

## EFEITOS DE RETARDADORES DE CRESCIMENTO EM SOJA (*Glycine max* L. MERRILL)

Paulo R.C. Castro<sup>1</sup>  
Sérgio K. Homma<sup>2</sup>  
Stella C. Cato<sup>1</sup>

### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar efeitos dos retardadores de crescimento chlormequat, daminozide, Paclobutrazol, ethephon e cloreto de mepiquat em soja (*Glycine max* cv. Conquista). A aplicação prática dos retardadores em soja é de interesse em situações em que se deseja conter o crescimento excessivo da parte vegetativa, tornando-a menos suscetível ao acamamento e obter melhor aproveitamento dos fotoassimilados para a produção de grãos. O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação com semeadura nos vasos em 13/08/02. Os retardadores de crescimento chlormequat 1000mg L<sup>-1</sup>, daminozide 1500mg L<sup>-1</sup>, Paclobutrazol 1000mg L<sup>-1</sup>, ethephon 100mg L<sup>-1</sup> e cloreto de mepiquat 150mg L<sup>-1</sup> foram aplicados aos 16 e 30 dias após a germinação (DAG), com exceção do Paclobutrazol, aplicado no solo apenas aos 16 DAG. O critério de avaliação foi a altura das plantas, tendo sido realizadas quatro mensurações aos 30, 37, 44 e 51 DAG. As médias de alturas por vaso foram comparadas estatisticamente através de regressão polinomial. Paclobutrazol aplicado ao solo demonstrou ser bastante eficaz, restringindo significativamente o crescimento vegetativo da soja. Chlormequat, daminozide, ethephon e o cloreto de mepiquat, nas concentrações utilizadas, não produziram efeitos significativos em relação ao controle.

1 Depto. de Ciências Biológicas, ESALQ-USP, Cx. Postal 09, CEP 13418-900. Piracicaba - SP, Brasil.

2 Curso de Pós-Graduação Interunidades em Ecologia de Agroecossistemas - USP.

**Palavras-chave:** Soja 'Conquista', crescimento, biorreguladores.

## ABSTRACT

### EFFECTS OF GROWTH RETARDANTS ON SOYBEAN (*Glycine max* L. MERRILL)

This research was carried out to evaluate the effects of growth retardants on soybean (*Glycine max* cv. Conquista). Commercial applications of growth retardants on soybean are important in situations of lodging of the plants in the field due to excessive vegetative growth caused by some factors like indeterminate growth habit of some cultivars, excessive nitrogen fertilization and high plant density. Trying to establish a bioregulator with capacity of reducing the height of the plants, an experiment was carried out in the greenhouse of the Department of Biological Sciences at ESALQ/USP to evaluate the action of chlormequat  $1000\text{mg L}^{-1}$ , daminozide  $1500\text{mg L}^{-1}$ , Paclobutrazol  $1000\text{mg L}^{-1}$ , ethephon  $100\text{mg L}^{-1}$  and mepiquat chloride  $150\text{mg L}^{-1}$  applied on soybean sowed on August 13<sup>th</sup>, 2002. The growth retardants were sprayed twice: 16 and 30 DAG, except Paclobutrazol that was applied to the soil just 16 DAG. Extravon was employed as wetting agent. Plant heights were evaluated at 30, 37, 44 and 51 DAG. Paclobutrazol  $1000\text{mgL}^{-1}$  applied on soil 16 DAG reduced significantly the height of 'Conquista' soybean.

**Key words:** Soybean 'Conquista', growth, bioregulators.

## INTRODUÇÃO

Retardadores de crescimento vegetal são compostos sintéticos, que retardam o alongamento e a divisão celular do meristema subapical, tais como o cloreto (2-cloroetil) trimetilamônio ou chlormequat (CCC) e o ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida ou daminozide (SADH), segundo Castro & Vieira (2001). O controle químico do desenvolvimento da planta, com objetivo de reduzir o tamanho através do uso de retardadores de crescimento, é uma prática comum para se produzir uma planta mais compacta, que em muitos casos é comercialmente mais interessante

(Basra, 2000). Potencialmente, podem ser utilizados como instrumentos para manipular o crescimento da parte aérea e propiciar ao agricultor determinado controle sobre a utilização dos fotoassimilados pelas plantas (Luckwill, 1994). A ação de biorreguladores em soja tem sido estudada por vários autores. A capacidade de restringir o alongamento dos entrenós e o excessivo crescimento vegetativo pode melhorar a arquitetura da planta, aumentar o aproveitamento da energia luminosa, trazer maior resistência ao acamamento e proporcionar maior rendimento em grãos.

