

Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante

Celestina Afllen Klahold¹, Vandeir Francisco Guimarães^{2*}, Márcia de Moraes Echer³, Adolfo Klahold⁴, Robinson Luis Contiero² e Andréia Becker¹

¹Produção Vegetal, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. ²Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. Rua Pernambuco, 1777, 85960-000. ³Engenharia Agrônoma, Doutora em Fitotecnia. ⁴Biólogo. *Autor para correspondência. e-mail: vandeirfg@yahoo.com.br

RESUMO. Objetivando verificar o efeito do bioestimulante, Stimulate[®], aplicado via semente e pulverização foliar, na cultura da soja, conduziu-se um experimento sob ambiente protegido, em vasos. O delineamento foi de blocos casualizados, com 4 repetições. Os tratamentos constaram da combinação de doses de bioestimulante, aplicadas via semente (0, 3 e 5 mL kg⁻¹ de sementes) na semeadura e via foliar (0,0; 0,075; 0,150 e 0,225 mL L⁻¹), aos 58 dias após a emergência (DAE). Realizaram-se coletas de plantas aos 73 e 129 DAE. Para algumas das variáveis estudadas, nas doses utilizadas, houve efeito negativo na resposta à aplicação de bioestimulante, para algumas doses testadas. Respostas positivas foram verificadas para massa seca de flores, raízes, razão raiz/parte aérea, número de flores, vagens e grãos e produção por planta. Destacaram-se positivamente os tratamentos: 0,0 mL 0,5 kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF); 3,0 mL 0,5 kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF); 3,0 mL 0,5 kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF) e 5,0 mL 0,5 kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF).

Palavras-chave: reguladores vegetais, massa seca, área foliar, produção.

ABSTRACT. Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) response to biostimulant action.

Aiming to verify the effect of the biostimulant, Stimulate[®], applied saw by seed and leaf pulverization, in the culture of the soybean. It behaved an experiment under greenhouse, in vases. Randomized block experimental design was used, with four repetitions. The treatments consisted of the combination of biostimulant doses: seed application (SA) (0; 3; and 5 mL kg⁻¹ of seeds) in the sowing and leaf spray (LS) (0.0; 0.075; 0.150; and 0.225 mL L⁻¹), to the 58 days after the emergency (DAE). Collections of plants were accomplished to the 73 and 129 DAE. For some of the studied variables, in the used doses, there was negative effect in the response of the biostimulant application, for some tested doses. Positives responses were verified for flowers and roots dry mass; root/shoot relation; flowers; beans and grains number; and yield for plant. They stood out the treatments: 0,0 mL 0,5 kg⁻¹ (SA) + 0,150 mL L⁻¹ (LS); 3,0 mL 0,5 kg⁻¹ (SA) + 0,0 mL L⁻¹ (LS); 3,0 mL 0,5 kg⁻¹ (SA) + 0,225 mL L⁻¹ (LS); and 5,0 mL 0,5 kg⁻¹ (SA) + 0,075 mL L⁻¹ (LS).

Key words: plant growth regulators, dry matter, leaf area, yield.

Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem grande importância no sistema de produção brasileiro e mundial. No Brasil, essa cultura ocupa posição de destaque e se apresenta como a mais importante cultura em produção de grãos e em exportação, com uma expectativa de produção de 65,6 milhões de toneladas na safra 2004/2005.

O crescimento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja brasileira estão aliados aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias no setor produtivo. Um desses avanços é o uso de reguladores vegetais e/ou bioestimulantes. Segundo Castro e Vieira (2001), o termo bioestimulante se refere à mistura de reguladores

vegetais, ou de um ou mais reguladores vegetais com outros compostos de natureza bioquímica diferente (aminoácidos, nutrientes, vitaminas etc.). O emprego de reguladores vegetais como técnica agrônômica para se otimizar a produção em diversas culturas tem crescido nos últimos anos.

Os hormônios, assim como as enzimas, o DNA e as vitaminas têm a propriedade de exercer efeitos, por vezes de capital importância morfofisiológica, mesmo quando presentes em baixas concentrações (Castro e Vieira, 2001). Weaver (1972) descreve que os órgãos vegetais de uma planta são alterados morfológicamente pela aplicação de fitorreguladores, de maneira que o crescimento e o desenvolvimento das plantas são promovidos, inibidos, influenciando

ou modificando os processos fisiológicos de modo a controlar a atividade meristemática.

