

EFEITOS DE FITOREGULADORES NA FLORESCÊNCIA  
E PRODUTIVIDADE DA SOJA (*Glycine max* cv. Davis) \*

PAULO R.C. CASTRO \*\*

*RESUMO*

Verificou-se em condições de casa de vegetação o efeito de fitoreguladores na florescência e produtividade da soja 'Davis'. Quando as plantas apresentavam 4 folhas definitivas, aplicou-se através de pulverização, 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, além do controle. Efetuaram-se contagens diárias do número de flores e o número de vagens foi determinado semanalmente. Na colheita estabeleceram-se os parâmetros de produtividade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 6 repetições, procedendo-se a comparação de médias pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Observou-se que o SADH retardou o início da florescência, reduziu

---

\* Entregue para publicação em 23/12/1980.

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

o período de florescimento e diminuiu o número de vagens produzidas. Aplicação de GA retardou a ocorrência da máxima florescência e aumentou o peso da matéria seca do caule da soja 'Davis'.

## INTRODUÇÃO

A florescência e produtividade da soja tem sido estudada por numerosos pesquisadores. Apesar das limitações climáticas e fisiológicas, a utilização de fitoreguladores em soja tem merecido atenção por envolver modificações morfológicas e fisiológicas potencialmente capazes de favorecer os receptores de produção e conseqüentemente melhorar a forma qualitativa e quantitativa a produtividade.

FISHER (1955) observou que pulverização de plantas de soja com sulfato de nicotina induziu florescência precoce, florescência em nós mais basais e aumento no número de flores por inflorescência. Pulverizações com IAA tenderam a atrasar a florescência, sendo que o produto mostrou-se tóxico em concentrações moderadas e seus efeitos a baixas concentrações não foram significativos estatisticamente. IAA evitou os efeitos tóxicos de altas concentrações de sulfato de nicotina, sugerindo ação antagônica. Remoção contínua de todas as folhas imaturas, iniciando quanto três, quatro, cinco ou seis folhas trifoliadas estavam maduras, induziu florescência precoce e em nós basais. Remoção de folhas maduras atrasou a florescência e as primeiras flores apareceram naqueles nós mais altos. Remoção de folhas alternadas afeta o equilíbrio, de forma que as flores não foram produzidas durante o período experimental. Os resultados obtidos suportam a hipótese de que a florescência está condicionada por um equilíbrio entre a auxina produzida nos tecidos novos e a produção de uma substância responsável pela formação das flores nas folhas mais maduras.

CHIRELEI *et alii* (1964) observaram que o GA aumentou o acúmulo de matéria seca e o conteúdo de clorofila em folhas de soja e beterraba, mas reduziu nas folhas da planta de batata. A respiração e a fotossíntese foram intensificadas, sen

do que as produções foram aumentadas, principalmente quando houve ocorrência de estação seca prolongada.

BOSTRACK & STRUCKMEYER (1964) notaram que aplicação de GA 50 ppm em plantas de soja retardou a antese floral, sendo que o número de vagens por planta foi reduzido nas plantas tratadas submetidas a dias longos; entretanto, a região apical das plantas tratadas e controle desenvolveram flores sob dias curtos. A transição entre a fase vegetativa e reprodutiva foi retardada nas plantas tratadas com GA.

Segundo PILLAY (1965), aplicações de SADH em plantas de soja, retardaram em uma semana a florescência.

GOWDA (1972) observou que aplicação de SADH reduziu a altura e o acamamento da planta de soja. SADH 3.000 ppm aumentou a produção de matéria seca. O teor de proteína nas sementes mostrou-se mais elevado nas plantas tratadas com SADH 3.000 ppm.

SOUZA *et alii* (1972) efetuaram o tratamento de sementes de soja por imersão durante uma hora em soluções 0, 2,5, 5, 10 e 30 ppm de GA. Após o desenvolvimento das plantas e colheita das sementes notaram que os tratamentos com GA não afetaram a produção total em kg/ha com relação ao controle. O teor de óleo e de proteína nas sementes também não foram alterados pelo regulador de crescimento. Aplicação de 0, 25, 50, 75 e 100 ppm de GA, em pulverização foliar, também não afetou significativamente a produção, o teor de óleo e o nível de proteína nas sementes.

