

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO E CARACTERÍSTICAS DO MILHO (*Zea mays* L. cv. 'Piranão') *

JOSÉ MITIDIERI **

PAULO R. C. CASTRO **

EURÍPEDES MALAVOLTA ***

ROBERTO S. MORAES ****

RESUMO

Estudou-se a influência da aplicação de cloreto de (2-cloroetil) trimetilamônio (2000 ppm), giberelinas (100 ppm), ácido beta-nafto-xiacético (100 ppm) e ácido 3-indolacético (100 ppm), em milho cultivar 'Piranão'. Verificaram-se ainda características morfológicas e a produtividade da cultivar. As aplicações dos reguladores de crescimento foram realizadas por pulverizações duas e três semanas após a semeadura, em condições de campo. Observou-se que apenas giberelinas promoveram uma diferenciação em altura das plantas tratadas; sendo que os demais reguladores de crescimento não provocaram diferenças significativas nos parâmetros estudados. Algumas características da cultivar 'Piranão' foram determinadas no decorrer do ciclo da planta e por ocasião da colheita. Efetuou-se ainda a análise química dos macronutrientes, para diferentes partes da planta, em quatro épocas distintas.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) apresenta ampla variabilidade genética, o que confere às diferentes cultivares, características morfológicas e fisiológicas, as mais diversas. Deste modo deve-se estudar as características das novas cultivares e avaliar suas possíveis respostas fisiológicas à aplicação exógena de reguladores de crescimento.

* Entregue para publicação em 4/4/1974.

Consignamos nossos agradecimentos ao Prof. Dr. Ernesto Paterniani do Departamento de Genética da E. S. A. «Luiz de Queiroz» — U. S. P., pelas sugestões concedidas.

** Departamento de Botânica. E. S. A. «Luiz de Queiroz» — U.S.P.

*** Departamento de Química. E. S. A. «Luiz de Queiroz» — U.S.P.

**** Departamento de Matemática e Estatística. E. S. A. «Luiz de Queiroz» — U.S.P.

Objetivando-se aumentar o número de plantas por hectare, o que resulta em elevação na produção por unidade de área, a redução em altura das plantas é de primordial importância. Plantas com essa característica oferecem ainda resistência ao acamamento e ao quebramento dos colmos (PENDLETON, 1965) possibilitando maior facilidade para a colheita mecânica (CAMPBELL, 1965).

Tentativas de se selecionar em plantas normais, as de porte baixo, não têm sido promissoras devido à correlação positiva existente entre os caracteres, altura da planta e produção. A cultivar 'Piranão' caracteriza-se por baixa altura devido ao fator genético braquítico — 2 (**br-2**), o qual reduz o porte das plantas pelo encurtamento dos meristemas abaixo da espiga, o que pode revelar-se mais promissor.

Neste experimento verificou-se, o efeito da aplicação de reguladores de crescimento na cultivar 'Piranão', características morfológicas da planta, e efetuou-se a análise química para macronutrientes.

REVISÃO DA LITERATURA

SCHENEE (1965) verificou que a aplicação por irrigação de cloreto de cloro colina nas dosagens de 50 a 100 mg por recipiente, antes da germinação e no momento da alongação da haste de aveia, causou uma redução média de 20% na colheita, o que foi diminuído a 10% com aplicação de adubação nitrogenada. Colheitas de milho foram também reduzidas de forma semelhante.

ZHURAVLEV & SMIRNOV (1961) estudaram o efeito da giberelina no crescimento e desenvolvimento do milho. Sementes de três cultivares foram imersas por 24 horas em uma solução de giberelina na dosagem de 0,01% e plantadas no campo. Este tratamento produziu um efeito positivo em duas das cultivares e efeito negativo na terceira. Em outro ensaio verificaram que, plantas com 7-10 folhas, pulverizadas em 6-7 dias de intervalo com soluções de giberelina a 0,01%; 0,002% e 0,004%, mostraram-se inferiores ao controle com referência à dinâmica de crescimento, desenvolvimento do sistema radicular, produção e silagem.