Conforme Taiz e Zeiger (2003), seis grupos de substâncias são considerados hormônios vegetais: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico e brassinosteróides. Esses grupos atendem às premissas relativas ao conceito atual de hormônios vegetais. Esses autores destacam, ainda, que as giberelinas atuam ativamente na germinação das sementes por induzirem, via ação gênica, a síntese de enzimas de lise que promovem a quebra e a mobilização de substâncias de reserva no endosperma das sementes. As citocininas possuem grande capacidade de promover divisão celular por atuarem no ciclo celular, participando no processo de diferenciação celular e alongamento, principalmente quando interagem com as auxinas. Quanto às auxinas, elas têm como principal efeito fisiológico a indução do alongamento celular pela ativação da bomba de prótons (ATPase), promovendo, dessa forma, a acidificação da parede celular, possibilitando a ação das enzimas hidrolíticas sintetizadas pela ação das giberelinas.

Substâncias naturais ou sintéticas, consideradas reguladores vegetais, podem ser aplicadas diretamente nas plantas (folhas, frutos, sementes), provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita. Por meio dessas substâncias, pode-se interferir em diversos processos, tais como: germinação, enraizamento, floração, frutificação e senescência (Castro e Vieira, 2001).

São inúmeras as pesquisas realizadas sobre a interferência de reguladores vegetais na agricultura, destacando-se as áreas de floricultura, de olericultura e de fruticultura. Entretanto ainda são poucas as pesquisas com as grandes culturas, como é o caso da soja. Nos últimos anos, alguns estudos foram desenvolvidos com a utilização de bioestimulantes em grandes culturas, como a soja, o arroz, o milho e o feijão (Vieira, 2001; Castro e Vieira, 2001, 2003). Esses estudos têm apontado para ganhos em produtividade devido a incrementos no sistema radicular na fase de estabelecimento da cultura após a germinação e ao aumento de pegamento de vagens, nas culturas da soja e do feijão.

Vellini e Rosolem (1997), avaliando a eficiência agrônômica do Stimulate® na cultura de feijoeiro, concluíram que esse produto pode ter efeito positivo na produtividade, quando aplicado associado ao cobalto e ao molibdênio, podendo também aumentar a produção de proteína pelo feijoeiro. Ressaltaram que o valor protéico estava relacionado a

uma melhor nutrição nitrogenada da planta.

Milléo e Zagonel (2002), com o objetivo de avaliar a eficácia agrônômica de diferentes doses e formas de aplicação de Stimulate® na cultura do feijoeiro, trabalharam com as concentrações do produto (250, 375 e 750 mL ha⁻¹) em tratamentos de sementes e via pulverização, aos 22 DAE, 32 DAE e 44 DAE. O bioestimulante, em tratamentos de sementes na dose de 250 mL ha⁻¹, proporcionou maior produção de vagens e de grãos por planta de feijoeiro. Ainda segundo os autores, o tratamento de sementes com o produto causa maior absorção de potássio e maior concentração de proteínas nos grãos de feijão.

Em trabalho realizado com a aplicação de bioestimulante em *Phaseolus vulgaris* (L.), Castro e Vieira (2003) relatam que o bioestimulante aplicado via semente proporcionou uma melhor uniformidade de germinação, favorecendo o surgimento de plântulas com qualidade superior, resultando em plantas com sistemas radiculares mais desenvolvidos, apresentando raízes mais vigorosas, com massa seca, crescimento e comprimento total superiores aos encontrados nas plantas não-tratadas, aspectos que certamente influem positivamente na produtividade das plantas.

Oliveira e Monferdini (2004) constataram, por meio de estudos com a cultura da soja, que o uso de bioestimulante não afeta a eficiência dos fungicidas, quando utilizados em associação no tratamento de sementes. A germinação das sementes e o vigor das plântulas não foram afetados pelos fungicidas ou pela associação com o bioestimulante. Dessa forma, o tratamento de sementes com fungicidas e bioestimulante pode ser realizado em uma única operação, trazendo vantagens econômicas para o produtor.

