

EFEITOS DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA NUTRIÇÃO MINERAL DA SOJA¹

PAULO R.C. CASTRO² e GILBERTO D. OLIVEIRA³

RESUMO - Foram estudados, em condições de casa de vegetação, os efeitos da aplicação de cloreto (2-cloroetil) trimetilamônio (CCC) 2.000 ppm, ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida (SADH) 4.000 ppm, ácido giberélico (GA) 100 ppm e ácido indolilacético (IAA) 100 ppm em soja (*Glycine max* cv. Davis) no estádio de quatro folhas, no conteúdo de macronutrientes nas folhas e hastes da planta. Observou-se que o CCC aumentou o teor de potássio nas hastes da soja 'Davis'. SADH aumentou os teores de potássio nas folhas e hastes e de magnésio nas folhas de soja. GA aumentou os teores de potássio nas folhas e hastes e de enxofre nas folhas, sendo que reduziu os teores de cálcio e magnésio nas hastes da planta. Verificou-se que o tratamento com IAA reduziu os teores de nitrogênio, cálcio e magnésio nas hastes da planta de soja.

Termos para indexação: hormônios vegetais, conteúdo de macronutrientes.

EFFECTS OF GROWTH REGULATORS ON MINERAL NUTRITION OF SOYBEAN

ABSTRACT - This research deals with the effects of exogenous growth regulators on mineral nutrition of soybean plant (*Glycine max* cv. Davis). Under greenhouse conditions (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride (CCC) 2,000 ppm, succinic acid-2,2-dimethylhydrazide (SADH) 4,000 ppm, gibberellic acid (GA) 100 ppm, and indolylacetic acid (IAA) 100 ppm were applied. Treatment with CCC demonstrated an increase in potassium level in the stems. SADH increased the levels of potassium in leaves and stems, and magnesium in leaves of soybean. GA increased the levels of potassium in leaves and stems, and sulfur in leaves, promoting a reduction of calcium and magnesium levels in soybean stems. Treatment with IAA reduced the nitrogen, calcium, and magnesium levels in plant stems.

Index terms: plant hormones, macronutrient contents.

INTRODUÇÃO

A determinação dos teores de nutrientes em plantas tratadas com reguladores de crescimento pode mostrar importantes aspectos da ação biológica destes compostos capazes de modificar a morfologia e fisiologia vegetal.

Tomateiros tratados com CCC apresentaram teores mais elevados de N, P, Ca e Mg e níveis inferiores de K em relação ao controle; o SADH promoveu redução no teor de Ca mas não afetou o nível de Mg (Knavel 1969). Níveis mais elevados de P foram encontrados na região inferior de tomateiros tratados com CCC (Castro 1978). Verificou-se que a absorção de P pelas plantas de soja foi

afetada pelo GA, sendo que o regulador de crescimento não interferiu na absorção de nitrato (Loo & Ling 1962). Observou-se que a coloração verde-clara do tecido vegetal, induzida por aplicações de GA, não pôde ser revertida aumentando-se as concentrações de N, P ou K. A quantidade de P no tecido vegetal era ligeiramente menor nas plantas tratadas com GA (Bostrack & Struckmeyer 1964). Plantas pulverizadas com GA não apresentaram alterações na absorção e mobilização de Ca e S em relação ao controle, porém tem sido considerada a possibilidade de o GA diminuir a absorção e translocação dos nutrientes (Chen 1964). Luttge et al. (1968) notaram que o tratamento de plântulas de ervilha com GA afetou as taxas de absorção de K pelas raízes e o transporte desse elemento para as hastes.

Aplicação de IAA em tomateiros não produziu qualquer efeito apreciável na translocação de Ca marcado isotopicamente (Taylor et al. 1961). Notou-se, em condições de solução nutritiva, que TIBA (ácido 2,3,5 - triiodobenzoico) 5 e 10 ppm causou reduções na altura e no peso da matéria

¹ Aceito para publicação em 2 de outubro de 1981.

² Dr. Prof., Livre-Docente, Depart. de Botânica, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Caixa Postal 9, CEP 13400 - Piracicaba, SP.