A maioria dos retardadores de crescimento utilizados age bloqueando etapas da via de biossíntese da giberelina (Figura 2), como o CCC ou chlormequat e o cloreto (1,1-dimetil-piperídio) ou cloreto de mepiquat, cujo modo primário de ação é a inibição da passagem de geranilgeranil pirofosfato para copalil pirofosfato (Arteca, 1995). A atuação do Paclobutrazol está associada à sua ação inibidora sobre a ent-caureno oxidase, impedindo a oxidação do ent-caureno para o ácido ent-caurenóico, bloqueando a biossíntese das giberelinas (Rademacher, 1990). Já no ethephon, ácido (2-cloroetil) fosfônico, o efeito retardante ocorre pela sua ação ao nível de DNA, encurtando ou promovendo espessamento do caule (Arteca, 1995). A daminozide ou ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida (SADH) age inibindo a enzima triptamina oxidase, impedindo a oxidação da triptamina em indolacetaldeído na via de biossíntese da auxina, segundo Reed et al. (1965). Outros autores consideram que SADH bloqueia reações finais de biossíntese de giberelinas (Rademacher, 1990).

Chailakhyan et al. (1973) verificaram que a aplicação de CCC 0,5 a 2% no solo, reduziu a altura e o peso das plantas de soja, assim como o número e o peso dos nódulos das raízes. Aplicação foliar de CCC 0,01 a 0,5% reduziu ligeiramente o peso e a altura das plantas, sendo que aumentou consideravelmente o peso e o número de nódulos por planta, principalmente nas concentrações mais baixas. Lam-Sanchez et al. (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.

Pillay (1965) verificou que aplicações de concentrações crescentes de SADH em plantas de soja corresponderam a reduções proporcionais na altura do caule em até 30% com relação ao controle. O desenvolvimento subsequente apresentou entrenós mais curtos, folhas ligeiramente mais largas e as raízes reduziram-se em 50% comparativamente ao controle. A imersão das sementes em solução de SADH, antes da semeadura, também promoveu redução na altura da planta. Gowda (1972) observou que aplicação de SADH reduziu a altura e o acamamento da planta de soja. SADH a  $3000\text{mg L}^{-1}$  aumentou a produção de matéria seca e o teor de proteína nas sementes. Bouniols et al. (1978) cultivaram soja 'Amsoy 71' sob 50000 a 800000 sementes  $\text{ha}^{-1}$ , com e sem irrigação. Realizaram pulverização foliar com 200 a  $500\text{L ha}^{-1}$  de SADH e 1,5 a  $5,0\text{L ha}^{-1}$  de CCC, no estágio de 4 folhas e 5 dias mais tarde. Ambos biorreguladores promoveram compactação em populações de alta densidade (maior que  $300000$  plantas  $\text{ha}^{-1}$ ), resultando em flores e frutos maiores, pelo atraso na abscisão dos órgãos reprodutivos. Castro (1980) observou, em experimentação com aplicações de SADH, CCC e TIBA (ácido 2,3,5-triidobenzóico) em soja cultivar Davis, que SADH  $4000\text{mg L}^{-1}$  e CCC  $2000\text{mg L}^{-1}$  reduziram a altura das plantas, aumentaram o número total de folhas e tenderam a produzir menor número de vagens. SADH reduziu o comprimento do quarto entrenó e atrasou o início da florescência da planta estudada. CCC aumentou o diâmetro do caule e reduziu o peso de matéria seca. TIBA  $20\text{mg L}^{-1}$  aumentou o número de flores, reduziu a razão de área foliar e tendeu a diminuir o peso das vagens sem sementes, número de sementes e peso das sementes de soja.

