

EFEITOS DE ETHEPHON E URÉIA NA MORFOLOGIA
E PRODUTIVIDADE DO MILHO (*Zea mays* L.)*

PAULO R.C. CASTRO**

RESUMO

Ethephon é um regulador vegetal capaz de liberar etileno, que por sua vez atua como um retardador de crescimento por inibir o transporte de auxinas. A uréia pode incrementar o efeito do ethephon ou exercer um efeito oposto como fonte de nitrogênio. Estes compostos foram utilizados em plantas de milho visando modificar a dominância apical e conseqüentemente a época de alongamento da inflorescência, a altura da planta e a posição da espiga superior. Ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) foi pulverizado em *Zea mays* cv. Piranão VF-2 38 dias após a semeadura, nos tratamentos: ethephon 500 ppm, ethephon

* Entregue para publicação em 14/05/1982

** Departamento de Botânica, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

500 ppm + uréia 2%, ethephon 1.000 ppm, ethephon 1.000 ppm + uréia 2%, ethephon 1.500 ppm e ethephon 1.500 ppm + uréia 2%, além do controle. O regulador vegetal promoveu precocidade no alongamento da inflorescência masculina da planta de milho. Ethephon causou redução na altura da planta de milho 'Piranão VF-2'. A altura da espiga superior foi diminuída com ethephon ou ethephon + uréia. A distância da espiga superior ao ápice foi reduzida com ethephon por causar diminuição no comprimento dos meristemas apicais. As modificações na época de alongamento da inflorescência masculina revestem-se de importância para a produção de híbridos de linhagens, sendo que reduções na dominância apical poderiam aumentar a prolificidade e consequentemente a produção.

INTRODUÇÃO

A aplicação de reguladores vegetais em milho pode promover o aparecimento da espiga e seu desenvolvimento, de maneira que a mesma esteja apta para a polinização no momento da antese. A maioria dos reguladores vegetais que diminuem a dominância apical (do pendão) também se translocam para a espiga, causando problemas (ANDERSON, 1967).

Parece que a espiga requer elementos nutricionais para se expandir. O equilíbrio na concentração de hormônios vegetais também é importante. Sabe-se que a região apical do coleoptile produz ácido indolilacético (IAA) que por difusão para as folhas verdadeiras inibe seu crescimento alterando o equilíbrio entre ácido gibe

rêlico (GA) e IAA nestas folhas. Para uma taxa máxima de crescimento é essencial um certo equilíbrio entre GA e IAA. A um determinado teor de GA, um nível mais alto ou mais baixo de IAA em relação ao nível ótimo, reduz o crescimento foliar. No caso do coleoptile, aplicação de GA nas folhas aumenta seu crescimento, o que sugere que uma concentração excessiva de auxina é a situação normal. O efeito estimulador do GA pode ser revertido por IAA adicional. Consideramos que a espiga também se desenvolve sob uma condição de excesso de auxina por influência do pendão (ANDERSON, 1967)

Plantas de populações tolerantes a competição mostraram a metade do teor de IAA no pendão em relação às plantas de populações intolerantes. Os pendões macho estéreis apresentaram a metade do conteúdo de IAA com relação às respectivas correspondentes férteis. Outro método para testar a dominância do pendão consiste em relacionar o espaçamento com o número de plantas que apresentam duas espigas. Verificou-se que no plantio de 1, 2 e 20 mil plantas por hectare, aqueles genótipos tolerantes produziram grande número de plantas com duas espigas sob baixas populações. Os híbridos intolerantes, que possuem altos níveis de IAA no pendão, produziram apenas uma espiga sob baixas populações. Estes resultados sugerem que a seleção do milho, para uma única espiga, deve ser realizada através da dominância do pendão. Estes são os tipos que irão mostrar-se estéreis quando plantados em populações com altas densidades (ANDERSON, 1967).