BASNET *et alii* (1972) aplicaram onze reguladores de crescimento, em duas concentrações, no estágio de um décimo da florescência, para verificar seus efeitos no desenvolvimento da planta de soja e na composição das sementes. Os produtos aplicados foram o ácido triiodobenzóico, ácido 2,4-diclorofenoxiacético, ácido giberélico, ácido naftalenacético, ácido cloroetilfosfônico, ácido indolilacético, brometo alil trimetilamônio, 2,4-dicloroanisol, ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida, N-6 benziladenina e ácido N-metaltolilftalâmico. Observaram que as características morfológicas responderam mais do que os constituintes químicos, óleo e proteína,

aos reguladores de crescimento. Verificaram-se diferenças no número de nós para o aparecimento da primeira vagem, no número de hastes e no número de vagens por planta. O TIBA reduziu a altura da planta, o número de nós e o número de nós para o aparecimento da primeira vagem, sendo que aumentou a ramificação e a fixação das vagens. Nenhum dos reguladores de crescimento, entretanto, aumentou a produção quando comparado ao controle. Apesar de nenhum dos reguladores de crescimento parecer ser útil na produção comercial de soja, pode ser favorável sob condições de estresse ou em combinação com outros produtos químicos. O número de nós por planta foi de 18,5, o número de hastes foi de 2,9, o número de vagens 51,8 e a altura de 103,9 cm no controle do cultivar Cutler. O peso de 100 sementes foi de 16,6 g no controle, sendo que o teor de proteína foi de 40,1%.

LAM-SANCHEZ *et alii* (1975) observaram os efeitos de três concentrações de CCC, aplicadas aos 20 e 35 dias após a germinação, na cultura de soja cultivar Santa Rosa. Notaram que o produto reduziu a altura das plantas e a altura da inserção da primeira vagem; aumentando o número de sementes por vagem e o peso de 100 sementes. CCC não afetou o número de vagens por planta e o diâmetro do caule, sendo que houve um efeito para doses do produto sobre a produção, o que não foi suficiente para aumentá-la significativamente, porém uma diferença de 657 kg/ha pôde ser observada entre o tratamento com 20 kg/ha de CCC aplicado aos 20 dias e o controle.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se o ensaio em condições de casa de vegetação, com a finalidade de se verificar o efeito de reguladores de crescimento na florescência e produtividade da soja.

Utilizou-se a soja *Glycine max* (L.) Merrill cv. Davis. Este é o principal cultivar recomendado para a região da Média Sorocabana, no Estado de São Paulo, pela sua alta capacidade produtiva e precocidade, permitindo rotação com o trigo (MIRANDA *et alii*, 1977); sendo também recomendado para os Estados do Paraná, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul (GOMES, 1975).

A soja 'Davis' foi selecionada na Estação Experimental de Agricultura do Arkansas, nos Estados Unidos da América, tendo sido as sementes distribuídas em 1966. Provém do cruzamento dos cultivares D 49-2573 x N 45-1497. Apresenta tipo de crescimento determinado, pubescência de coloração cinzenta, flores brancas, sementes amarelas, hilo castanho claro, 21,9% de óleo e 40,0% de proteína na semente. Apresenta resistência a *Xanthomonas phaseoli* var. *sojensis* e a *Pseudomonas tabaci* (GOMES, 1976).

Iniciou-se o experimento em 20 de novembro de 1977, efetuando-se a semeadura da soja 'Davis' diretamente em vasos de cerâmica com 14 litros de capacidade total, 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/100ml 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. Efetuaram-se os demais tratamentos culturais normais para a soja.

Aplicações dos reguladores de crescimento foram realizadas em 11/12/77, por pulverização. A aplicação foi efetuada até que as folhas estivessem completamente molhadas; sendo que no momento da aplicação as plantas apresentavam 4 folhas definitivas.

