	0	49	0	54	1,5	743,8 ab	80,8 b	97,0	216,5 bc	5,9 c
"Ethephon" 500 ppm, 1 vez + (250 ppm, 3 vezes)	22,3 c	0	31	0	43	1,5	601,3 ab	62,5 d	98,2	209,5 bc	5,5 c
"Ethephon" 500 ppm, 1 vez + (250 ppm, 4 vezes)	20,3 c	0	22	0	37	1,0	526,3 b	35,3 c	98,5	189,0 c	4,5 c
F	21,4**	-	-	-	-	0,72ns	3,83*	3,46*	0,49	23,49**	21,09**
DMS, Tukey 5%	5,5	-	-	-	-	-	294,9	5,1	-	52,9	2,32
CV em %	14,1	-	-	-	-	25,7	18,1	20,9	3,1	9,6	2,4

\* e \*\* significativos ao nível de 5 e 1% respectivamente

(1) Não incluído na análise estatística

(2) As médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5%.

As aplicações sucessivas de "ethephon" não aumentaram significativamente o número de frutos maduros/planta, verificando-se, entretanto, que, com 5 aplicações do produto, o peso dos frutos maduros/planta foi significativamente menor que no tratamento testemunha (quadro 3). Igualmente, constatou-se que

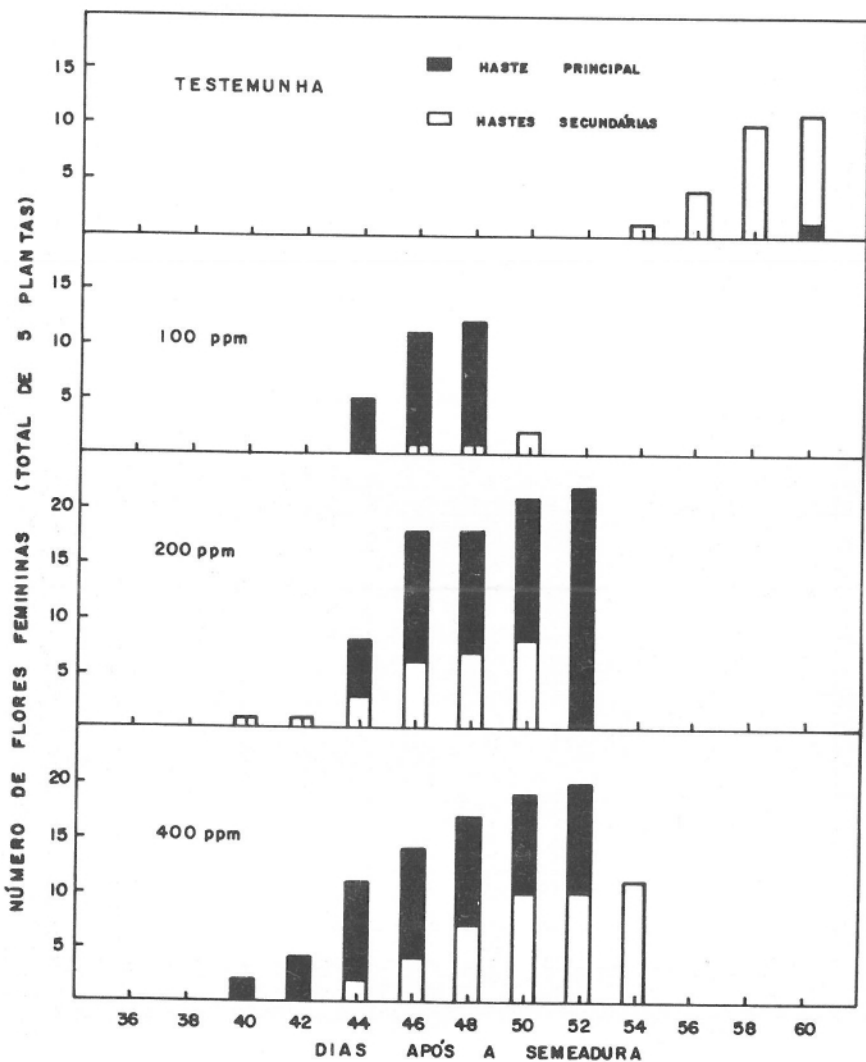


FIGURA 1 - Efeitos de doses crescentes de ethephon (0, 100, 200 e 400 ppm) no florescimento feminino nas hastes principais e secundárias do pepino.