Os retardadores do grupo dos triazóis (Paclobutrazol) são consideravelmente mais eficazes do que o CCC na inibição do estiolamento da planta de trigo (Teharne, 1987). Nascimento & Mosquim (2002), em experimento com vagens de soja, retiradas de plantas cultivadas em casa de vegetação no seu estágio inicial de formação e mantidas "in vitro" em laboratório, observaram que concentrações crescentes de Paclobutrazol (0,034; 0,170; 0,340 e 0,850 mM) causaram redução no comprimento,

diâmetro e na matéria seca das vagens. A redução mais acentuada ocorreu na matéria seca das vagens, que chegou a 80% em relação ao controle.

O etileno aumentou a altura da haste principal na ordem de 12 a 25%, decresceu o número de brotações laterais e reduziu o peso da matéria fresca em soja desenvolvida sob solução nutritiva, quando aplicado nas raízes, segundo Lyra & Freytag (1971). Já na cultura de milho (*Zea mays* L.), ethephon aplicado em doses de 50 a 1500mg L<sup>-1</sup>, causou precocidade no alongamento da inflorescência masculina e redução na altura da planta, sem alterar significativamente o peso de espigas e grãos em relação ao controle (Castro, 1982).

Não se tem verificado dados de aplicação de cloreto de mepiquat em soja ao contrário do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), em que 55g ha<sup>-1</sup> de cloreto de mepiquat é o suficiente para diminuir a altura final da planta para menos de 1,30m, além de reduzir o comprimento dos ramos, sem prejudicar significativamente a produtividade e qualidade da fibra (Athayde & Lamas, 1997).

No presente trabalho cinco biorreguladores foram testados em plantas envasadas de soja 'Conquista' com o objetivo de reduzir a altura das mesmas.

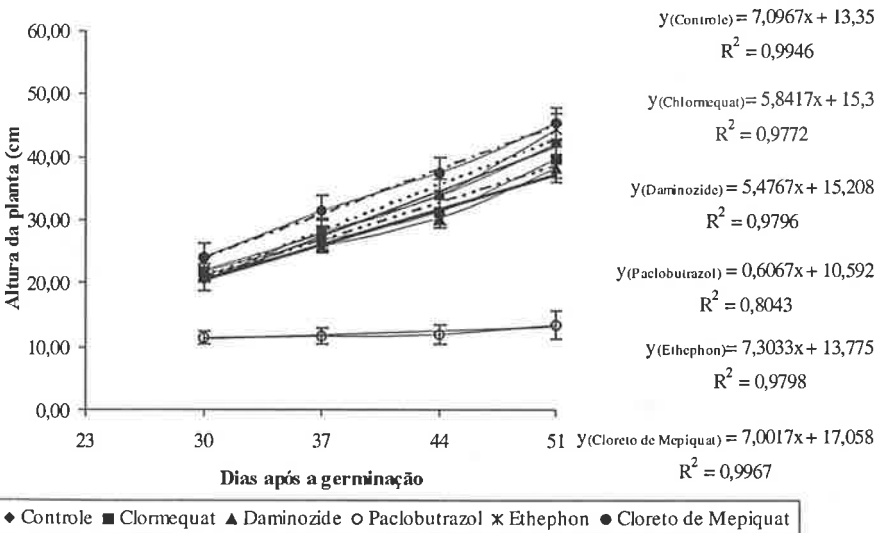
## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em vasos de cerâmica dispostos na casa de vegetação do Setor de Fisiologia Vegetal do Departamento de Ciências Biológicas da ESALQ/USP. O substrato utilizado foi uma mistura de terra argilosa, terra arenosa e matéria orgânica na proporção de 2:1:1, respectivamente. O delineamento experimental, inteiramente ao acaso, teve seis tratamentos e seis repetições. O cultivar de soja utilizado foi Conquista e a semeadura ocorreu no dia 13/08/02. Posteriormente, já com algumas folhas verdadeiras estabelecidas, foi realizado desbaste, permanecendo apenas duas plantas por vaso. Os retardadores utilizados e suas respectivas dosagens foram: chlormequat, 1000mg L<sup>-1</sup>; daminozide, 1500mg L<sup>-1</sup>; Paclobutrazol, 1000mg L<sup>-1</sup>; ethephon-240, 100mg L<sup>-1</sup>; e cloreto de mepiquat, 150mg L<sup>-1</sup>. Os retardadores foram aplicados em duas pulverizações, nos dias 04/09/02 e 18/09/02, 16 dias após a germinação