³ Dr. Prof.-Assistente, Depart. de Química, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (in memoriam).

seca da parte superior da planta de soja, sendo que as raízes foram ainda mais afetadas pelo produto. Durante um período de seis dias, TIBA 5 ppm aumentou a absorção de P em cerca de 25%, mas não afetou a absorção de N, K, Ca, Mg, Mn e Fe (Ohki & McBride 1972). Observou-se que, em soja, com inoculação da semente, aplicação de 20 kg de N + 40 kg de P_2O_5 + 40 kg de K_2O /ha e uma pulverização foliar com 56 g de TIBA/ha deu uma produção de 2,51 t de sementes/ha, comparada com 2,25 t com inoculação + NPK, 1,95 t com inoculação + TIBA, 1,45 t com inoculação, 0,9 t com TIBA e 0,56 t no controle (Harti et al. 1977).

O objetivo do presente trabalho foi verificar os efeitos de reguladores de crescimento nos teores de macronutrientes nas folhas e hastes da soja 'Davis'.

MATERIAL E MÉTODOS

Iniciou-se o experimento em 16 de fevereiro de 1978, em condições de casa de vegetação, efetuando-se a semeadura da soja (*Glycine max* cv. Davis) diretamente em vasos contendo 12 litros de terra com 1,9% de carbono orgânico; pH 7,2; Al e Ca + Mg nos teores de, respectivamente, 0,0 e 5,4 e.mg/100 ml de T.F.S.A.; finalmente 0,2 e 0,1 e.mg/100 ml de T.F.S.A., de K e P, respectivamente. As aplicações dos reguladores de crescimento foram efetuadas em 13.3.1978, por pulverização, até que as folhas estivessem completamente molhadas; no momento da aplicação, as plantas apresentavam quatro folhas definitivas. Além do tratamento-controle, foram aplicados cloreto (2-cloroetil) trimetilamônio (CCC) na concentração de 2.000 ppm, ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida (SADH) 4.000 ppm, ácido giberélico (GA) 100 ppm e ácido indolilacético (IAA) 100 ppm.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com seis repetições, tendo-se mantido duas plantas por vaso e por repetição. Efetuou-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, calculando-se a diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade. As plantas foram coletadas no início da florescência (11.4.1978), divididas em duas partes: folhas e hastes; o sistema radicular não foi estudado. A seguir, as amostras foram secadas em estufa Fanem com circulação forçada de ar, a 75°C, até peso constante. Posteriormente, encaminharam-se amostras para análise química, após a moagem e peneiramento em moinho de malha 20. O nitrogênio foi determinado por micro-Kjeldahl, segundo Malavolta (1957); o fósforo foi determinado por colorimetria (Lott et al. 1956), no extrato nitro-perclórico do material (Johnson & Ulrich 1959). O potássio, cálcio e magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (Analytical methods . . . 1966); o enxofre foi dosado por gravimetria, segundo Chapman & Pratt (1961).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os reguladores de crescimento aplicados em 13.3.1978 não afetaram o teor de N nas folhas de soja, determinado em 11.4.1978 (Tabela 1). Verificaram-se reduções nos teores de N nas hastes das plantas tratadas com IAA (Tabela 2). El-Fouly et al. (1970) observaram que aplicação de CCC não alterou os níveis de N nas sementes de soja. Castro (1978) observou que a aplicação de CCC, SADH e GA em tomateiros cultivados em solução nutritiva, não afetou o teor de N nas folhas e hastes das plantas. Plantas de soja tratadas com GA e controle, sob baixos níveis de N, apresentaram clorose nas folhas basais, característica de sintoma de deficiência de N (Bostrack & Struckmeyer 1964). O teor de N mostrou-se mais baixo em plantas de soja mantidas em solução nutritiva onde se adicionou N mais auxina (Dixit & Kishore 1969).

Os teores de P não foram alterados nas folhas e hastes de soja por efeito dos reguladores de crescimento em relação ao controle (Tabelas 1 e 2). Também não se verificou variação no teor de P em relação ao controle, nas folhas e hastes de tomateiros envasados tratados com CCC, SADH, GA e IAA (Castro 1978). Bostrack & Struckmeyer (1964) verificaram que o conteúdo de P no tecido de soja mostrou-se ligeiramente inferior em plantas tratadas com GA. Ounsworth & Pillay (1969) observaram que GA promoveu aumento no teor de P em plantas de soja. O nível de P revelou-se mais baixo em plantas de soja mantidas em solução nutritiva onde se adicionou N mais auxina (Dixit & Kishore 1969).

