

APLICAÇÃO E INFLUÊNCIA DO FITORREGULADOR NO CRESCIMENTO DAS PLANTAS DE MILHO

APPLICATION AND INFLUENCE OF CROP REGULATOR IN THE GROWTH OF MAIZE PLANTS

Durval Dourado Neto¹ Geraldo José Aparecido Dario² Pedro Abel Vieira Júnior³

Paulo Augusto Manfron⁴ Thomas Newton Martin³ Reinaldo Antonio Garcia

Bonnecarrère³ Paulo Eduardo Nobre Crespo⁵

RESUMO

Foi instalado no Departamento de Fitotecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” um experimento com a cultura de milho, cujo objetivo foi avaliar a utilização do fitorregulador Stimulate® (Citocinina + Ácido indol-butílico + Ácido giberélico). Os tratamentos foram concentrações do fitorregulador Stimulate® em tratamento de sementes, nas doses de 0,50, 1,00 e 1,50 l p.c./100 Kg de sementes; O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 4 repetições foram realizadas pulverizações dirigidas na linha, nas doses de 0,50, 1,00 e 1,50 l p.c. ha⁻¹ e em pulverização foliar, aos 43 dias do ciclo, nas doses de 0,25, 0,50, 0,75 l p.c. ha⁻¹. A maior concentração do fitorregulador Stimulate® em tratamento de sementes, alterou significativamente o rendimento de grãos. As variáveis diâmetro do colmo e número de grãos em cada fileira da espiga, também foram afetadas pela aplicação do fitorregulador. A aplicação do fitorregulador é mais eficiente quando executada no tratamento de sementes, em comparação com a pulverização na linha de semeadura e a pulverização aos 43 dias após a semeadura.

Palavras-chave: *Zea mays*, fitorregulador, hormônio vegetal.

ABSTRACT

The experiment was installed in the Crop Production Department at the “Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz” with the culture of the maize, whose purpose was to

¹ Engº Agrº Dr. Prof. Dep. Prod. Veg. ESALQ/USP, Bolsista CNPQ, E-mail dourado@esalq.usp.br

² Engº Agrº Dr. Prof. Dep. Produção Vegetal, ESALQ/USP

³ Engº Agrº Doutorando ESALQ/USP, Bolsista CNPQ

⁴ Engº Agrº Dr. Prof. Titular Dep. de Fitotecnia, UFSM, Bolsista CNPQ

⁵ Engº Agrº Estagiário Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP

evaluate the use of the regulator Stimulate. (Cytokinin + Indolebutyric acid+ Gibberellins), in the culture of the maize. Where the different treatments had been the concentration of the Stimulate. The experimental delineation was randomized blocks with 10 treatments and 4 replication. The product was applied of three different forms: in treatment of seeds, in the doses of 0,50, 1,00 and 1,50 l P.C./100 kg of seeds; spray directed in the line of plantation at the moment of the sowing, the doses of 0,50, 1,00 and 1,50 l P.C/ha⁻¹ and in spray foliar, to the 43 days of the cycle, in the doses of 0,25, 0,50, 0,75 l P.C/ha⁻¹. The experiment was evaluated: counting the number of emerged plants (NPE); diameter of stem (DC); number of grains. rows of maize for spike (NFG); number of grains in each row (NGF); weight of 1000 grains (PMG); and yield grains of the culture (kg/ha⁻¹). How resulted it can be detached that it formulates it of Cytokinin (0,135g) + Indolebutyric acid (0,075g) + Gibberellins (0,075g), in treatment of seeds, it modified the gr. income significantly. The diameter of stem and number of grains in each row of the spike, they were affected for applies of the stimulate. The application of stimulate is more efficient when executed in the treatment of seeds, in it compares with the spray one in the line of sowing and the spray one the 43 days after sowing.

Key words: *Zea mays*, crop regulator, vegetal hormone

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.), desempenha papel fundamental no sistema de produção brasileiro e mundial. O elevado potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, fazem com que esse cereal seja considerado um dos mais importantes, sendo consumido e cultivado mundialmente (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000). A cultura ocupa posição destacada no cenário nacional, cultiva-se em média 11,4 milhões de hectares, que produzem 30,2 milhões de toneladas de grãos (FNP, 2004).

