

AÇÃO DE BRASSINOLIDE E TRIACONTANOL NA PRODUTIVIDADE DA SOJA 'CONQUISTA'

Paulo R.C. Castro¹
Stella C. Cato¹

RESUMO

Em sistemas de produção altamente tecnificados, sob tratos culturais evoluídos, com utilização adequada de insumos e defensivos agrícolas, a aplicação de bioestimulantes pode melhorar a qualidade e o rendimento da colheita. Sob condições de casa de vegetação, em plantas de soja (*Glycine max* cv. Conquista) foram aplicados Brassinolide 10 e 20 mg.ha⁻¹ e Triacontanol 0,25, 0,50 e 0,75 mg.ha⁻¹, além do controle, nos estádios R1 e R5 da soja (metade da dose em cada estágio). Na colheita foram determinados os parâmetros de produtividade. Os dados foram submetidos a análise de variância, sendo que as médias foram comparadas pelo teste Duncan (5%). Verificou-se que pulverização com Triacontanol 0,25, 0,50 e 0,75 g.ha⁻¹ aumentou a massa de 100 grãos da soja, assim como a aplicação de Brassinolide 20 mg.ha⁻¹. Pulverização com Triacontanol 0,25 e 0,50 g.ha⁻¹ reduziu o número de vagens por planta.

Palavras-chave: *Glycine max*, bioestimulantes, produção.

ABSTRACT

ACTION OF BRASSINOLIDE AND TRIACONTANOL ON 'CONQUISTA' SOYBEAN PRODUCTIVITY

This research was carried out to evaluate the effects of biostimulants on soybean (*Glycine max* cv. Conquista). Commercial applications of natural stimulants are important when advanced production systems are employed to improve the quality and quantity the harvested crop. The experiment was carried out in the greenhouse of the Department of Biological Sciences at ESALQ/USP to evaluate the action of Brassinolide 10 and 20 mg.ha⁻¹ and Triacontanol 0.25, 0.50 and 0.75 g.ha⁻¹ (half of the concentration in each stage of soybean plant growth: R1 and R5). The means were compared by the Duncan's test at 5% of probability. Application of Triacontanol 0.25, 0.50 and 0.75 g.ha⁻¹ and of Brassinolide 20 mg.ha⁻¹ increased the mass of 100 grains. Application of Triacontanol 0.25 and 0.50 g.ha⁻¹ reduced the number of soybean pods.

Key-words: *Glycine max*, plant stimulants, production.

INTRODUÇÃO

Bioestimulantes têm sido disponibilizados no Brasil com a finalidade de incrementar de forma quantitativa e qualitativa a produção vegetal. Esses produtos, assim como os biorreguladores, devem ser utilizados em sistemas de produção tecnificados acima da média, de maneira que os cultivos tenham recebido tratos culturais adequados, envolvendo: fertilidade do solo, disponibilidade de água, defensivos agrícolas e outros insumos necessários.

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

No grupo dos novos hormônios, os brassinosteróides (BRs) têm papel essencial como hormônios de plantas e animais (Castro & Vieira, 2001; Geuns, 1983). O Brassinolide é a forma mais bioativa dos promotores de crescimento de plantas do grupo dos brassinosteróides. Por apresentar-se em baixíssimas concentrações, sua identificação foi bastante difícil, sendo a observação do comportamento do fenótipo mutante anão de *Arabidopsis* com a aplicação de BRs, a principal causa da aceitação dos BRs como potenciais hormônios (Grove *et al.*, 1979; Mandava, 1988). A identificação do gene responsável pela sinalização tornou-se possível através da caracterização de genótipos anões insensíveis à aplicação de BRs (Li *et al.*, 1996; Szekeres *et al.*, 1996). Apresentam mecanismos de sinalização genômicos e não genômicos que levam a uma alteração na transição ou nas respostas fisiológicas, estimulando alterações no nível dos mensageiros secundários, no fluxo de ions e nas atividades das proteínas quimases via carregadores de esteróides não caracterizados e receptores das membranas plasmáticas (Whelng, 1997; Falkenstein *et al.*, 2000).