Tratamentos com SADH e GA aumentaram os teores de K nas folhas das plantas de soja, comparativamente ao controle (Tabela 1). Incrementos nos teores de K nas hastes de soja foram verificados com aplicação de CCC, GA e SADH (Tabela 2). Ounsworth & Pillay (1969) também verificaram que SADH e GA aumentaram a concentração de K nos tecidos da planta de soja. Pillay (1965) observou que o SADH adicionado na solução nutritiva não evitou a ocorrência de sintomas de deficiência de N, P e K nas plantas de soja. Plantas tratadas com GA, sob baixas concentrações de K, desenvolveram sintomas de deficiência do elemen-

to mais característico do que o controle (Bostrack & Struckmeyer 1964). O teor de K mostrou-se mais baixo em plantas de soja mantidas em solução nutritiva onde se adicionou N mais auxina (Dixit & Kishore 1969).

Os teores de Ca nas folhas da planta de soja não foram alterados pelos reguladores de crescimento (Tabela 1). Aplicação de GA e IAA reduziu

o teor de Ca nas hastes de soja (Tabela 2). Verificou-se que a aplicação de CCC, SADH e GA em tomateiros cultivados em solução nutritiva não afetou o nível de Ca nas folhas e hastes (Castro 1978). Adição de N mais auxina em solução nutritiva aumentou o teor de Ca nas plantas de soja (Dixit & Kishore 1969).

O teor de Mg foi aumentado nas folhas de so-

TABELA 1. Médias da percentagem de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas folhas da planta de soja sob efeito de reguladores de crescimento. Valores correspondentes aos testes F e Tukey (5%) e ao coeficiente de variação. Médias de seis repetições. Piracicaba, 1978.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
Controle	2,68	0,72	2,52	1,32	0,34	0,12
CCC	3,28	0,62	2,76	1,25	0,35	0,12
SADH	3,16	0,60	2,82	1,30	0,37	0,12
GA	2,96	0,77	2,82	1,38	0,35	0,17
IAA	2,73	0,75	2,44	1,30	0,34	0,14
F (trat.)	2,27 ^{ns}	6,57 ^{**}	6,76 ^{**}	2,48 ^{ns}	2,98*	4,69 ^{**}
D.M.S. (5%)	-	0,13	0,29	-	0,02	0,04
C.V. (%)	14,32	10,66	6,31	5,63	4,18	18,51

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} Não-significativo.

TABELA 2. Médias da percentagem de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas hastes da planta de soja sob efeito de reguladores de crescimento. Valores correspondentes aos testes F e Tukey (5%) e ao coeficiente de variação. Médias de seis repetições. Piracicaba, 1978.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
Controle	1,25	0,48	2,50	0,77	0,25	0,15
CCC	1,79	0,50	3,21	0,83	0,26	0,20
SADH	1,43	0,55	3,09	0,72	0,22	0,16
GA	0,99	0,49	3,15	0,58	0,19	0,14
IAA	0,89	0,48	2,84	0,66	0,22	0,16
F (trat.)	19,19 ^{**}	1,65 ^{ns}	4,68 ^{**}	15,28 ^{**}	17,03 ^{**}	3,35*
D.M.S. (5%)	0,34	-	0,56	0,10	0,03	0,06
C.V. (%)	15,92	16,65	11,19	8,67	7,44	20,09

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} Não-significativo.

ja com aplicação de SADH (Tabela 1). GA e IAA reduziram os teores de Mg nas hastes da planta de soja com relação ao controle (Tabela 2). Plantas de zínia tratadas com SADH mostraram teores mais elevados de Mg em relação ao controle (Castro et al. 1978).

Plantas tratadas com GA mostraram teores significativamente maiores de S nas folhas (Tabela 1). Os reguladores de crescimento não promoveram variações nos teores de S nas hastes de soja em relação ao controle (Tabela 2). Tratamento com GA promoveu aumentos nos níveis de S na parte aérea de plantas de zínia comparativamente ao controle (Castro et al. 1978).