ALDER, LEBEN & CHICHUK (1959) trataram plantas de milho em diferentes estágios de desenvolvimento com duas concentrações de ácido giberélico. Em certos estágios de crescimento, o ácido giberélico produziu um aumento significativo na altura das plantas, sem se considerar o momento do tratamento, entretanto, não ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre as plantas tratadas e o controle, no que se refere ao peso das plantas cortadas para silagem e peso das espigas com palha.

BOUILLENNE-WALRAND (1958) observou a relação entre o ácido 3-indolacético e o ácido giberélico, como fator de crescimento celular em plantas de *Zea mays* L. com 14 dias de idade, pela utilização de hidrazida maleica como uma antiauxina. O tratamento com ácido giberélico diminuiu a inibição no crescimento causada pela aplicação da hidra-

zida maleica. O ácido giberélico ou a hidrazida maleica aplicados separadamente ou em combinação, aumentaram o nível do ácido giberélico endógeno nas folhas. Por outro lado, aplicação exógena do ácido 3-indolacético não produziu efeito no nível do ácido 3-indolacético livre ou ligado, nas folhas de milho.

BOUILLENNE-WALRAND (1960) estudou a resposta de mutantes anão de *Zea mays* L. a aplicações de ácido giberélico, giberelina e ácido beta-indolacético. Verificou que os mutantes anão que respondem positivamente à giberelina contêm aproximadamente o mesmo nível de ácido indolacético endógeno que a planta normal da mesma variedade. Aquelas que não reagem à giberelina contêm quantidades menores de ácido indolacético, e o tratamento com giberelina aumenta muito pouco a concentração de ácido indolacético.

KHALL (1955) efetuou a imersão por 24 horas de sementes de milho da cultivar 'Hybrid-14' em soluções de ácido 2,4-diclorofenoxiacético, ácido indolacético e ácido naftalenacético (5, 10 e 20 ppm). Os efeitos desses tratamentos foram observados no crescimento e na colheita. Nenhuma das três auxinas teve qualquer efeito na época de florescimento, mas aumentou as alturas e colheitas nas plantas tratadas. As duas concentrações mais altas do ácido 2,4-diclorofenoxiacético foram mais favoráveis no aumento das colheitas nas plantas tratadas.

Dentre os genes maiores que reduzem o porte das plantas de milho, o **br-2** tem sido considerado o mais promissor por não alterar consideravelmente o tamanho da espiga. LAMBERT (1963) verificou que os genes **br-1** e **br-2** não são alelos, ambos localizando-se no braço longo do cromossomo 1, porém separados a 50 unidades de permutação.

KEMPTON (1920) considerou que o milho braquítico difere do seu análogo normal somente pelo encurtamento dos meritalos abaixo da espiga; sendo que o número de folhas e a superfície foliar, são praticamente iguais em ambos os genótipos. Considerou o colmo do braquítico mais grosso e a espiga superior ligeiramente mais curta que o milho normal; sendo que a altura média do braquítico foi de 86,6 cm em relação com 144,0 cm do análogo normal.

CAMPBELL (1965) verificou que a média de produção dos milhos anões não diferiu da produção dos normais, observando-se porém uma maior resistência ao acamamento e uma aparente resistência à seca. TREGUBENCO & NEPOMNACIS (1971) observaram que em condições de deficiência de umidade os milhos híbridos braquíticos produziram um sistema radicular mais desenvolvido e uma maior quantidade de grãos, com relação aos milhos normais.