Almeida *et al.* (2004) relatam que a aplicação do bioestimulante Stimulate® na cultura da soja, cultivar BRS 123, via tratamento de sementes nas doses de 0,25, 0,50 e 0,75 L 100 kg de sementes⁻¹, ou pulverizado no sulco de semeadura nas doses de 0,5, 1,0 e 1,5 L ha⁻¹ e aplicação foliar nas doses de 0,25, 0,5 e 1,0 L ha⁻¹, no estádio V5, resultou em melhorias visuais no aspecto das plantas, em aumento no número de plantas e, conseqüentemente, na produtividade e no peso dos grãos, apesar de um decréscimo na velocidade de emergência, que se normalizou com o passar do tempo.

Segundo Milléo e Monferdini (2004), as sementes de soja (CD 206) que receberam tratamentos com Stimulate® antes da semeadura e no sulco de semeadura emergiram mais cedo que a

testemunha e que os outros tratamentos, e mostraram um maior número de sementes germinadas dez dias após a semeadura. O número de vagens por planta e peso de mil grãos nos tratamentos com Stimulate® foram maiores do que a testemunha. A produtividade foi influenciada positivamente pelos tratamentos com Stimulate®. Houve um aumento de 1.389 kg ha⁻¹ entre o melhor tratamento (Stimulate®, na dose de 500 mL ha⁻¹, via pulverização foliar) e a testemunha, sendo a produtividade de 3.634 e 2.345 kg ha⁻¹, respectivamente.

Domingues *et al.* (2004), também testando o efeito do Stimulate® na cultura da soja, verificaram que houve aumento no número de folhas, em aplicação foliar e no tratamento de sementes nas seguintes dosagens e modos de aplicação: 500 mL 120 L⁻¹ de água, via foliar + 6 mL kg⁻¹ de sementes; e 750 mL 120 L⁻¹ de água, via foliar + 6 mL kg⁻¹ de sementes. O maior número de brotos laterais ocorreu quando foram aplicados 500 mL 120 L⁻¹ de água, via foliar; 500 mL 120 L⁻¹ de água via foliar + 6 mL kg⁻¹ de sementes; 750 mL 120 L⁻¹ de água, via foliar + 4 mL kg⁻¹ de sementes e 750 mL 120 L⁻¹ de água, via foliar + 6 mL kg⁻¹ de sementes. Além disso, houve maior área foliar na dose 750 mL 120 L⁻¹ de água, via foliar + 6 mL kg⁻¹ de sementes. A produtividade de soja aumentou quando o Stimulate® foi aplicado em altas concentrações e com associação de diferentes métodos de aplicação (aplicação foliar e tratamento de semente).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito do bioestimulante Stimulate®, aplicado via semente e via pulverização foliar, no desenvolvimento e na produtividade da soja, bem como a comparação dessas duas formas de aplicação.

Material e métodos

O experimento foi realizado em uma propriedade da Linha São Domingos, no município de Toledo, Estado do Paraná, com o cultivar de soja M-SOY 7204, da Monsanto Ltda. A semeadura foi realizada em vasos, na primeira quinzena de dezembro de 2003, os quais foram mantidos sob cobertura plástica do tipo “guarda chuva”, com pé-direito de 2,5 m de altura.

Os tratamentos constituíram-se da combinação de diferentes doses do bioestimulante Stimulate®, aplicadas via semente (AS) e via pulverização foliar (APF): T1 - (testemunha); T2 - (0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF)); T3 - (0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF)); T4 - (0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF)); T5 - (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹

(AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF)); T6 - (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF)); T7 - (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF)); T8 - (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF)); T9 - (5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF)); T10 - (5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF)); T11 - (5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF)); e T12 - (5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF)), em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 4 repetições.

As sementes foram tratadas com Benzimidazol Derosal 500 SC (Carbendazim), na dosagem de 0,500 L ha⁻¹, e (Tolylfluanid) Euparen-M-500 PM, na dosagem de 0,150 kg por 100 kg de sementes.

O bioestimulante utilizado no ensaio foi o Stimulate®, um produto líquido, composto por 3 reguladores vegetais, contendo 90 mg L⁻¹ (0,009%) de cinetina, 50 mg L⁻¹ (0,005%) de ácido giberélico, 50 mg L⁻¹ (0,005%) de ácido indolbutírico e 99,981% de ingredientes inertes (Stoller do Brasil, 1998).