Além do tratamento controle aplicou-se 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 6 repetições, tendo-se mantido uma planta por vaso e por repetição. Procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, calculando-se a diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Contagens diárias do número de flores possibilitaram a determinação do período para o início da florescência, período para máxima florescência, número máximo de flores e período de florescência da soja. O número de vagens foi determinado semanalmente de 18/01/78 a 15/02/78.

Com a coleta das plantas em 17/03/78, pôde-se determi-

nar o peso da matéria seca do caule (após secagem a 75°C), peso das vagens sem sementes, número de sementes, peso das sementes e peso de 100 sementes de cada planta.

## RESULTADOS

No estudo do período para início da florescência, verificando-se as diferenças entre as médias, observamos que o tratamento com SADH aumentou o período de tempo para início da florescência da planta de soja em relação aos tratamentos com IAA, GA e controle (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias do período (número de dias a partir do plantio em 21/11/77) para início da florescência (IF), período para a máxima florescência (MF), número máximo de flores (NM) e do período de florescência (PF) da planta de soja (dados transformados em  $\sqrt{x}$ ) sob efeito de reguladores de crescimento. Valores correspondentes aos testes F e Tukey (5%) e ao coeficiente de variação. Médias de 6 repetições. Piracicaba, 1977/78

Tratamento	IF	MF	NM	PF
Controle	6,75	7,31	6,23	5,93
CCC	6,80	7,14	6,58	5,74
SADH	6,94	7,36	6,14	5,50
GA	6,71	7,65	7,23	5,96
IAA	6,68	7,00	6,23	5,87
F (trat.)	7,96**	10,60**	1,61 <sup>ns</sup>	7,78**
D.M.S. (5%)	0,15	0,31	-	0,28
C.V. (%)	1,32	2,54	13,36	2,83

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo

Quanto ao período para a máxima florescência, observan

do-se as diferenças entre as médias, notamos que a aplicação de GA aumentou o período de tempo para a ocorrência da máxima florescência da soja em relação aos tratamentos com IAA, CCC e controle. Aplicação de IAA reduziu o período para a máxima florescência em relação ao GA, SADH e controle (Tabela 1).

Não se verificou diferença significativa ao número máximo de flores produzidas pela planta de soja sob ação de reguladores de crescimento (Tabela 1).

No que se refere ao período de florescência, verificando-se as diferenças entre as médias, observamos que o tratamento com SADH reduziu o período de florescência da soja em relação aos tratamentos com GA, controle e IAA (Tabela 1).

Tabela 2 - Médias do número de vagens (dados transformados em  $\sqrt{x}$ ) da planta de soja sob efeito de reguladores de crescimento e comparações médias pelo teste Tukey (5%). Médias de 6 repetições. Piracicaba, 1977/78

Tratamentos	Datas				
	18/01	25/01	01/02	08/02	15/02
Controle	5,76b	8,11a	9,80abc	10,26ab	10,48a
CCC	5,60b	8,14a	8,89ab	10,00ab	10,59a
SADH	3,25a	7,41a	8,85a	9,42a	10,38a
GA	4,21ab	7,91a	10,72c	10,93b	11,41a
IAA	6,07b	8,03a	10,17bc	10,62b	11,04a

Obs: Em cada coluna, médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de F para tratamentos mostraram-se significativos em três datas de avaliação e não significativos em duas datas de avaliação do número de vagens da planta de soja de acordo com delineamento inteiramente casualizado.

Realizando-se análise de variância conjunta em parcelas subdivididas no tempo, os valores de F para tratamentos mostraram-se significativos, sendo que o valor de F para a interação datas x repetições revelou-se não significativo.