Observou-se no estudo da resposta de mutantes anões de *Zea mays* a aplicações de giberelinas e auxinas, que as plantas que respondem positivamente à giberelina contêm aproximadamente o mesmo nível de IAA endógeno que a planta normal. Aquelas que não reagem à giberelina contêm teores mais baixos de IAA, sendo que o tratamento com giberelina aumenta muito pouco a concentração de IAA endógeno (BOUILLENNE-WALRAND, 1960).

Tratamento de sementes de milho com GA produziu efeitos favoráveis no desenvolvimento de dois cultivares e desfavoráveis em um terceiro cultivar. Plantas pulverizadas com GA mostraram diminuição na produção de semen

tes e silagem (ZHURAVLEV & SMIRNOV, 1961). Aplicação de GA em diferentes estágios de crescimento do milho promoveu aumento na altura da planta, porém não afetou o peso de silagem e das espigas (ALDER *et alii*, 1959).

Aplicação de CCC em milho provocou redução na produção de sementes. Este retardador de crescimento afeta a síntese de GA endógeno (SCHENEE, 1965). Verificou-se que aplicação de GA diminuiu a inibição no crescimento do milho causada pelo tratamento com hidrazida maleica. O GA ou hidrazida maleica, aplicados separadamente ou em combinação, aumentaram o nível de GA endógeno nas folhas. Por outro lado, aplicação de IAA não afetou os teores de IAA nas folhas de milho (BOUILLENNE - WALRAND, 1958).

Imersão das sementes de milho 'Hybrid-14' por 24 horas em soluções de 2,4-D, IAA e NAA (5, 10 e 20 ppm) revelou que nenhuma das três auxinas alterou a época de florescimento, mas aumentaram a altura e produção das plantas tratadas, tendo sido mais eficientes as duas concentrações mais altas de 2,4-D (KHALIL, 1965).

Notaram-se que aplicações de GA aumentaram a altura do milho 'Piranão', sendo que este efeito foi verificado por um período de 30 dias após a pulverização do regulador vegetal, sendo que estas aplicações não modificaram outras características do cultivar. Tratamentos com CCC, BNOA e IAA não alteraram as características morfológicas e a produtividade do milho (MITIDIERI *et alii*, 1974).

Tratamento de milho híbrido nos estágios de 8 e 13 folhas com 0,2, 0,4 e 1,6 kg/ha de ethephon foi realizado na Jugoslávia. Aplicação de ethephon 1,6 kg/ha reduziu o crescimento do colmo em 33%, mostrando 269 cm no controle e 180 cm nas plantas tratadas. A altura da espiga foi também diminuída de 108 para 72 cm do solo. A produção de sementes por planta foi reduzida de 225 para 207 g (8%), mas a diferença não se mostrou significativa (GEORGIEV, 1971). Aplicação de 1,5 e 3,0 kg i.a. ethephon/ha, em milho irrigado, reduziu a altura do colmo e inibiu o desenvolvimento do ápice, produzindo um

colmo mais vigoroso, sem afetar o número de folhas, espigas e a produção de sementes (ANÔNIMO, 1971).

Aplicação de 600 g/ha de ethephon em milho, reduziu a alongação dos meritalos, promoveu o desenvolvimento de raízes adventícias, modificou o pendão, diminuiu a ocorrência de acamamento e aumentou a produção de sementes. A produtividade aumentou de 8 a 12% com aplicação de 6 a 25 g de ethephon/ha, antes do lançamento do pendão (HATLEY, 1974).

Dois cultivares de milho foram semeados em uma densidade de 60 mil plantas por hectare, sendo fornecida adubação com NPK e mantida umidade adequada no solo. Sete e oito semanas após a emergência foi aplicado 0,7 kg de ingrediente ativo de ethephon/ha de maneira uniforme no bloco ou deixando-se linhas sem o tratamento. Ethephon aumentou a produção de sementes, eliminou o acamamento, incrementou a taxa assimilatória líquida e taxa de crescimento da cultura, reduziu porém o índice de área foliar (MARAIS & GRAVEN, 1974).