VON BULOW (1971) observou em condições de adubação completa que a população braquítica revelou-se inferior na produção de grãos, peso de espiga e de plantas, e na altura, com relação à população normal. PATERNIANI (1971) concluiu haver possibilidade de aumentar a produção

por área utilizando milho de porte baixo, pois, a cultivar 'Piramex braquítico', ainda na fase de seleção, mostrou-se bastante promissora. LEITE (1973), avaliando o milho 'Piranão', em relação às cultivares 'AG-257' e 'Centralmex', sob diferentes densidades de plantio, considerou a cultivar 'Piranão' muito promissora por apresentar, boa produtividade, porte baixo e maior eficiência produtiva sob plantios mais densos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudou-se no presente trabalho, em Piracicaba (S.P.), o efeito da aplicação de reguladores de crescimento sobre o milho *Zea mays* L. cv. 'Piranão' e algumas características da cultivar.

Empregou-se os tratamentos (a) controle, (b) cloreto de (2-cloroetil) timetilamônio (CCC) na dosagem de 2000 ppm, (c) giberelinas a 100 ppm, (d) ácido beta-naftoxiacético (BNOA) a 100 ppm, e finalmente (e) ácido 3-indolacético (IAA) na concentração de 100 ppm.

No que se refere à análise estatística do experimento, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo os 5 tratamentos distribuídos de forma casual em cada um dos 5 blocos, constituindo-se cada parcela de 3 metros de linha com 15 plantas, e 1 metro de bordadura em cada extremidade. Foi de 375 o número total de plantas utilizadas. Efetuaram-se as análises de variância de acordo com o esquema:

Causa de variação	G.L.
Blocos	4
Tratamentos	4
Resíduo	16
Total	24

Procedeu-se a comparação de médias pelo teste Tukey.

Fez-se a adubação do solo com uma mistura completa (N-P-K) que foi distribuída no terreno na base de 100 g por metro linear, com base em TEIXEIRA et alii (1971).

Efetuuou-se a sementeira em 28/12/72, sendo que a germinação ocorreu em 1/1/73. Procedeu-se ao desbaste em 8/1/73, deixando-se apenas uma planta por cova.

Realizou-se a primeira aplicação dos reguladores de crescimento em 12/1/73, pela pulverização das soluções aquosas do produto. Um espalhante adesivo à base de alquil-fenol-poliglicoéter (Extravon) foi acrescentado a todas as soluções. Pulverizou-se toda a parte aérea, principalmente as folhas, até ficarem bem molhadas, sendo que o tratamento controle recebeu tão somente água mais o espalhante adesivo. Nesta data efetuou-se

a primeira medição da altura das plantas bem como a contagem do número de folhas. Em 19/1/73 repetiu-se, a aplicação dos reguladores de crescimento e a determinação dos parâmetros considerados. A altura da planta foi medida a partir do colo até a base do limbo da última folha. As medições da altura das plantas e as contagens do número de folhas, prosseguiram semanalmente até a deiscência das anteras.

Durante o cultivo procedeu-se ao controle das pragas efetuando-se pulverizações periódicas com inseticidas.

Em 30/1/73 retirou-se ao acaso das bordaduras, uma planta de cada tratamento, nos 5 blocos. Nestas plantas procedeu-se a separação das seguintes partes: raízes, porção do colmo correspondente a 2/3 a partir do colo, 1/3 superior restante, e as folhas da parte correspondente a cada região do colmo acima mencionada. Deste material obteve-se o peso fresco e em seguida procedeu-se a secagem em estufa à temperatura de 80°C, determinando-se o peso seco. Efetuou-se a análise química do material seco, para determinação dos macronutrientes. Realizaram-se novas amostragens no início do florescimento feminino (1/3/73), em 21/3/73 e finalmente em 18/5/73.

Por ocasião da colheita anotou-se a altura da inserção da espiga já seca, e o número de folhas acima e abaixo do ponto de inserção da mesma. Fez-se a colheita de plantas individuais e procedeu-se as pesagens das espigas com palha, verificando-se ainda a produção de grãos. Em amostras retiradas de cada tratamento, determinou-se a umidade relativa para efeito de correção do cálculo para se proceder à análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efetuou-se a análise dos resultados referentes à determinação da altura da planta tomada no decorrer do ciclo da cultura. Os valores do teste F bem como os coeficientes de variação dessas análises são encontrados no Quadro 1.