Seu efeito vem sendo reportado como pleiotrópico, estando associado com o aumento nos processos metabólicos ligados a fotossíntese; a síntese de ácidos nucléicos e de proteínas (Krizek & Mandava, 1983); atua no bombeamento de prótons e na polarização da membrana (Cerana *et al.*, 1983); na fotossíntese (Braun & Wild, 1984); na resposta ao estresse, em especial termotolerância (Wilen *et al.*, 1995); no atraso da senescência (Mandava, 1988); na diferenciação vascular e na reorientação de microtúbulos (Mayumi & Shibaoka, 1995), além de apresentar sinergismo na atuação das auxinas e giberelinas e inibição do desenvolvimento radicular, provavelmente por indução de síntese do etileno e epinastia (Mandava, 1988). Em leguminosas o Brassinolide pode causar aumento na fixação de nitrogênio por afetar a nodulação e a atividade do nitrato (Vardhini & Rao, 1999). Os primeiros efeitos observados nos brassinolídeos aplicados em folhas de arroz foram a curvatura decorrente da ampliação das células adaxiais de junção entre a lâmina e a bainha e, em feijoeiro, alongação do segundo e terceiro entrenós, além de rachadura nos caules (Grove *et al.*, 1979).

Triacontanol é uma substância isolada de uma fração solúvel em clorofórmio de feno de alfafa (*Medicago sativa* L.), identificada por espectrometria de massa como um álcool primário de cadeia longa. Tem sido verificado seu efeito estimulante no crescimento de plântulas de arroz (*Oryza sativa* L.), milho (*Zea mays* L.), tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e cevada (*Hordeum vulgare* L.), segundo Ries *et al.* (1981). O Triacontanol foi identificado inicialmente em alfafa (Chibnall *et al.*, 1933), mas ocorre em pequenas quantidades em extratos de muitas plantas, incluindo triticale (Tullock & Hoffman, 1974).

Este estimulante vegetal tem sido descrito como uma substância com a propriedade de aumentar a massa fresca e seca das plantas (Ries *et al.*, 1977). Testes biológicos com explantes de feijoeiro não revelaram respostas ao Triacontanol. Steffens & Worley (1980) efetuaram pulverizações em milho, tomateiro, sorgo e soja, com Triacontanol, sob condições controladas. Observaram aumento na massa da matéria fresca em dois dos quinze ensaios realizados. A produção de soja, sob condições de campo, não foi alterada significativamente pelo tratamento com Triacontanol. Concluiu-se através de respostas obtidas sob condições de laboratório, em vários sistemas de ensaios biológicos, sempre pela atividade biológica ocasional desse álcool.

Em arroz, observou-se que o Triacontanol pode proporcionar um aumento no crescimento de plântulas, com acréscimo de massa seca e de área foliar. Esta resposta mostrou-se independente da luz e os incrementos observados relacionados a um aumento no nitrogênio total (até 30%) e a carboidratos solúveis (Ries & Wert, 1977; Bittenbender *et al.*, 1978).

Ohroggee & Fulk-Bringmann (1980) analisaram o efeito da aplicação de Triacontanol na produção de grãos de milho, através de 2 experimentos, sendo que no primeiro ensaio, realizado em 1977, demonstraram um efeito significativo na produtividade, quando o produto foi aplicado sobre as espigas e quando a emergência do estigma estava com 1 cm, em relação à aplicação em estigma com 10 cm. No segundo experimento, realizado em 1978, com 2 híbridos testados, notaram que havia diferença entre o tratado e o não tratado com Triacontanol com 2 solventes, acetona e clorofórmio, sendo que o efeito da acetona foi superior ao do clorofórmio.