O tratamento das sementes com bioestimulante, nas dosagens de 3 e 5 mL, foi adicionado a 0,5 kg de sementes e, para a testemunha, foram adicionados 5 mL de água destilada. O produto foi aplicado diretamente sobre as sementes, com auxílio de uma pipeta graduada. Para tanto, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes com capacidade de 3,0 kg. Após aplicação do produto ou da água destilada (testemunha) sobre a massa de sementes, os sacos plásticos foram inflados e agitados vigorosamente durante um minuto, visando uniformizar a distribuição do produto sobre a massa de sementes. Em seguida, as sementes já tratadas foram colocadas para secar à sombra, durante uma hora, seguindo metodologia de Castro e Vieira (2001).

Após a aplicação do bioestimulante, as sementes foram inoculadas com inoculante líquido (Semia 587 e Semia 5019-*Bradyrhizobium*) na dosagem de 150 mL 50 Kg⁻¹ de sementes. A semeadura foi realizada em vasos plásticos com de 9 litros de terra, proveniente do horizonte A de um Latossolo Vermelho eutroférico, que foi coletado no município de Toledo, Estado do Paraná. Foi utilizado, como adubação de plantio, 1,8 g e 02-20-20 (NPK) por vaso, correspondente a 400 kg ha⁻¹ de 02-20-20. Os cálculos para adubação foram realizados considerando-se o volume de terra contido no vaso e relacionando-o com o volume de terra de um hectare, considerando, para tanto, uma camada de solo de 0,20 m.

Em cada vaso, foram colocadas 5 sementes a uma profundidade de, aproximadamente, 0,05 m. Após a emergência, foi feito um desbaste de forma que ficaram duas plantas por vaso. Durante a condução

do experimento, foram realizados todos os tratamentos fitossanitários necessários para a cultura. As plantas foram irrigadas uma ou duas vezes por dia, de modo a manter o substrato sempre úmido. Esse procedimento garantiu a disponibilidade hídrica necessária durante todo o experimento, evitando a restrição ou o excesso de água para as plantas. Os vasos apresentavam orifícios no fundo, os quais evitavam o acúmulo de água em eventuais excessos de aplicação.

Aos 58 dias após a emergência (DAE), no estádio R2 (pleno florescimento), realizou-se a aplicação foliar de Stimulate® nas doses de 0, 0,075, 0,150 e 0,225 mL L⁻¹. A pulverização foi feita em toda a parte aérea da planta até o completo molhamento das folhas, com um pulverizador manual com capacidade de 2 litros.

Durante a condução do experimento, foram realizadas duas coletas de plantas por tratamento: aos 73 DAE, no estádio R3 (início de formação de vagens), 15 dias após a aplicação foliar do bioestimulante, e aos 129 DAE, na maturação plena dos grãos.

Após coletadas, as plantas foram levadas ao Laboratório, onde foram determinadas, com o auxílio de uma régua, a altura das plantas (AP) medida do colo até o ápice. Posteriormente, as plantas foram seccionadas em diferentes partes. Procedeu-se, então, à mensuração da área foliar (AF) através de amostragens, seguindo metodologia de Benincasa (1988). Para tal, após a separação das folhas, retiravam-se 15 discos foliares com auxílio de furador cilíndrico de metal de 1,5 cm de diâmetro, totalizando uma área de 1,77 cm², que foi considerada a área foliar da amostra (AF_{amostra}). Em seguida, após a secagem em estufa, determinaram-se a massa seca dessa amostra (MS_{amostra}) e a massa seca das folhas (MSF). A área foliar total (AF) foi obtida através da seguinte equação: $AF = [(AF_{amostra} \times MSF)/MS_{amostra}]$.

Realizou-se, então, a contagem do número de flores (NFL) e de número de vagens (NV), bem como a massa seca de flores (MSFL) e a massa seca de vagens (MSV); nesse estádio também foram feitas coletas de nódulos nas raízes visando determinar o número de nódulos (NNOD) e a massa seca de nódulos (MSNOD) por planta.