O potencial produtivo da cultura do milho é alterado por alguns fatores como a cultivar, propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, clima, práticas culturais, controle de pragas e doenças, colheita, etc. (NAKANO *et al*, 1981). Esses fatores, fazem com que a produção média brasileira seja de 1.294 kg.ha⁻¹ (1990-1994), citado por TSUNECIRO (1997).

O emprego de fitoreguladores como técnica agrônoma para se otimizar as produções em diversas culturas, tem crescido nos últimos anos. WEAVER (1972) descreve que os órgãos vegetais de uma planta são alterados morfológicamente pela aplicação de fitoreguladores, de modo

que o crescimento e o desenvolvimento das plantas são promovidos, inibidos, influenciando ou modificando os processos fisiológicos de modo a controlar a atividade meristemática.

Os fitorreguladores fazem parte do grupo de substâncias vegetais denominada de hormônios vegetais. Dentre esses, pode-se citar as auxinas, citocininas e as giberilinas. O primeiro hormônio descoberto pelo homem foi às auxinas, que são responsáveis pelo crescimento das plantas, que influenciam diretamente nos mecanismos de expansão celular. A vida do vegetal depende continuamente da presença de auxinas e citocininas. Quanto ao segundo grupo de reguladores vegetais (as citocininas), essas foram descobertas em estudos relacionadas ao processo de divisão celular. Além dessa atividade fundamental ao desenvolvimento do vegetal, outras atividades estão ligadas a esse hormônio, como a senescência foliar, a mobilização de nutrientes, a dominância apical, a formação e a atividade dos meristemas apicais, o desenvolvimento floral, a germinação de sementes e a quebra de dormência de gemas. Mais recentemente foram descobertas outras funções para as citocininas como produto intermediário em processos de desenvolvimento das plantas regulado pela luz, incluindo a diferenciação dos cloroplastos, o desenvolvimento do

metabolismo autotrófico, e a expansão de folhas e cotilédones (TAIZ & ZEIGLER, 2004). Como terceiro grupo de hormônios pode-se citar as giberelinas, que foram descobertas e intensivamente estudadas a partir da década de 50. Esse grupo de hormônios vegetais possui 125 representantes. A função das giberelinas esta associada à promoção do crescimento caulinar. Plantas submetidas a aplicações de giberelinas podem ser induzidas a obter um maior crescimento na sua estatura. Na cultura do milho, a aplicação de giberelina (GA₁) pulverizado sob as plantas de milho normal e anão, ocasiona o alongamento das plantas de milho anão e, conseqüentemente, aumento da estatura, e no milho normal apresenta pouco ou nenhum efeito (TAIZ & ZEIGLER, 2004).

A classificação do Stimulate® foi feita por CASTRO *et al.* (1998), como sendo um fitoestimulante que contém fitorreguladores e traços de sais minerais. A composição dos fitorreguladores é variável, mas estão presentes o ácido índolbutírico (auxina) 0,005%, cinetina (citocinina) 0,009% e ácido giberélico (giberelina) 0,005%. Como benefícios ocasionados pela utilização dos fitorreguladores podem-se citar o incremento do crescimento e o desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular, a diferenciação e o alongamento das células. Também aumenta

a absorção e a utilização dos nutrientes e é especialmente eficiente quando aplicado com fertilizantes foliares, sendo também compatível com defensivos (CASTRO *et al.*, 1998).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a utilização do fitorregulador Stimulate® (Citocinina + Ácido indol-butílico + Ácido giberélico), na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com a variedade de milho A4646, na área experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, situada em Piracicaba, SP, 22°42’20”S de Latitude, 47°38’07”W de longitude e 546 m de altitude, cuja topografia do local é plana. A semeadura ocorreu no dia 23.11.2001, na densidade de 15 sementes por metro linear. Como adubação de base aplicou-se 280 kg.ha⁻¹ da fórmula 08-26-16. Já a adubação de cobertura foi realizada vinte dias após a semeadura aplicando-se 80 kg ha⁻¹ de uréia. No dia 12.12.2001 procedeu-se o desbaste manual das plantas de milho, mantendo seis plantas por metro linear.

O controle das plantas infestantes foi realizado em pré-emergência com o herbicida Pendamethalin na dose de 1500g i.a.ha⁻¹ complementado por capina manual.

Irigou-se o experimento periodicamente através do sistema de irrigação pivô central.