Chowdhury *et al.* (1980) trabalhando com sementes de feijoeiro, okra e aboboreira, embebidas em soluções Cytex, Triacontanol e Ethepon, verificaram que a emergência das plântulas e o crescimento não foi afetado significativamente por nenhum dos tratamentos. Marcelle & Chrominski (1978) realizando experimentos para verificar a atividade de Triacontanol no crescimento de plantas de feijoeiro, alface, aveia, trigo e soja, não constataram efeitos do produto químico. Consideraram a possibilidade das respostas ao Triacontanol serem obtidas somente em plantas sob condições de solução nutritiva.

Bhalla (1981), verificando os efeitos do Triacontanol como bioestimulante vegetal, observou através de seus experimentos que o produto mostrou ser ativo tanto nos bioensaios de senescência como nos do crescimento do hipocótilo de pepino. O Triacontanol de 1-25 mg i.a./L, aumentou o comprimento do hipocótilo na glumação de sementes de pepino 14% acima das não tratadas, sendo que, para os testes de senescência altas taxas de Triacontanol (200 - 400 mg i.a./L) retardaram a senescência de segmentos de folhas, que foi determinada através da redução da degradação de clorofila. O mesmo autor entretanto, realizou testes em casa de vegetação e no campo com várias culturas agrônômicas, sendo que estas, não mostraram reproduzir aumentos no crescimento, nem respostas na produção.

Ries *et al.* (1981) observaram que Triacontanol promoveu aumento no crescimento de plântulas de arroz, num período de 4 horas, tanto na luz como no escuro. Consideraram que aplicações foliares deste produto podem ser efetuados tanto em milho (*Zea mays*) como em arroz (*Oryza sativa*). As respostas foram caracterizadas por aumento na massa seca, área foliar, açúcares redutores, aminoácidos livres, proteínas solúveis, nitrogênio total reduzido e clorofila. No teste realizado com milho, o aumento desses parâmetros foi verificado após 4 horas de tratamento, na ordem de 20 à 45% acima do controle.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar os efeitos das aplicações de Brassinolide e Triacontanol na produtividade da soja 'Conquista'.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em vasos de cerâmica e dispostos na casa de vegetação do Horto Experimental do Departamento de Ciências Biológicas da ESALQ/USP em Piracicaba. O substrato utilizado foi uma mistura de terra argilosa, terra arenosa e matéria orgânica na proporção de 2:1:1, respectivamente. O delineamento experimental foi instalado com 6 tratamentos e 7 repetições, distribuídos inteiramente ao acaso. O cultivar de soja utilizado foi Conquista e a semeadura ocorreu em 19/02/04. Posteriormente, já com algumas folhas verdadeiras estabelecidas, foi realizado desbaste, permanecendo apenas duas plantas por vaso. Os bioestimulantes utilizados foram produtos naturais extraídos de vegetais, sendo o Brassinolide um análogo de brassinosteróide denominado Biobras-16, produzido no Laboratório de Productos Naturales de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana, assim como o Triacontanol denominado 4M. Foi aplicado Brassinolide 0,013 e 0,025 ml.L⁻¹, ou 10 e 20 mg.ha⁻¹, sendo que Triacontanol foi pulverizado na concentração de 0,32, 0,63 e 0,94

ml.L⁻¹, ou 0,25, 0,50 e 0,75 g.ha⁻¹, além do controle. Os bioestimulantes foram aplicados em duas pulverizações, no estágio R1 (07/04/04), no início da floração, 48 dias após a semeadura (DAS), e no estágio R5 (22/04/04), na granação (63 DAS). Foi utilizado o adjuvante Silwet L-77 0,05%. Na colheita (29/06/04) foram determinados parâmetros da produtividade: número e massa de vagens, massa de grãos e de 100 grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade, conforme Pimentel-Gomes (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 verificamos que as aplicações de Triacontanol 0,25 e 0,5 g.ha⁻¹ diminuíram o número de vagens colhidas de soja. Os tratamentos com os bioestimulantes não afetaram a massa das vagens nem a massa de grãos. Mercado (2003) considera que aplicações de Brassinolide podem incrementar o rendimento da colheita de soja quando utilizado de 20 a 25 DDS, no início da floração, na concentração de 25 mg.ha⁻¹. Steffens & Worley (1980) notaram que Triacontanol não afetou a produção de soja em condições de campo. Castro *et al.* (2004) observaram que Brassinolide incrementou a altura de feijoeiro aos 37 e 44 dias após a germinação (DAG) e reduziu essa altura aos 58 DAG. No mesmo trabalho, notaram que reduziu o número de vagens e a massa de grãos do feijoeiro. Sugiyama & Kuraishi (1989) verificaram que Brassinolide estimulou a fixação de frutos na laranja 'Morita Navel'; sendo que Serciloto *et al.* (2003) não observaram efeitos significativos da aplicação de Brassinolide na lima ácida 'Tahiti'.