Milho sob densidade de 64.030 plantas/ha foi tratado com ethephon 36 e 48 kg/ha, misturado ou não com uréia 10 e 15 kg/ha. Verificou-se acamamento de 95,2% das plantas controle, reduzindo a produção de colmos em 40,6% e a produção de sementes de 12,93 t/ha nas plantas tratadas com ethephon sem acamamento, a 7,72 t/ha. As diferentes concentrações de ethephon e uréia aplicadas, não afetaram a produção de sementes. Ensaios com dois cultivares sob altas e baixas densidades de plantio, mostraram que ethephon não deve ser aplicado em baixas densidades de plantio, exceto quando ocorre muito acamamento ou quando o espaçamento é reduzido e se deseja diminuir a altura do colmo e o acamamento (LINDERT & THOMAS, 1976).

Foi observado o efeito de ethephon 3.000 ppm de 10 a 37 dias após a germinação das plantas de milho, na morfologia e nos componentes da produção. A altura da planta e da espiga foram diminuídas com aplicações no 19º dia e posteriores. A redução em altura foi promovida pela diminuição no comprimento dos meritalos que foi mais evidente com aplicação de ethephon 34 dias após a ger-

minação. A produção de sementes foi também reduzida, estando relacionada com a altura da planta. O regulador vegetal não evitou a ocorrência do acamamento (EFRON & POLLAK, 1978).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Horto Experimental do Departamento de Botânica da E.S.A. "Luiz de Queiroz", sendo que o milho (*Zea mays* cv. Piranão VF-2) foi semeado em 20/12/80 em vasos de cerâmica com capacidade de 14 litros, contendo 12 litros de terra constituída de argila, areia e matéria orgânica na proporção de 2 : 1 : 1. Estes vasos foram colocados sob condições ambientais naturais. Tendo-se mantido uma planta por vaso, realizou-se em 27/01/81, aplicação de ethephon (ácido 2-cloroetil fosfônico) 500 ppm, ethephon 500 ppm + uréia 2%, ethephon 1.000 ppm, ethephon 1.000 ppm + uréia 2%, ethephon 1.500 ppm e ethephon 1.500 ppm + uréia 2%, além do controle. Efetuou-se a pulverização de 250 ml da solução por planta, tendo-se adicionado o espalhante adesivo Novapal 0,1% em todos os tratamentos. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com 7 tratamentos de oito repetições. Procedeu-se à comparação de médias pelo teste de Tukey, calculando-se a diferença mínima significativa (D.M.S.) ao nível de 5% de probabilidade. Em 04/02/81 foi observado o florescimento masculino das plantas e os sintomas de toxidez. A altura da planta (do colo à base da folha apical) foi determinada em 20/02/81, assim como a altura da espiga superior (do colo à base da espiga apical) e a distância da espiga superior ao ápice, em centímetros. Na colheita foi verificado o peso (g) da espiga e das sementes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao florescimento masculino das plantas, determinado em 04/02/81, notou-se que o alongamento da in-

Tabela 1 - Efeitos de ethephon e uréia na altura da planta de milho em cm (A), altura da espiga superior em cm (B), distância da espiga superior ao ápice em cm (C), peso da espiga em g (D) e peso das sementes em g (E). Valores de F, teste Tukey (5%) e coeficiente de variação.