Os tratamentos constituíram-se de diferentes doses do Stimulate®, descritos na tabela 1. O produto foi utilizado em 03 (três) formas distintas de aplicação: (i) em tratamento de sementes, realizado no dia 23.11.2001, momentos antes da semeadura; (ii) em pulverização dirigida na linha de semeadura, no dia 23.11.2001, em seqüência à semeadura; e (iii) em pulverização foliar, no dia 20 de dezembro de 2001, quando as plantas estavam no estágio 1 de desenvolvimento.

A pulverização foi realizada com um pulverizador costal a gás carbônico, equipado com bico jato plano XR Teejet 80,02Vs, numa pressão constante de 30 lb/pol². As pulverizações na linha de semeadura foram realizadas com pulverizador equipado de 01 (um) bico, com volume de calda equivalente a 150 l ha⁻¹. As pulverizações foliares foram realizadas utilizando-se um pulverizador de barra com 07 (sete) bicos, com volume de calda equivalente a 300 l ha⁻¹. As condições climáticas no momento da aplicação eram respectivamente nos dias 23.11.2001 e 20.12.2001: temperatura ambiente de 32°C e 28°C, umidade relativa do ar 41% e 67%, umidade do solo 4,9% e 9,3% e velocidade do vento de 2,5 km h⁻¹ e 1,0 km h⁻¹. No período compreendido entre a semeadura

(23.11.2001) e à colheita (14.03.2002), a precipitação foi de 870,2 mm.

O experimento foi conduzido em o delineamento blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por oito linhas de plantas com oito metros de comprimento, espaçadas 0,90 m, totalizando uma área de 57,60 m². As avaliações foram realizadas sobre os quatro metros centrais, das quatro linhas centrais de milho.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de plantas emergidas (NPE); diâmetro do colmo de milho (mm), através da medição no terceiro internódio das plantas utilizando-se um paquímetro da marca “Alpa”, em 20 plantas amostradas aleatoriamente por parcela; número de fileiras de grãos de milho por espiga, escolhendo-se aleatoriamente vinte espigas por parcela (NFG); número de grãos de milho em cada fileira, amostrando-se 20 espigas por parcela (NGF); peso de 1000 grãos de milho (PMG); e rendimento da cultura (kg ha⁻¹), com umidade corrigida para 12,5%.

A variável número de plantas emergidas sofreu transformação $\sqrt{x+0,5}$, enquanto que as variáveis diâmetro de colmos (DC), número de fileiras de grãos por espiga (NFG), número de grãos em cada fileira (NGF) e peso de mil grãos (PMG), sofreram transformação \sqrt{x} , e a

variável rendimento de grãos não sofreu transformação (Tukey 5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2, estão representadas as médias das variáveis analisadas de cada um dos tratamentos aplicados. Verifica-se que para as variáveis número de plantas emergidas (NPE), número de fileiras de grãos de milho por espiga (NFG) e peso de mil grãos (PMG), não apresentaram diferença ao nível de 5% de probabilidade de erro. Considera-se desejável que as parcelas contendo diferentes tratamentos tenham o mesmo número de plantas emergidas (NPE), esse fato pode ser atribuído para o eficiente desbaste realizado onde se homogeneizou o número de plantas por parcela. LÚCIO *et al.* (2002), destaca que a qualidade experimental para a cultura do milho, nos ensaios de indicação de cultivares do estado do Rio Grande do Sul, para a variável rendimento de grãos, sofre a interferência de algumas variáveis. Onde se indica que para obter-se uma melhor qualidade experimental deve-se manter o estado final de plantas o mais próximo do recomendado para o ensaio. As variáveis, número de plantas emergidas (NPE), número de fileiras de grãos por espiga (NFG) e peso de mil grãos (PMG), apresentaram coeficientes de variação de 6,76, 2,20 e 0,97, respectivamente sendo

considerados baixo por GOMES (2000), o que indica que a precisão nessas variáveis é alta STORCK *et al.*, (2000).