Tabela 1. Comparação das médias do número de vagens, massa de vagens, massa de grãos e massa de 100 grãos de soja 'Conquista' submetida a aplicação de Brassinolide e Triacontanol.

Tratamentos	Nº Vagens	Massa Vagens (g)	Massa Grãos (g)	Massa 100 grãos (g)
Controle	74,36 a	28,86 ab	19,04 ab	12,94 b
Biobrás 10 mg.ha ⁻¹	54,71 ab	24,72 ab	17,63 ab	15,17 b
Biobrás 20 mg.ha ⁻¹	53,71 ab	30,04 ab	22,85 ab	18,60 a
4M 0,25 g.ha ⁻¹	41,14 b	22,52 b	17,08 b	17,89 a
4M 0,50 g.ha ⁻¹	50,57 b	27,68 ab	21,00 ab	18,76 a
4M 0,75 g.ha ⁻¹	59,21 ab	34,63 a	25,95 a	19,47 a
F(Trat)	2,51 *	1,42 ^{n.s.}	1,59 ^{n.s.}	7,26 **
C.V.(%)	32,97	33,48	34,48	14,55

Médias seguidas de letras distintas, dentro de uma mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

^{n.s.} não significativo.

Brassinolide 20 mg.ha⁻¹ aumentou a massa de 100 grãos em relação ao controle. Triacontanol 0,25, 0,50 e 0,75 g.ha⁻¹ também incrementaram a massa de 100 grãos da soja 'Conquista'. Em condições de laboratório, Triacontanol 0,01% em benzeno aumentou o desenvolvimento inicial das radiculas de arroz com relação ao controle (água); sendo que Triacontanol 1% em éter reduziu o crescimento radicular (Castro *et al.*, 1984). Verificou-se que Triacontanol não afetou a germinação de sementes de tomateiro e de milho (Castro *et al.*, 1987a). Triacontanol 0,5 mg.L⁻¹ pulverizado em milho 'Cargill-525', 34 DAS, provocou redução na taxa assimilatória líquida e na taxa de crescimento relativo das

plantas (Castro *et al.*, 1987b). Triacontanol 0,05 mg.L⁻¹ aplicado em girassol aos 24 e 43 DAS, aumentou o florescimento e reduziu a massa seca das plantas (Castro *et al.*, 1983). Mercadu (2003b) considera que Triacontanol pode incrementar a área foliar e a massa seca das plantas, podendo aumentar os açúcares redutores, aminoácidos, proteínas solúveis e nitrogênio total. Esses efeitos podem levar a aumentos em rendimento, inclusive da soja.