CONCLUSÕES

1. A aplicação de CCC aumentou o teor de potássio nas hastes da planta de soja.
2. A aplicação de SADH aumentou os teores de potássio nas folhas e hastes e de magnésio nas folhas de soja.
3. O tratamento com GA aumentou os teores de potássio nas folhas e hastes e de enxofre nas folhas, e reduziu os teores de cálcio e magnésio nas hastes da planta.
4. O tratamento com IAA reduziu os teores de nitrogênio, cálcio e magnésio nas hastes da planta de soja.
5. Os reguladores de crescimento não afetaram os teores de nitrogênio e cálcio nas folhas, fósforo nas folhas e hastes e enxofre nas hastes da planta de soja.

REFERÊNCIAS

- ANALYTICAL methods for atomic absorption spectrophotometry. The Perkin-Elmer Corp., Connecticut. 1966.
- BOSTRACK, J.M. & STRUCKMEYER, B.E. Effects of gibberellic acid on soybeans grown at different levels of nitrogen, potassium, or phosphorus. *Bot. Gaz.*, 125:142-5, 1964.
- CASTRO, P.R.C. Relações entre reguladores de crescimento, nutrição mineral, potencial osmótico e incidência da podridão estilar em tomateiros. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 13:61-7, 1978.
- CASTRO, P.R.C.; OLIVEIRA, G.D.; CRUZ, V.F. & CARLUCCI, M.V. Ação de reguladores de crescimento na nutrição mineral de *Zinnia elegans*. *O Solo*, 2:44-7, 1978.
- CHAPMAN, H.D. & PRATT, P.F. *Methods of analysis for soils, plants, and waters*. California. Div. Agri. Sci. Univ., 1961.
- CHEN, C.C. The absorption and mobility of root and foliar applied calcium, sulfur, zinc and iron by tomato seedlings as influenced by gibberellin treatments. *Bot. Bull. Acad. Sinica*, 5:17-25, 1964.
- DIXIT, V.K. & KISHORE, N. Effect of 2,4-D and different levels of nitrogen on the chemical composition of soybean (*Glycine max*). *Indian J. Sci. Ind.*, 3: 47-8, 1969.
- EL-FOULY, M.M.; MOUSTAFA, H.A. & ATTIA, K.A. Chemical composition of soybeans from plants treated with growth retardants. *Pestic. Sci.*, 1:189-90, 1970.
- HARTI, S.M.; RADDER, G.D. & SHEELAVANTAR, M.N. Effect of seed inoculation, fertilizer application and TIBA spray on soybean. *Curr. Res.*, 6:189-90, 1977.
- JOHNSON, C.M. & ULRICH, A. *Analytical methods for use in plant analysis*. s.l., Calif. Agr. Exp. Sta. Bull., 1959. 78p. (Bull. 766).
- KNAVEL, D.E. Influence of growth retardants on growth, nutrient content and yield of tomato plants grown at various fertility levels. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 94:32-5, 1969.
- LOO, S.W. & LING, K.L. Studies on the physiological actions of the gibberellins. 4. The effect of gibberellin on the absorption of nitrogen and phosphorus by plants. *Acta Biol. Exp. Sinica*, 7:323-8, 1962.
- LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GALLO, J.R. & MEDCALF, J.C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. *Inst. Agron., Campinas*, 79:29, 1956.
- LUTTGE, U.; BAUER, K. & KOHLER, D. Frühwirkungen von Gibberellinsäure auf Membrantransporte in jungen Erbsenpflanzen. *Biochim. Biophys. Acta*, 150:452-9, 1968.
- MALAVOLTA, E. *Práticas de química orgânica e biológica*. Piracicaba, Cent. Acad. Luiz de Queiroz, 1957. 98p.
- OHKI, K. & MCBRIDE, L.J. Effect of root absorbed 2,3,5-triiodobenzoic acid on nutrient absorption and growth by soybeans. *Agr. J.*, 64:234-7, 1972.
- OUNSWORTH, L.F. & PILLAY, D.T.N. Responses of soybeans to gibberellic acid and succinic acid 2,2-dimethyl hydrazide (Alar) at different levels of nitrogen, phosphorus and potassium. *Phyton*, 26: 207-12, 1969.
- PILLAY, D.T.N. Responses of soybean seedlings to N-dimethylaminosuccinic acid, a growth retardant. *Can. J. Bot.*, 43:1477-8, 1965.
- TAYLOR, G.A.; MOORE, J.N. & DRINKWATER, W.O. Influence of 2,3,5-triiodobenzoic acid, indole-3-acetic acid and method of sample collection on translocation of foliar applied radiocalcium. *Plant Physiol.*, 36: 360-3, 1961.