Tratamento	A	B	C	D	E
Controle	203,62	136,00	68,37	99,82	72,47
Ethephon 500 ppm	157,00	110,00	47,00	71,29	56,12
Ethephon 500 ppm+uréia 2%	175,25	111,37	63,87	64,76	55,15
Ethephon 1.000 ppm	141,12	104,50	36,75	75,20	56,14
Ethephon 1.000 ppm+uréia 2%	155,50	105,37	49,62	60,02	41,82
Ethephon 1.500 ppm	129,25	98,75	30,50	49,25	34,50
Ethephon 1.500 ppm+uréia 2%	152,75	113,00	39,55	49,34	34,64
F (trat.)	12,52**	6,00**	9,84**	1,73 ^{ns}	1,59 ^{ns}
D.M.S. (5%)	29,77	21,18	19,39	57,97	47,75
C.V. (%)	12,15	12,36	26,26	56,13	61,88

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade
^{ns} Não significativo.

florescência masculina tinha ocorrido em todos os tratamentos com ethephon, mas não tinha se verificado nas plantas controle. HATLEY (1974) também notou modificações no pendão de plantas de milho tratadas com ethephon.

No que se refere aos sintomas de toxidez, observou-se que os tratamentos com uréia provocaram necrose foliar semelhante ao quadro sintomatológico que as plantas apresentam sob pronunciado estresse hídrico, sendo que a região mais necrosada localizava-se na zona apical dos limbos foliares.

Verificou-se pela Tabela 1, que as plantas tratadas com ethephon 1.500 ppm, ethephon 1.000 ppm, ethephon 1.500 ppm + uréia 2%, ethephon 1.000 ppm + uréia 2% e ethephon 500 ppm apresentaram altura inferior à das plantas controle. Aplicação de ethephon 1.000 e 1.500 ppm reduziu significativamente a altura da planta de milho em relação ao tratamento com ethephon 500 ppm + uréia 2%. Estes dados mostram que o ethephon atuou como um retardador de crescimento (provavelmente inibindo a translocação do ácido indolilacético endógeno), podendo-se notar que os tratamentos com as mais altas concentrações do regulador vegetal mostraram-se mais eficientes em retardar o crescimento. A uréia, ao invés de incrementar o efeito do ethephon, como ocorre em diversas espécies vegetais, reduziu a ação do regulador vegetal, atuando possivelmente como uma fonte de nitrogênio para o crescimento da planta de milho. Diminuição na altura do colmo de milho por efeito do ethephon foi também obtida por GEORGIEV (1971), ANÔNIMO (1971) e EFRON & POLLAK (1978).

Todos os tratamentos com ethephon ou ethephon + uréia reduziram a altura da espiga superior do milho 'Pirãão VF 2'. Aplicação de ethephon 1.500 ppm diminuiu a altura da espiga de 136,0 para 98,7 cm (Tabela 1). Redução na altura da espiga com utilização de ethephon foi também notada por GEORGIEV (1971) e EFRON & POLLAK (1978).

A distância da espiga superior ao ápice foi diminuída com aplicação de ethephon 1.500 e 1.000 ppm, ethephon 1.500 ppm + uréia 2% e ethephon 500 ppm (Tabela 1), notando-se redução no comprimento dos meristemas apicais. Pulverização com ethephon 500 ppm + uréia 2% e ethephon

1.000 ppm + uréia 2% não reduziu a distância da espiga superior ao ápice possivelmente devido ao efeito do nitrogênio proveniente da uréia no crescimento em contraposição ao efeito retardador do etileno proveniente do ethephon.

Não se observaram diferenças significativas no peso das espigas e das sementes obtidas, pelo teste utilizado (Tabela 1). Notou-se porém uma tendência de redução no peso das espigas e das sementes nas plantas tratadas com ethephon e ethephon + uréia, principalmente nas concentrações mais altas do regulador vegetal. Aumentos na produção de milho com a utilização de ethephon foram obtidos por HATLEY (1974) e MARAIS & GRAVEN (1974), diferenças não significativas foram observadas por GEORGIEV (1971) e ANÔNIMO (1971), sendo que EFRON & POLLAK (1978) notaram redução na produção.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos podemos afe-
rir as seguintes conclusões:

- a. Aplicação de ethephon promove precocidade no alongamento da inflorescência masculina da planta de milho.
- b. Ethephon causa redução na altura da planta de *Zea mays*.
- c. A altura da espiga superior é diminuída com ethephon ou ethephon + uréia.
- d. A distância da espiga superior ao ápice é reduzida com ethephon por causar diminuição no comprimento dos meristemas apicais.