QUADRO 1 — Efeitos da aplicação de reguladores de crescimento em 12/1/73 e 19/1/73, na altura da planta de milho cv. 'Piranão' (valores de F para tratamentos e C.V.), no decorrer do ciclo da cultura.

Parâmetro	Data	F	C.V.
Altura da planta	12/1/73	1,65	8,42
	19/1/73	24,73 **	5,88
	26/1/73	11,89 **	7,25
	2/2/73	6,32 **	11,04
	9/2/73	3,35 *	7,46
	16/2/73	1,77	7,32
	23/2/73	1,23	7,52
	2/3/73	0,68	6,72

** Significativo ao nível de 1%

* Significativo ao nível de 5%

Observando-se o Quadro 1 verifica-se que houve efeito significativo para os dias 19/1, 26/1, 2/2 e 9/2 de 1973. Nos demais não conseguiu-se verificar efeito para os tratamentos. Nos dias em que verificou-se efeito significativo para o teste F de tratamentos, as médias, bem como as diferenças mínimas significativas determinadas pelo teste Tukey aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, foram colocadas no Quadro 2.

QUADRO 2 — Médias referentes à soma das alturas de 15 plantas de milho cv. 'Piranão' em centímetros, nas datas em que observou-se efeito significativo para o teste F, e D.M.S. determinadas pelo teste Tukey.

Tratamentos	Médias de altura em cm			
	19/1	26/1	2/2	9/2
Testemunha	223,60	447,20	568,00	1.260,60
CCC 2000 ppm	223,40	443,60	571,80	1.245,60
Giberelinas 100 ppm	293,20	563,60	728,40	1.396,60
BNOA 100 ppm	219,00	439,00	539,60	1.189,00
IAA 100 ppm	230,60	458,00	586,80	1.242,80
D.M.S. 1%	34,40	83,79	162,43	232,19
D.M.S. 5%	27,13	66,09	128,11	183,13

Verificou-se que apenas giberelinas promoveram uma diferenciação em altura das plantas tratadas (Quadro 2). Com a aplicação de giberelinas duas semanas após a semeadura, observou-se na semana seguinte uma diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade na altura das plantas tratadas, com relação aos demais tratamentos. Nova aplicação de giberelinas efetuada três semanas após a semeadura resultou, após uma semana, em diferenças semelhantes às anteriores. Na semana seguinte notou-se diferenças ao nível de 1% e 5% de probabilidade. Quatro semanas após a primeira aplicação de giberelinas verificou-se diferenças ao nível de 5%, sendo que na semana seguinte não observaram-se diferenças significativas entre os tratamentos (Quadro 1).

A análise dos resultados obtidos referentes ao número total de folhas, abaixo e acima da espiga e altura da inserção da espiga no final do ciclo, não apresentou diferenças significativas pelo teste utilizado.

Pela análise estatística dos resultados obtidos pela determinação do peso fresco e peso seco, das raízes, de 2/3 inferior do colmo, de 1/3 superior do colmo, de folhas de 2/3 inferior da planta e de folhas de 1/3 superior, não conseguiu-se verificar efeito para os tratamentos com reguladores de crescimento.

Quanto à produtividade, a análise do peso das espigas com palha e do peso dos grãos, não revelou também diferença entre os tratamentos.

Com referência às características da cultivar 'Piranão', efetuaram-se determinações das alturas e do número de folhas de 75 plantas distribuídas em 5 blocos inteiramente casualizados. As médias das medidas das alturas, assim como as médias do número de folhas, obtidas no decorrer do ciclo da planta, são mostradas no Gráfico 1.