Observando-se as diferenças entre as médias (Tabela 2), pelo teste de Tukey ao nível de 5%, verificamos que em 18/01 o tratamento com SADH apresentou menor número de vagens em relação ao tratamento com IAA, controle e CCC. Em 01/02 plantas tratadas com SADH mostraram menos vagens do que aquelas tratadas com GA e IAA. Tratamento com GA aumentou o número de vagens em relação a CCC. Em 08/02 aplicação de SADH resultou em menor número de vagens na planta de soja com relação a GA e IAA.

Efetuarão-se ainda comparações de datas de determinação do número de vagens (dados transformados em  $\sqrt{x}$ ) para cada tratamento, com base em médias de seis repetições. Verificou-se que o número de vagens apresentou variações significativas até 25/01, com exceção de 25/01 e 01/02 para CCC. Após 25/01 o caráter se estabilizou, com exceção para o tratamento com CCC em 01/02 e 08/02 e em 01/02 e 15/02, e para o tratamento com SADH em 01/02 e 15/02 e em 08/02 e 15/02, onde observamos significância.

Quanto ao peso da matéria seca do caule, observando-se as diferenças entre as médias, verificamos que o tratamento com GA aumentou o peso da matéria seca do caule das plantas de soja em relação ao controle e à aplicação de CCC, SADH e IAA (Tabela 3).

Não se notaram diferenças significativas no peso das vagens sem sementes, número de sementes, peso das sementes e peso de 100 sementes produzidas pela planta de soja sob ação de reguladores de crescimento (Tabela 3).

## DISCUSSÃO

No estudo da florescência da planta de soja observou-se que o SADH aumentou o período de tempo para início da florescência em relação ao controle (Tabela 1). Aplicação de GA



Tabela 3 - Médias do peso da matéria seca do caule em gramas (PC), peso das vagens sem sementes em gramas (PV), número de sementes em valores transformados em  $\sqrt{x}$  (NS), peso das sementes em gramas (PS) e peso de 100 sementes em gramas (P 100) da planta de soja sob efeito de reguladores de crescimento, determinados por ocasião da colheita em 17/03/78. Valores correspondentes aos testes F e Tukey (5%) e ao coeficiente de variação. Médias de 6 repetições. Piracicaba, 1977/78

Tratamento	PC	PV	NS	PS	P 100
Controle	8,45	19,81	14,90	29,56	13,18
CCC	8,90	20,39	15,06	33,28	14,62
SADH	9,44	20,74	15,82	31,38	12,55
GA	13,43	19,35	14,52	27,88	13,25
IAA	9,86	19,69	14,88	27,79	12,45
F (trat.)	10,91**	0,19 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>
D.M.S. (5%)	3,05	-	-	-	-
C.V. (%)	17,54	15,55	8,14	19,24	12,79

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

aumentou o período de tempo para a ocorrência da máxima florescência em relação ao controle, sendo que o IAA reduziu o período para a máxima florescência comparativamente ao controle (Tabela 1). BOSTRACK & STRUCKMEYER (1964) consideraram que a transição entre a fase vegetativa e a reprodutiva de soja foi retardada nas plantas tratadas com GA, o que poderia levar ao aumento no período de tempo para ocorrência da máxima florescência. FISHER (1955) observou que o IAA tendeu a atrasar a florescência da soja. Os reguladores de crescimento não afetaram o número máximo de flores produzidas pela planta de soja (Tabela 1). O período de florescência foi reduzido pelo efeito do SADH em relação ao controle (Tabela 1). O atraso na florescência causado pelo SADH deve ser respon-

sável pela redução no período de florescência promovida pelo retardador de crescimento. PILLAY (1965) também verificou que o SADH causou atraso na florescência da soja.

Efeitos significativos dos reguladores de crescimento no número de vagens das plantas de soja foram observados em três (18/01, 01/02 e 08/02) das cinco datas de avaliação. Pelas diferenças entre as médias verificou-se que em 18/01 o tratamento com SADH reduziu o número de vagens em relação ao controle, sendo que nas duas outras datas foram observadas apenas diferenças entre tratamentos com reguladores (Tabela 2). LAM-SANCHEZ *et alii* (1975) verificaram que o CCC não alterou o número de vagens por planta de soja conforme também se observou no presente ensaio.