(DAG) e 30 DAG, respectivamente, com exceção do Paclobutrazol, em que as plantas de soja receberam apenas uma aplicação no solo, em 04/09/02. Foi utilizado o surfactante Extravon a  $0,2\text{ml L}^{-1}$ . O controle recebeu aplicação somente de água. Foram realizadas determinações semanais da altura em centímetros, mensuração efetuada entre o nível do solo e a última interseção do caule, aos 30, 37, 44 e 51 DAG (18/09/02, 25/09/02, 02/10/02 e 09/10/02 respectivamente). As médias das alturas por época de determinação foram comparadas através de regressão polinomial, de acordo com Pimentel-Gomes (2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento com Paclobutrazol reduziu, significativamente, em 68,3% a altura das plantas, aos 51 DAG, em relação ao controle. A diferença também revelou-se significativa em relação aos outros retardadores testados, conforme mostra a Figura 1.



**Figura 1.** Efeito da aplicação de retardadores de crescimento na altura da planta de soja (*Glycine max* L. Merrill), em quatro épocas de determinação.

O Paclobutrazol age bloqueando a formação do ácido entcaurenóico (Rademacher, 1990), e devido este estágio estar dentre os últimos da via de biossíntese de giberelina, não haveria margem para possíveis alternativas, ao contrário do que pode ter ocorrido com os outros retardadores aplicados neste experimento (Figura 2).

O efeito do Paclobutrazol neste trabalho foi obtido através de sua aplicação no solo 16 DAG (Figura 1), entretanto, essa operação não se mostra viável em um campo de soja, o que sugere um novo experimento, para testar a eficiência deste retardador, quando pulverizado sobre a parte aérea. O efeito drástico do Paclobutrazol, verificado por Nascimento & Mosquim (2002), com redução de 80% da matéria seca das vagens e diminuição de 68,3% na altura neste experimento, indicam que esse retardador de crescimento é eficaz, porém, seria necessário estudar novas dosagens e épocas de aplicação de maneira que se possa obter a contenção do desenvolvimento excessivo, sem prejudicar a produção de grãos.

As parcelas tratadas com chlormequat e daminozide não apresentaram diferenças significativas em relação ao controle, contrariando os resultados observados por Pillay (1965), Gowda (1972), Chailakhyan et al. (1973), Lam-Sanchez et al. (1975), Bouniols et al. (1978) e Castro (1980). Diferenças nos cultivares de soja utilizados, forma e época de aplicação dos retardadores, bem como nas dosagens dos produtos, podem ser as causas desses diferentes comportamentos.

Resultados obtidos por autores que trabalharam com o ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA) em soja, tais como: alterações morfológicas no tamanho e na orientação das folhas, melhorando a utilização da luz solar (Greer & Anderson, 1965); redução da altura da planta, do número de nós e do número de nós para aparecimento da primeira vagem (Basnet et al., 1972); redução na altura e no acamamento das plantas (Rajput & Saxena, 1973); redução na altura da planta em até 13,3% e na incidência de acamamento (Clapp, 1973), sugerem incluir o TIBA em futuros experimentos com retardadores de crescimento em soja.