SUMMARY

EFFECTS OF ETHEPHON AND UREA ON THE MORPHOLOGY AND PRODUCTIVITY OF MAIZE (*Zea mays* L.)

An experiment under natural environment conditions was carried out to investigate the effects of ethephon and urea on tassel elongation and apical dominance. *Zea mays* cv. Piranão VF-2 plants were sprayed 38 days after sowing with ethephon (2-chloroethane phosphonic acid) 500 ppm, ethephon 500 ppm plus urea 2%, ethephon 1,000 ppm, ethephon 1,000 ppm plus urea 2%, ethephon 1,500 ppm, and ethephon 1,500 ppm plus urea 2%. The chemical accelerated tassel elongation as related to the control. Ethephon retarded apical growth and reduced plant height. The height of apical ear was reduced by ethephon or ethephon plus urea. The growth regulator reduced the length of apical internodes of the plants.

LITERATURA CITADA

- ALDER, E.F.; LEBEN, C.; CHICHUK, A., 1959. Effects of gibberellic acid on corn (*Zea mays* L.). Agronomy Journal 51: 307-308.
- ANDERSON, I.C., 1967. Plant characteristic that affect yield. 22nd. Hybrid Corn Industry - Research Conference 22: 71-73.
- ANÔNIMO, 1971. Annual Report 1970-1971. Department of Research and Specialist Services, Henderson Research Station, Salisbury, Rhodesia, 46 p.
- BOUILLENNE-WALRAND, M., 1958. Gibberellins, auxin, factors in higher plants. Bull. Soc. Roy. Sci. Liège 27: 227-245.

- BOUILLENNE-WALRAND, M., 1960. Concerning the response of dwarf mutant of *Zea mays* to applications of gibberellic acid, gibberellin, and beta - indoleacetic acid. Mededel. Landbouwhogeschool en Opzoeekingsta^t Staat Gent 25: 1159-1163.
- EFRON, Y.L.; POLLAK, D., 1978. The effect of Ethrel on morphology and yield in maize. Hassadeh 58: 1735 - 1738.
- GEORGIEV, T.M., 1971. Effect of Ethrel for decreasing stem length in maize. Rasteviev dni Novki 8: 23-28.
- HATLEY, O.E., 1974. The response of corn, *Zea mays* L., and soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill, to soil and foliar applications of growth regulating compounds. Diss. Abstr. Intern. 34: 3582.
- KHALIL, A.I., 1965. Effects of 2,4-D, IAA and NAA upon the yield of *Zea mays* Linn. Indian J. Agric. Sci. 35: 29-31.
- LINDERT, M.J.A. VAN; THOMAS, P.E.I., 1976. Maize growth regulator experiment. Annual Report, Weed Research Team 1974-1975. 30-33.
- MARAIS, J.N.; GRAVEN, E.M., 1974. A preliminary investigation into the effects of modified canopy architecture by means of Ethrel on yields of maize. Crop Production 3: 75-78.
- MITIDIERI, J.; CASTRO, P.R.C.; MALAVOLTA, E.; MORAES, R. S., 1974. Efeitos da aplicação de reguladores de crescimento e características do milho (*Zea mays* L. cv. 'Piranão'). An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz" 31: 51-61.
- SCHENEE, M., 1965. The effect of chlorocholine chloride (CCC) on the growth and development of grain. Albrecht Thaer Arch. 9: 731-747.

ZHURAVLEV, A.A.; SMIRNOV, M.N., 1961. The effect of gibberellin on the growth and development of corn. *Agrobiologiya* 3: 390-396.