O peso da matéria seca do caule mostrou-se mais alto nas plantas de soja tratadas com GA (Tabela 3). CHIRELEI *et alii* (1964) também notaram aumentos no acúmulo de matéria seca em plantas de soja tratadas com GA. GOWDA (1972) observou que SADH a 3.000 ppm aumentou a produção de matéria seca em soja, o que não foi verificado no presente experimento. Não se observaram diferenças significativas no peso das vagens sem sementes, número de sementes, peso das sementes e peso de 100 sementes por planta de soja (Tabela 3). SOUZA *et alii* (1972) e BASNET *et alii* (1972) também notaram que o GA não afetou a produção de sementes de soja.

## CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos no experimento, chegamos as seguintes conclusões:

1. Ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida retarda o início da florescência das plantas tratadas;
2. O período de tempo para ocorrência da máxima florescência é aumentado com ácido giberélico;
3. Aplicação de ácido succínico - 2,2 - dimetilhidrazida reduz o período de florescência da planta de soja;

4. Ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida diminui o número de vagens em relação ao controle;
5. Aplicação de ácido giberélico aumenta o peso da matéria seca do caule da soja 'Davis'.

#### SUMMARY

#### EFFECTS OF GROWTH REGULATORS ON FLOWERING AND PRODUCTIVITY OF SOYBEAN (*Glycine max* cv. Davis)

This study was conducted with the objective of determining the effects of growth regulators on flowering and productivity of soybean plant under greenhouse conditions. Applications of (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride (CCC) 2,000 ppm, succinic acid-2,2-dimethylhydrazide (SADH) 4,000 ppm, gibberellic acid (GA) 100 ppm, indolylacetic acid (IAA) 100 ppm, and water (check treatment) were made on plants showing 4 leaves. SADH delayed the beginning of flowering. GA reduced time for maximum flowering. SADH reduced the flowering time in relation to the check treatment. Soybean plants treated with SADH produced a lower number of pods. 'Davis' soybean sprayed with GA presented an increase in dry weight of stems.

#### LITERATURA CITADA

- BASNET, B.S.; PAULSEN, G.M.; NICKELL, C.D., 1972. Growth and composition responses of soybeans to some growth regulators. *Agr. J.* **64**: 550-552.
- BOSTRACK, J.M.; STRUCKMEYER, B.E., 1964. Effects of gibberellic acid on the anatomy of soybeans (*Glycine max*). *Amer. J. Bot.* **51**: 611-617.
- CHIRELEI, N.; CURTICAPEANU, G.; ZAHARIA, I., 1964. Study on the influence of gibberellic acid in certain physiological processes and on sugar-beet, soybean and potato yields. *Report of Scientific Works* **7**: 301-315.

- FISHER, J.E., 1955. Floral induction in soybeans. Bot. Gaz. **117**: 156-165.
- GOMES, P., 1975. **A soja**, Livraria Nobel, São Paulo, 152p.
- GOWDA, P.M., 1972. Effects of certain cultural and chemical treatments on growth, productivity and seed composition of edible soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. Diss. Abstr. Intern. **33**: 516.
- LAM-SANCHEZ, A.; BARRETO, M.; PITELLI, R.A., 1975. Efeitos do CCC (cloreto de 2-cloro etil trimetil amônio) na cultura da soja. Científica 3: 48-54.
- MIRANDA, M.A.C.; MIYASAKA, S.; MASCARENHAS, H.A.A.; ROSSETTO, C.J., 1977. Melhoramento da soja no Estado de São Paulo. In: A soja no Brasil Central, Fundação Cargill ed., pp.23-54.
- PILLAY, D.T.N., 1965. Responses of soybean seedlings to N-di methylaminosuccinamic acid, a growth retardant. Can. J. Bot. **43**: 1477-1478.
- SOUZA, B.H.; GANDOLFI, V.H.; REPENNING, I.S., 1972. Aplicação do ácido giberélico em soja. Rel. Inst. Pesq. Agron., 4p.