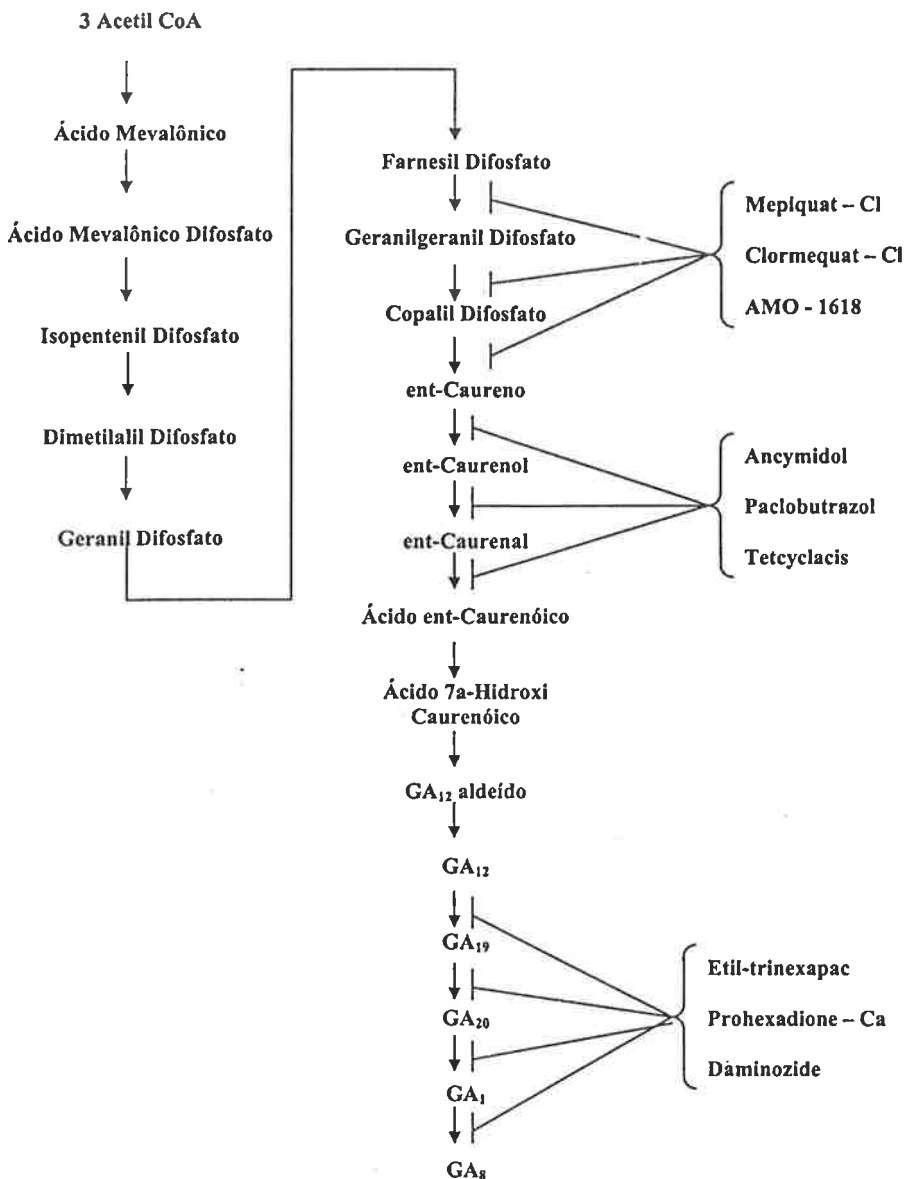


Figura 2. Via da biossíntese de giberelinas e ação restritiva de alguns retardadores de crescimento, segunda Rademacher (1990)



## CONCLUSÕES

1. Paclobutrazol aplicado ao solo mostrou ser bastante eficaz como retardador de crescimento em soja, gerando plantas com alturas significativamente menores em relação ao controle.
2. Chlormequat, daminozide, ethephon e cloreto de mepiquat não apresentaram diferenças significativas de altura em relação ao controle.
3. É necessário testar o Paclobutrazol, em pulverizações na parte aérea, para avaliar sua viabilidade em soja.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTECA, R.N., 1995. **Plant Growth Substances: Principles and Applications**. New York: Chapman & Hall, 332p.
- ATHAYDE, F.L.F. & F.M. LAMAS, 1997. Aplicação Sequencial de Cloreto de Mepiquat em Algodoeiro. **Pesq. Agrop. Bras.**, **34(3)**:369-375.
- BASNET, B. S.; G.M. PAUSEN & C.D. NICKELL, 1972. Growth and Composition Response of Soybean to Some Growth Regulators. **Agr. J.**, **64**:550-552.
- BASRA, A.S. (Ed.), 2000. **Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture: their Role and Commercial Uses**. New York: The Haworth Press, 264p.
- BOUNIOLS, A.; J. DECAN; A. PACE; M. MONDIES & B. PUJOL, 1978. Influence de Régulateurs de Croissance (B9 et CCC) sur le Développement et la Fructification de Cultures de Soja (*Glycine max* L. Merrill) Placées dans Différentes Conditions d'Alimentation Hydrique et de Competition Intraespécifique. **Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences**, 1673-1676.
- CASTRO, P.R.C., 1980. Efeitos de Reguladores de Crescimento em Soja [*Glycine max* (L.) Merrill cv. Davis]. Piracicaba, 145p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- CASTRO, P.R.C., 1982. Efeitos de Ethephon e Uréia na Morfologia e Produtividade de Milho (*Zea mays*). **Anais da ESALQ**, **39(1)**:89-100.