quando foram efetuadas várias aplicações de "ethephon", o peso das sementes produzidas foi significativamente menor de que quando o produto foi submetido a uma só ou a nenhuma aplicação (quadro 3). A porcentagem de germinação das sementes produzidas pelas plantas tratadas não foi alterada significativamente. Estes resultados indicam que, embora o "ethephon" promova o aumento do número de flores femininas e do número total de frutos de pepino [1, 5], não ocorre um aumento concomitante do número de frutos comerciáveis. Por outro lado, os mesmos resultados apontam que o "ethephon" é um produto promissor para a produção precoce de frutos de pepino.

A diminuição significativa do comprimento da haste principal e do comprimento médio dos internódios nas plantas tratadas com "ethephon" (quadro 3) indica que este produto exerce uma ação retardadora do crescimento das plantas de pepino. Duas ou mais aplicações de "ethephon" reduziram simultânea e significativamente o comprimento da haste principal e o comprimento médio dos internódios. A obtenção de plantas menores pode ser vantajosa em culturas comerciais ou em condições de estufa, facilitando o trato das plantas sem afetar o tamanho das suas folhas, de acordo com as observações feitas durante o

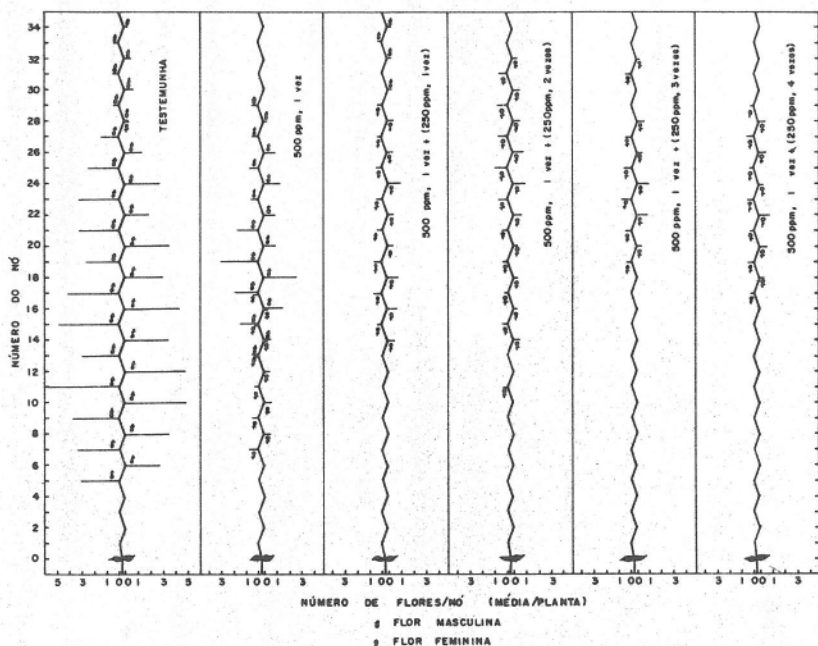


FIGURA 2 - Efeito de aplicações sucessivas de ethephon na produção do pepino monóico em pepino ginoico.

ensaio. KARCHI e GOVERS (5) verificaram também o efeito retardador do crescimento causado pelo "ethephon".

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram realizados dois experimentos em condições de estufa em Jaboticabal, SP, utilizando-se plantas de pepino (*Cucumis sativus* L. cv. Aoday), cultivadas em vasos de cerâmica. O estudo teve por objetivo observar a influência do ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon), na modificação da expressão do sexo e na produção de frutos e de sementes de pepino. No primeiro experimento aplicaram-se, por pulverização, doses crescentes de "ethephon" (0, 100, 200 e 400 ppm) em plântulas de pepino com 4 folhas definitivas. No segundo experimento, aplicaram-se doses sucessivas do mesmo regulador em plântulas de pepino, a partir do estágio de 2 folhas definitivas. Na primeira pulverização aplicou-se a dose de 500 ppm e nas seguintes, doses de 250 ppm do produto.