CONCLUSÃO

1. Aplicação de Triacontanol 0,25, 0,50 e 0,75 g.ha⁻¹ em soja 'Conquista' (metade em R1 e metade em R5), aumentou a massa de 100 grãos, assim como a aplicação de Brassinolide 20 mg.ha⁻¹ (também dividido em duas vezes).
2. Pulverização com Triacontanol 0,25 e 0,50 g.ha⁻¹ (em duas vezes) reduziu o número de vagens por planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BHALLA, P.R. 1981. Triacontanol as a plant biostimulant. **Proc. 8th Ann. Meet. Plant Growth Regul. Soc. Amer.**, St. Petersburg 184-189.
- BITTENBENDER, H.C.; D.R. DILLEY; V. WERT; S.K. RIES. 1978. Environmental parameters affecting dark response of rice seedlings (*Oryza sativa* L.) to triacontanol. **Plant Physiology**, 61: 851-854.
- BRAUN, P.; A. WILD. 1984. The influence of brassinosteroid on growth and parameters of photosynthesis of wheat and mustard plants. **J. Plant Physiol.**, 116: 189-196.
- CASTRO, P.R.C.; E.L. VIEIRA. 2001. **Aplicações de Reguladores Vegetais na Agricultura Tropical**. Livr. Ed. Agropecuária, Guaíba, 132p.
- CASTRO, P.R.C.; M.R. GONÇALVES; S.C. CATO. 2004. Effects of leaf application of Codamin and Brassinolide on bean plants. **50^a Reunión de la Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical**, Resúmenes, La Mercedes de Guácimo, p.21.
- CASTRO, P.R.C.; M.B. GONÇALVES; M.J. SILVA; S.A. REIBEIRO. 1983. Ação de estimulantes vegetais no desenvolvimento do girassol (*Helianthus annuus* L.). **An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"**, 40: 1319-1332.
- CASTRO, P.R.C.; E. CONFORTO; E.M. NICOLINI; J.L.C. GABRIEL; J.J. ISMAEL. 1987a. Efeitos de reguladores e estimulantes vegetais no desenvolvimento do milho (*Zea mays* L. cv. C-525). **An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"**, 44: 1079-1105.
- CASTRO, P.R.C.; A.A. HENRIQUE; T.F. FUMIS; A.C. BABBONI JR.; A.M. MINARELLI; L.C. DI STASI; J.D. RODRIGUES. 1987b. Efeitos de triacontanol na germinação de milho e tomateiro. **An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"**, 44: 891-899.
- CASTRO, P.R.C.; E.C. MARTINS; V.B.G. ALCÂNTARA; E.B. WUTKE; E.C. MACHADO; P.A. MANFRON. 1984. Efeitos de estimulantes vegetais na germinação do arroz (*Oryza sativa* L. cv. IAC-165). **An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"**, 41:359-368.
- CERANA, R.; A. BONETTI; M.T. MARRE; G. ROMANI; P. LADO; E. MARRE. 1983. Effects of brassinosteroid on growth and eletrogenic proton extrusion in Azuki bean epicotyls. **Physiol. Plant**, 59: 23-27.
- CHIBNALL, A.C.; E.F. WILLIAMS; A.L. LATENER; S.H. PIER. 1933. The isolation of n-triacontanol from Lucerne wase. **Biochemistry Journal**, 27: 1885.
- CHOWDHURY, I.R.; K.B. PAUL; D. SASSEVILLE, 1980. The emergence and yields of beans, okra and squash as influenced by Cytex, Triacontanol and Ethrel. **Proc. 7th Ann. Meet. Plant Growth Regul. Work. Group**. Dallas 77-82.