Determinou-se ainda, por ocasião da colheita, a altura da inserção da espiga, o número de folhas acima e abaixo da inserção da espiga, o peso da espiga com palha e o peso dos grãos; sendo que no Quadro 3 podemos observar a média desses parâmetros tomados em 75 plantas.

QUADRO 3 — Características da cultivar 'Piranão' determinadas por ocasião da colheita (média de 75 plantas).

Altura de inserção da espiga	93,41 cm
Número de folhas acima da espiga	6,25
Número de folhas abaixo da espiga	9,12
Peso da espiga com palha	110,06 g
Peso dos grãos	76,82 g

Os resultados referentes às análises químicas dos macronutrientes em diferentes partes das plantas amostradas: raízes, região inferior do col-

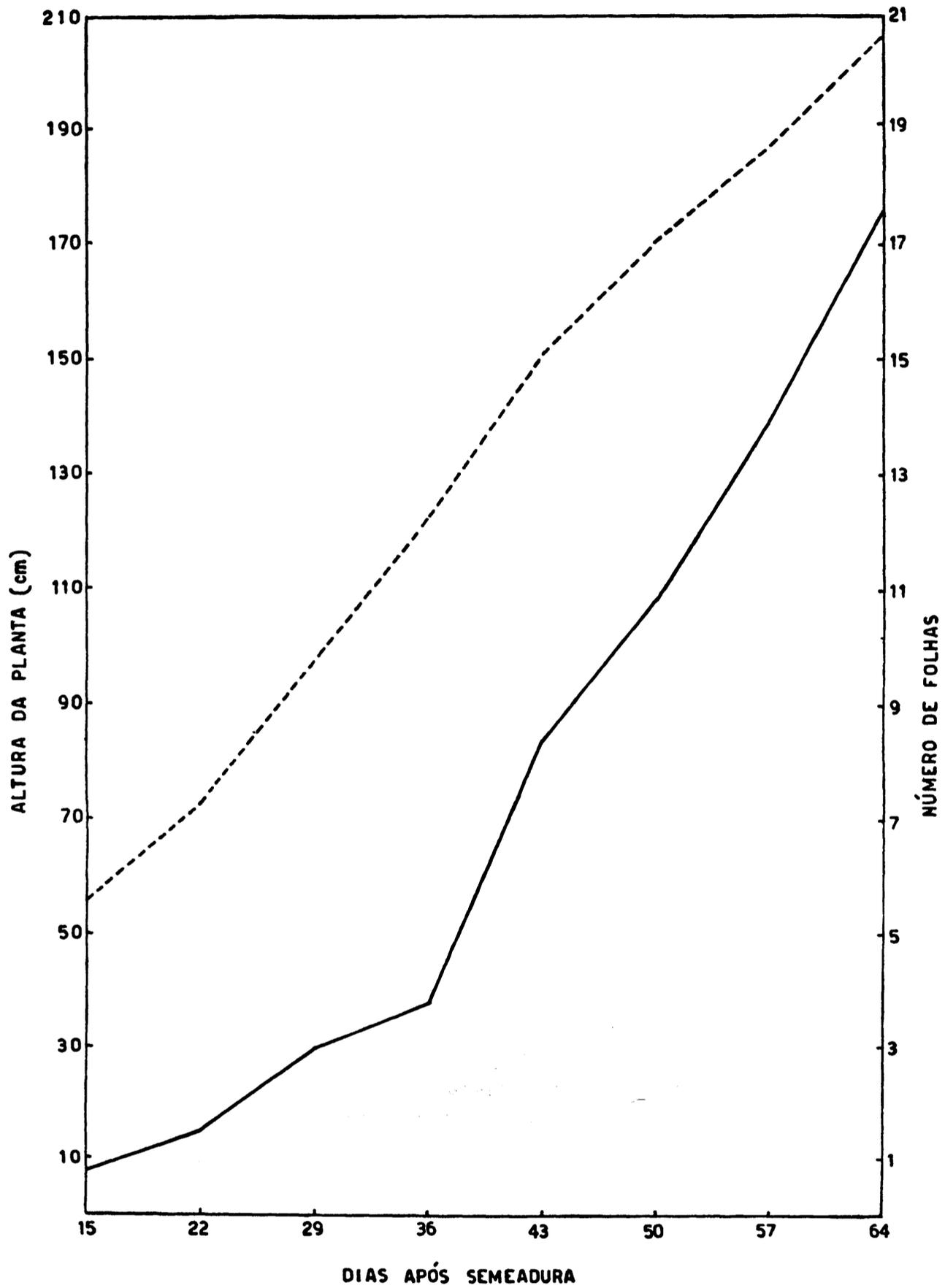


GRAFICO 1 — Altura da planta em centímetros (linha cheia) e número de folhas (linha tracejada) determinadas no decorrer do ciclo da cultivar 'Pirranão' (média de 75 plantas).

mo, região superior do colmo, folhas inferiores e folhas superiores, em 30/1, 1/3, 21/3 e 18/5 de 1973, no tratamento controle, são encontrados nos Quadros 4 e 5.

Quadro 4: *Análises químicas para nitrogênio, fósforo e potássio, na cultivar 'Piranão', em amostras do controle coletadas em 30/1, 1/3, 21/3 e 18/5 de 1973.*

Regiões da planta	N%				P%				K%			
	30/1	1/3	21/3	18/5	30/1	1/3	21/3	18/5	30/1	1/3	21/3	18/5
Raízes	1,54	0,43	0,76	0,81	0,19	0,17	0,20	0,20	2,00	1,20	1,90	1,36
Caule (2/3 inferior)	1,54	0,63	0,78	0,73	0,40	0,26	0,26	0,35	9,60	2,35	1,90	1,80