- CASTRO, P.R.C. & E.L. VIEIRA, 2001. **Aplicações de Reguladores Vegetais na Agricultura Tropical**. Guaíba: Editora Agropecuária, 132p.
- CHAILAKHYAN, M.Kh.; R.Sh. ARUTYUNYAN; M.D. STEPANYAN & N. KARAPETYAN, 1973. Effect of the Growth Retardant CCC on the Growth of Leguminous Plant and Nodule Formation under Different Methods of Application. **Doklady Akademii Nauk Armyanskoi SSR**, 56:182-187.
- CLAPP, J.G., Jr., 1973. Responses of Bragg Soybean to TIBA (2,3,5 – Triiodobenzoic Acid). **Agr. J.**, 65:222-232.
- 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.**, p.516.
- GREER, H.A.L. & I.C. ANDERSON, 1965. Responses of Soybean to Triiodobenzoic Acid under Field Conditions. **Crop Science**, 5:229-232.
- LAM-SANCHEZ, A.; M. BARRETO & R.A. PITELLI, 1975. Efeitos do CCC (Cloroeto de 2-Cloroetil Trimetil Amônio) na Cultura de Soja. **Científica**, 3:48-54.
- LIRA, E.P. & A.H. FREYTAG, 1971. Effect of Ethylen and 2,3,5 – Triiodobenzoic Acid on Soybean Seedlings Grown in Hydroponic Culture. **Trans. Illinois Sta. Acad. Sci.**, 64:309-312.
- LUCKWILL, L.C., 1981. **Growth Regulators on Crop Production**. London: Edward Arnold, 94p.
- NASCIMENTO, R. & P.R. MOSQUIM, 2002. Effect of the Gibberellic Acid and Paclobutrazol on the Growth of Soybean Fruits (**Compact Disc**). In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE FISILOGIA VEGETAL, 11. Punta del Este, 113-114.
- PILLAY, D. T.N., 1965. Responses of Soybean Seedlings to N-dimethyl Amino Succinamic Acid, a Growth Retardant. **Can. J. Bot.**, 43:1477-1478.
- PIMENTEL-GOMES, F., 2000. **Curso de Estatística Experimental**. 14<sup>a</sup>.ed. Piracicaba, 480p.

- RADEMACHER, W., 1990. Inhibitors of Gibberellin Biosynthesis: Applications in Agriculture and Horticulture. In: TAKAHASHI, N.; B.O. PHINNEY & J. MACMILLAN. (Eds.). **Gibberellins**. Springer-Verlag, New York, p.296-310.
- RAJPUT, N. S. & M.C. SAXENA, 1973. Effect of Rates and Times of Application of TIBA on Soybean Production. **Agr. Agro-Ind. J.**, **6**:14-17.
- REED, D.J.; T.C. MOORE & J.D. ANDERSON, 1965. Plant Growth Retardant B-995: a Possible Mode of Action. **Science**, **148**:1469-1471.
- TEHARNE, K.J., 1987. Plant Growth Regulator Research of the Agricultural and Food Research Council. **Plant Growth Regulators for Agriculture and Amenity Use**. British Crop Protection Council – Symposium on Plant Growth Regulators, monograph. **36**:3-10.