As variáveis, diâmetro do colmo (DC), número de grãos por fileira (NGF) e rendimento de grãos (REND), apresentaram pelo menos um contraste significativo (teste F), sendo que a diferenças entre as médias estão representadas na tabela 2. quanto a variável diâmetro do colmo (DC), o tratamento que proporcionou um maior diâmetro do caule foi o tratamento T3, não diferindo significativamente pelo teste de Duncan a 5%, dos tratamento T2, T5, T6 e T10. Para a variável número de grãos de milho em cada uma das fileiras de milho, verifica-se a formação de três grupo de comportamento entre os tratamentos. A maior média foi obtida pelo tratamento T4 (primeiro grupo). O segundo grupo foi formado pelos tratamentos T2, T3, T5, T6, T7, T8, T9 e T10, que possuem uma média intermediária, não diferindo significativamente do tratamento T4 e do tratamento testemunha (T1). Para a variável rendimento de grãos, ajustado para 12,5% de umidade (REND), em kg ha^{-1} , verifica-se que o tratamento T4 diferiu dos outros tratamentos em nível de 5% de probabilidade de erro através do teste de Tukey. O rendimento obtido por esse tratamento foi de 6743 kg ha^{-1} , que é 17,35% superior a média dos outros nove

tratamentos (5764 kg ha^{-1}). O tratamento T7 possui as mesmas concentrações que o tratamento T4, mas difere na forma de aplicação que foi na linha de semeadura. Dessa forma, indica-se a utilização da concentração dos fitorreguladores, aplicados em tratamento de sementes.

Para as culturas de soja, feijão e arroz, foi verificado por VIEIRA (2001) verificou que o fitorreguladores aplicados diretamente sobre as sementes uma hora antes da semeadura apresentaram valores superiores a testemunha nas variáveis crescimento radicular vertical, velocidade de crescimento radicular vertical das raízes, comprimento radicular total e rendimento da cultura, além disso o autor acrescenta que a aplicação desses fitorreguladores não apresentam fitotoxicidade para as respectivas culturas.

LEITE *et al.* (2003), trabalharam na cultura da soja, com a aplicação de fitorreguladores e verificaram que a emergência das plantas e o comprimento das raízes foram reduzidas a utilização de giberelina e citocinina, no tratamento de sementes, porém com o decorrer do experimento a diferença no crescimento radicular desapareceu. Os mesmos autores também observaram que houve redução na estatura das plantas e a formação de um número menor de nós, diâmetro de caule, área foliar e produção de fitomassa seca. A

estatura da planta, altura do primeiro nó, diâmetro do caule, área foliar e a produção de fitomassa foram aumentados pela aplicação foliar de giberelina. Quanto as variáveis número de folhas, número de ramificações e de fitomassa seca, não foi verificado o efeito da aplicação exógena de giberelina e citocinina. A aplicação conjunta de giberelina e citocinina tendeu a diminuir os efeitos da giberelina, entretanto, citocinina aplicada às folhas durante o crescimento vegetativo da soja, não apresentou efeito sobre quaisquer variáveis analisadas.

CONCLUSÕES

Para a cultura do milho, o efeito da aplicação de reguladores de crescimento, na formulação de Citocinina (0,135g) + Ácido Indol-Butílico (0,075g) + Ácido Giberélico (0,075g), em tratamento de sementes, aumentou o rendimento de grãos. As variáveis diâmetro do colmo e número de grãos em cada fileira da espiga, também foram afetadas pela aplicação do fitorregulador. A aplicação do fitorregulador é mais eficiente quando executada no tratamento de sementes, em comparação com a pulverização na linha de semeadura e a pulverização a 43 dias após a semeadura.

REFERÊNCIAS

CASTRO, P.R.C., PACHECO, A.C., MEDINA, C.L. Efeitos de Stimulate e de micro-citros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranjeira 'pêra' (*Citrus sinensis* L. osbeck). *Sciencia Agrícola*, vol. 55, n. 2, p. 338-341. Piracicaba, SP, 1998.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FNP. **Agrianual 2004**; Anuário da agricultura brasileira. São Paulo, FNP Consultoria & Comércio, 2004. 546p.

GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**, 14^a edição, editora Degaspari, 2000, 477 p.

LEITE, V.M., ROSELEM, C.A., RODRIGUES, J.D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. *Scientia Agrícola*, v.60, n.3, p.537-541, 2003.

LÚCIO, A.D; STORCK, L.; LORENTZ, L.H.; MARTIN, T.N.; HINNAH, T. Qualidade experimental nos ensaios de competição de cultivares em função da variabilidade de variáveis morfológicas.

Revista de la Facultad de Agronomia,

La Plata, n. 105, v.2, 2002.

NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R.A. **Entomologia econômica**. Piracicaba, Livroceres, 1981. 314p.

STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S. J. *et al.* **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000, 198 p.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 559p.