Caule (1/3 superior)	1,58	1,13	0,82	0,76	0,46	0,29	0,25	0,19	6,60	1,50	1,10	1,16
Folha (2/3 inferior)	1,66	1,54	1,72	0,89	0,27	0,23	0,22	0,12	4,20	2,20	1,60	0,60
Folha (1/3 superior)	2,40	2,72	2,18	1,16	0,36	0,28	0,27	0,13	4,40	1,90	1,60	0,60

Quadro 5: *Análises Químicas para cálcio, magnésio e enxofre, na cultivar 'Piranão', em amostras do controle coletadas em 30/1, 1/3, 21/3 e 18/5 de 1973.*

Regiões da planta	Ca %				Mg%				S%			
	30/1	1/3	21/3	18/5	30/1	1/3	21/3	18/5	30/1	1/3	21/3	18/5
Raízes	0,28	0,18	0,15	0,23	0,09	0,10	0,08	0,11	0,19	0,89	0,58	0,14
Caule (2/3 inferior)	0,45	0,18	0,18	0,15	0,30	0,17	0,13	0,15	0,31	0,75	4,55	0,14
Caule (1/3 superior)	0,31	0,18	0,20	0,34	0,19	0,18	1,63	0,24	0,39	0,78	0,19	1,47
Folha (2/3 inferior)	0,69	0,42	0,53	0,63	0,29	0,17	0,25	0,25	0,72	0,41	1,64	0,60
Folha (1/3 superior)	0,36	0,36	0,53	0,69	0,19	0,16	0,25	0,24	0,55	0,86	0,76	0,55

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste ensaio, permitem as seguintes conclusões:

1. Aplicações de giberelinas aumentam de forma significativa a altura do milho 'Piranão', porém este efeito é verificado até um período máximo de 30 dias, após a pulverização do regulador de crescimento; sendo que estas aplicações não alteraram outras características da cultivar.

2. Tratamentos com CCC, BNOA e IAA não produziram modificações significativas em características morfológicas e produtividade de *Zea mays* L. cv. 'Piranão'.