- FALKESTEIN, E.; H.C. TILMANN; M. CHRIST; M. FEURING; M. WEHLING, 2000. Brassinosteroid-insensitive-1 is a ubiquitously expressed leucine rich repeat receptor serine/threonine. **Plant Physiol.**, 123: 1247-1255.
- GEUNS, J.M.C. 1983. Plant steroid hormones. **Biochem. Soc. Trans.**, 11:543-548.
- GROVE, M.D.; G.F. SPENCER; W.K. ROHWEDDER; N.A. MANDAVA; J.F. WORLEY; G.L. STEFFENS; J.L. FLIPPEN-ANDERSON; C. COOK. 1979. Brassinolide, a plant growth promoting steroid isolated from *Brassica napus* pollen. **Nature**, 281: 216-217.
- KRIZEK, D.T.; N.B. MANDAVA. 1983. Influence of spectral quality on the growth-response of intact bean plants of brassinosteroid, a growth promoting steroidal lactone 2. Chlorophyll content and partitioning of assimilate. **Physiol. Plant.** 57: 324-329.
- LI, J.; P. NAGIPAL; V. VITART; T.C. McMORRIS; J. CHORY. 1996. A role for brassinosteroids in light-dependent development of *Arabidopsis*. **Science**, 272:398-401.
- MANDAVA, N.B. 1998. Plant growth promoting brassinosteroids. **Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.**, 39: 23-53.
- MARCELLE, R.D.; A. CHROMINSKI, 1978. Growth regulating activity of triacontanol. **Proc. 5th Ann. Meet. Plant Growth Regul. Work. Group**, Blacksburg 116-123.
- MAYUMI, K.; H. SHIBAOKA. 1995. A possible double role for brassinosteroid in the reorientation of cortical microtubules in the epidermal cells of Azuki bean epicotyls. **Plant Cell Physiol.**, 103: 201-209.
- MERCADU. 2003a. Instruções Biobras-16. Boletim Técnico, 5p.
- MERCADU. 2003b. Caracterização del 4M. Boletim Técnico, 4p.
- OHLROGGE, A.J.; S.S. FULK-BRIGAMANN. 1980. Triacontanol effects on the grain yield of field corn. **Proc. 7th Ann. Meet. Plant Growth Regul. Work. Group**. Dallas 138.
- PIMENTEL-GOMES, F. 2000. **Curso de Estatística Experimental**. 14^a ed. Piracicaba, 480p.
- RIES, S.K.; V. WERT. 1977. Growth responses of rice seedlings to triacontanol in light and dark. **Planta**. 135: 77-85.
- RIES, S.; V. WERT; R. HOUTZ. 1981. Rapid *in vivo* and *in vitro* effects of Triacontanol. **Proc. 8th Ann. Meet. Plant Growth Regul. Soc. Amer.**, St. Petersburg 137-145.
- RIES, S.K.; V. WERT; C.C. SWELLEY; R.A. LEAVITT. 1977. Triacontanol: a new naturally occurring plant growth regulator. **Science**, 1995: 1339-1341.
- SERCILOTO, C.M.; P.R.C. CASTRO; R.V. RIBEIRO; S. TAVARES; C.L. MEDINA; E.C. MACHADO. 2003. Biorreguladores na fixação dos frutos da lima ácida 'Tahiti'. **Laranja, Cordeirópolis**, 24(2): 383-395.
- SUGIYAMA, L.; S. KURAIISHI. 1989. Stimulation of fruit set of 'Morita' navel orange with brassinolide. **Acta Horticulturae**, 239: 345-348.
- STEFFENS, G.L.; J.F. WORLEY. 1980. Triacontanol evaluation in several plant assays. **Proc. Plant Growth Regul. Work. Group**, Texas, 137.
- SZEKERES, M.; K. NEMETH; Z. KONCZ-KALMAN; J. MATHUR; A. KAUSCHMANN; T.R. ALTMANN; G.P. EDEL; F. NAGY; J. SCHELL; C. KONCZ. 1996. Brassinosteroids resume the deficiency of CYP90, a cytochrome p450, controlling cell elongation and detoliation in *Arabidopsis*. **Cell**, 85: 171-181.
- TULLOCK, A.P.; L.L. HOFFMAN. 1974. Epicuticular waxes of *Secale cereale* and triticale hexaploid leaves. **Phytochemistry**, 13: 2535-2540.
- VARDHINI, B.V.; S.S.R. RAO. 1990. Effect of brassinosteroids on nodulation and nitrogenase activity in groundnut (*Arachis hypogaea*). **Plant Growth Regulation**, 28: 165-167.
- WEHLING, M. 1997. Specific nongenomic actions of steroid hormones. **Annu. Rev. Plant Physiol.**, 59: 365-393.
- WILEN, R.W.; J.M. WILSON; E.M. MEYEROWITZ. 1995. A possible role for kinase associated protein phosphatase in thermotolerance of bromegrass (*Bromus inermis*) cell cultures. **Physiol. Plant**, 95: 185-192.