TSUNECHIRO, A. **Aspectos econômicos da cultura do milho no Estado de São Paulo**. In: DUARTE, A.P.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z. (Ed.). **Genótipos de milhos no Estado de São Paulo**, Campinas: IAC, 1983. p.1-8 (Documentos, 58).

VIEIRA, E.L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. Piracicaba, 2001. 122. (Tese/Doutorado - ESALQ/USP).

WEAVER, R.J. **Plant growth substances in agriculture**. San Francisco: W.H. Freeman, 1972. 594p.

YAMADA, T.O. nitrogênio e o potássio na adubação da cultura do milho. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.78, p.1-4, junho, 1997.

TABELA 1. Relação dos tratamentos avaliados, nome comum e produto comercial (Stimulate ®), doses em gramas de ingrediente ativo por hectare (g i.a. ha⁻¹) e litros do produto comercial por hectare (l p.c. ha⁻¹), Piracicaba, SP, 2002.

Tratamentos	Nome comum	Dose	
		g.i.a.	p.c.
T1	Testemunha	---	---
T2	Citocinina + Ácido Indol-Butílico + Ácido Giberélico	0,045 + 0,025 + 0,025 (2)	0,50 (1)
T3	Citocinina + Ácido Indol-Butílico + Ácido Giberélico	0,09 + 0,05 + 0,05 (2)	1,00 (1)
T4	Citocinina + Ácido Indol-Butílico + Ácido Giberélico	0,135 + 0,075 + 0,075 (2)	1,50 (1)
T5	Citocinina + Ácido Indol-Butílico + Ácido Giberélico	0,045 + 0,025 + 0,025 (4)	0,50 (3)

T6	Citocinina + Ácido Indol-Butílico + Ácido Giberélico	0,09 + 0,05 + 0,05 (4)	1,00 (3)
T7	Citocinina + Ácido Indol-Butílico + Ácido Giberélico	0,135 + 0,075 + 0,075 (4)	1,50 (3)
T8	Citocinina + Ácido Indol-Butílico + Ácido Giberélico	0,0225 + 0,0125 + 0,0125 (6)	0,25 (5)
T9	Citocinina + Ácido Indol-Butílico + Ácido Giberélico	0,045 + 0,025 + 0,025 (6)	0,50 (5)
T10	Citocinina + Ácido Indol-Butílico + Ácido Giberélico	0,0675 + 0,0375 + 0,0375 (6)	0,75 (5)

(1) Em tratamento de sementes (P.C./100 kg de sementes).

(2) Em tratamento de sementes (i.a./100 kg de sementes).

(3) Pulverização dirigida na linha de semeadura, no momento da semeadura (P.C.ha⁻¹).

(4) Pulverização dirigida na linha de semeadura, no momento da semeadura (i.a. ha⁻¹).

(5) Pulverização foliar, aos 43 dias após a emergência (P.C. ha⁻¹).

(6) Pulverização foliar, aos 43 dias após a emergência (i.a. ha⁻¹).

TABELA 2 - Média do número de plantas emergidas (NPE), diâmetro de colmos (DC), número de fileiras de grãos por espiga (NFG), número de grãos em cada fileira (NGF), peso de mil grãos (PMG), rendimento de grãos. Piracicaba, SP, 2002.

	NPE (m ⁻¹)	DC (mm)	NFG	NGF	PMG (g)	REND (kg ha ⁻¹)
T1	11,50	23,50 abc*	14,55	28,98 b	255,25	5644,10 b
T2	10,50	24,25 ab	14,75	32,55 ab	259,00	5939,24 b
T3	11,25	24,75 a	15,10	31,60 ab	258,50	5866,32 b
T4	12,00	23,50 abc	14,93	33,12 a	256,50	6743,06 a
T5	11,00	24,00 ab	14,68	30,98 ab	257,50	5809,03 b
T6	11,25	24,00 ab	14,80	29,53 ab	257,00	5782,99 b
T7	10,50	23,00 abc	14,68	31,68 ab	259,00	5684,03 b
T8	11,75	21,75 c	14,75	30,33 ab	255,00	5734,38 b
T9	10,25	22,50 bc	14,70	30,98 ab	260,00	5704,86 b
T10	10,00	24,00 ab	15,05	30,13 ab	261,75	5710,07 b
CV	6,76	1,66	2,20	4,19	0,97	3,78

* Médias seguidas da mesma letra diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.