Os resultados obtidos neste trabalho permitem as seguintes conclusões:

O "ethephon" promoveu significativamente o florescimento feminino do pepino e a precocidade deste florescimento, induzindo também maior concentração de flores femininas na haste principal. Por outro lado, as aplicações sucessivas de "ethephon" causaram um atraso significativo na antese da 1ª flor feminina.

O "ethephon" induziu uma diminuição significativa do número de flores masculinas quando foi aplicado uma vez. A inibição do florescimento masculino foi completa nas plantas que receberam três aplicações sucessivas, tornando plantas tipicamente monóicas em ginóicas.

O "ethephon" não afetou significativamente o número e o peso médio dos frutos comerciáveis, mas aumentou significativamente a produção precoce de frutos comerciáveis. As aplicações sucessivas do produto não afetaram a produção de frutos maduros/planta, mas o seu peso e a produção de sementes diminuiu significativamente, à medida que o número de aplicação de "ethephon" aumentava, sem alterar a porcentagem de germinação das sementes.

As aplicações sucessivas do regulador ocasionaram uma diminuição significativa do comprimento da haste principal e do comprimento médio dos internódios das plantas de pepino.

#### 5. SUMMARY

Two experiments were performed under greenhouse conditions to study the effects of ethephon (2-chloroethylphosphonic acid), on sex expression, growth and production of the monoecious cucumber (*Cucumis sativus* L.) 'Aoday' cultivar. The applications were made by spraying to runoff at the seedling stage or at various other stages of plant development.

Increasing ethephon concentrations (100, 200 and 400 ppm) caused significant increases in the number of pistillate (female) flowers which were located primarily on the main stem. The same ethephon concentrations caused a significant decrease in the number of staminate (male) flowers, and in the formation of these flowers at higher nodes. The application of

500 ppm of ethephon at the seedling stage followed by two applications of 250 ppm was effective in transforming monoecious cucumber plants into completely gynoecious plants. The ethephon treatments of 200 and 400 ppm resulted in significant increases in the early yield of plants. However, at the end of the growth cycle, the marketable fruit production of treated plants was not statistically different from that of control plants. The application of several ethephon sprays did not affect the number of mature fruits produced per plant or seed germination percentage but reduced significantly plant height and internode length.

#### 6. LITERATURA CITADA

1. CHURATA-MASCA, M.G.C.; CASTRO, P.R.C.; AWAD, M. Influência do ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) na modificação da expressão do sexo e produção do pepino (*Cucumis sativus* L.). *Rev. Agric.* Piracicaba (no prelo). 1974.
2. GALUN, E.; JUNG, Y.; LANG, A. Culture and sex modification of male cucumber buds in vitro. *Nature*. 194:596-8. 1962.
3. GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 4ª ed. Piracicaba, E.S.A.L.Q., 1970, 430 p.
4. IWAHORI, S.; LYONS, J.M.; SMITH, O.E. Sex expression in cucumber plants as affected by 2-cloroethylphosphonic acid, ethylene and growth regulators. *Plant Physiol.* 46: 412-5. 1970.
5. KARCHI, K. & GOVERS, A. Effects of ethephon on vegetative and flowering behavior in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:357-60, 1972.
6. KOOISTRA, E. Femaleness in breeding glasshouse cucumbers. *Euphytica*. 16:1-17. 1967.
7. McMURRAY, A.L. & MILLER, C.H. Cucumber sex expression modified by 2-chloroethanephosphonic acid. *Science*. 162. 1397-8. 1968.
8. PETERSON, C.E. & ANHDER, L.D. Induction of staminate flowers in gynoecious cucumbers with gibberellin A<sub>3</sub>. *Science*, 131:1673-4. 1960.
9. RUDICH, J.; HALEVY, A.H.; KEDAR, N. Increase in femaleness of three cucurbits by treatment with ethrel, an ethylene releasing compound. *Planta*, 86:69-76. 1969.
10. —. Ethylene evolution from cucumber plants as related to sex expression. *Plant Physiol.* 49:998-9. 1972.
11. RUDICH, J.; KEDAR, N.; HALEVY, A.H. Changed sex expression and possibilities for F<sub>1</sub> hybrid seed production in some cucurbits by application of ethrel and Alar (B-995). *Euphytica*. 19:47-53. 1970.

12. SHIFRISS, O. Sex control in cucumbers. *J. Heredity*. 52:5-12. 1961.