SUMMARY

EFFECTS OF APPLICATION OF GROWTH REGULATORS ON GROWTH AND CHARACTERISTICS OF MAIZE (*Zea mays* L. cv. 'Piranão').

Plants of *Zea Mays* L. cv. 'Piranão' were treated, 15 and 22 days after seeding, with (2-cloroethyl) trimethylammonium chloride (2000 ppm), gibberellins (100 ppm), beta-naphthoxyacetic acid (100 ppm) and 3-indoleacetic acid (100 ppm). The morphological characteristics and yield were verified. The experiment was carried out under field conditions, in Piracicaba, São Paulo. The effective treatment were obtained with gibberellins in concentration of 100 ppm, which promotes an increase in the plant height. There were no statistical significant differences between treated and untreated plants with respect to the morphology and yield of maize, with the applicatin of CCC, BNOA and IAA. Some characteristics of the cultivar 'Piranão' during the development of the plant and at harvest were also verified. Samples were analyzed for macronutrients, collected at four different stages of growth.

LITERATURA CITADA

- ALDER, E. F., C. LEBEN & A. CHICHUK 1959 — Effects of gibberellic acid on corn (*Zea mays* L.). *Agronomy Journal* 51 (5) : 307-308.
- BOUILLENNE-WALRAND, M. 1958 — Gibberellins, auxin factors in higher plants. *Bull. Soc. Roy. Sci. Liège* 27 : 227-245.
- BOILLENNE-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 Opzoekingsta. Staat Gent* 25 : 1159-1163.
- CAMPBELL, C. M. 1965 — New dwarfs and modifiers. *Proc. Ann. Hybrid Corn Industry — Research Conference* 22-29.
- KHALIL, A. I. 1965 — Effects of 2,4-D, IAA and NAA upon the yield of *Zea mays* Linn. *Indian J. of Agric. Sci.* 35 (1) : 29-31.
- KEMPTON, J. H. 1920 — Heritable characters of maize: III. Brachytic culms. *Journal Heredity* 11 : 111-115.
- LAMBERT, R. J. 1963 — Location of branchytic-2 dwarf. *Maize Genetics Coop. Newsl.* 37 : 41-42.
- LEITE, D. R. 1973 — Comportamento de milho (*Zea mays* L.) Braquítico-2 em diferentes densidades de plantio. *Dissertação de Mestrado. E. S. A. «Luiz de Queiroz»* 1-60.
- PATERNIANI, E. 1971 — Comportamento de milho de porte baixo em duas densidades de plantio. *Relatório Científico do Instituto de Genética. E. S. A. «Luiz de Queiroz»* 133-135.
- PENDLETON, J. W. 1965 — Cultural practices-spacing, etc. *Proc. Ann. Hybrid Corn Industry — Research Conference* 51-58.
- SCHENEE, M. 1965 — The effect of chlorocholine chloride (CCC) on the growth and development of grain. *Albrecht-Thaer Arch.* 9 (8) : 731-747.

-
- TEIXEIRA, T. D., F. R. GOMES, J. D. GALVÃO, H. TOLLINI & L. M. MOURA 1971 — Análise agroeconômica de experimentos de milho realizados em Capinópolis e Sete Lagoas, Minas Gerais, através da Fundação de Produção. *Experimentiae* 11 : 45-133.
- TREGUBENCO, M. J. & V. I. NEPOMNACIS 1971 — The water consumption of brachytic maize hybrids in relation to their yields. *Plant Breeding Abstracts* 41 : 340.
- VON BULOW, J. F. W. 1971 — Efeitos do gen brachytic-2 em populações análogas e em híbrido de milho (*Zea mays* L.). *Pesquisa Agronômica Brasileira, Série Agronômica* 6 : 155-161.
- ZHURAVLEV, A. A. & M. N. SMIRNOV 1961 — The effect of gibberellin on the growth and development of corn. *Agrobiologiya* 3 : 390-396.