Posteriormente, as diferentes partes da planta foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufas de circulação forçada de ar a 65°C ± 5°C, até atingirem massa constante. Procedeu-se, então, à determinação da massa seca em balança de precisão, obtendo-se a massa seca de folhas (MSF), a massa seca de caule mais pecíolo (MSCP), a massa seca de

estruturas reprodutivas (MSER) e a massa seca de raízes (MSR). Com esses dados, foram obtidas a massa seca da parte aérea (MSPA), a massa seca total da planta (MST) e a razão raiz/parte aérea (RRPA), obtida pela relação entre a MSR e MSPA.

Após o término do ciclo da cultura, aos 129 DAE, realizou-se a avaliação das variáveis referentes aos componentes da produção: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta, massa de 100 grãos (g) e produção por planta (g). A massa seca de grãos foi corrigida para 13% de umidade.

Após a obtenção dos dados, eles foram tabulados e submetidos à análise de variância e médias contrastadas pelo de agrupamento de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade, para comparação dos tratamentos.

Resultados e discussão

Analisando-se a Tabela 1, relativa à avaliação realizada aos 73 DAE (estádio R3), verifica-se que, para as variáveis altura de plantas, massa seca de folhas e número de vagens por planta, não foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos com bioestimulante. No caso da altura de plantas, Castro e Vieira (2003), trabalhando com aplicações foliares e via semente de Stimulate® aos 15 e 30 DAE, na cultura do feijoeiro em vasos, constataram que houve uma redução da altura das plantas em relação ao controle nas doses de 0,30% (300 mL ha⁻¹) e 27 mL 5kg⁻¹ de sementes após uma semana da segunda aplicação do bioestimulante, Stimulate®. No presente ensaio com a cultura da soja, a ausência de efeito significativo em relação à altura das plantas em resposta à aplicação via pulverização foliar de bioestimulante pode ter ocorrido porque as plantas já se apresentavam em floração plena no momento da aplicação. Uma vez que o cultivar de soja utilizado (M-SOY 7204) já apresentava crescimento determinado, a altura das plantas já estava definida no momento da aplicação.

Para as variáveis massa seca de flores, massa seca de raízes, razão raiz/parte aérea e número de flores por planta, foram verificadas diferenças estatísticas, de modo que alguns tratamentos foram superiores aos da testemunha. Pode-se destacar o tratamento 9 (5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF)), que foi superior à testemunha para essas variáveis e os tratamentos 3 (0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF)), 4 (0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF)), 5 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF)) e 7 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF)), que foram superiores à testemunha para algumas dessas variáveis.

Tabela 1. Comparação das médias de altura de plantas (AP), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule + pecíolo (MSCP), massa seca de flores (MSFL), massa seca de vagens (MSV), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), razão raiz/parte aérea (RRPA), número de flores (NFL) e número de vagens (NV), para cultivar de soja M-SOY 7204, aos 73 DAE, em função da combinação de diferentes doses de Stimulate®, aplicado via semente (AS) e via foliar (APF).

Trat.	AP	AF (dm ²)	MSF (g)	MSCP (g)	MSFL (g)	MSV (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	RRPA	NFL	NV
T1	79,11 ^a	39,73a	12,63a	17,30a	0,018b	11,84a	41,79a	10,47b	52,27a	0,25b	7,50b	129,62a
T2	69,35 ^a	33,25b	10,98a	16,96a	0,0059b	8,03c	34,37b	9,67b	44,03b	0,28b	6,75b	160,50a
T3	68,79 ^a	39,96a	11,30a	15,35b	0,013b	5,69c	33,96b	8,55b	42,51b	0,25b	18,62a	178,62a
T4	74,26 ^a	42,51a	12,01a	16,59a	0,0098b	12,04a	40,64a	16,15a	56,79a	0,39a	8,25b	156,50a
T5	75,66 ^a	45,59a	14,39a	19,07a	0,036a	7,64c	41,14a	11,75b	52,91a	0,29b	16,00a	198,56a
T6	69,64 ^a	34,06b	11,53a	13,64b	0,012b	9,85b	35,04b	9,78b	44,82b	0,27b	4,25b	131,37a
T7	70,64 ^a	31,90b	9,44a	14,88b	0,016b	9,96b	34,30b	11,37b	45,66b	0,33a	7,87b	144,37a
T8	69,29 ^a	34,46b	10,59a	14,57b	0,019b	7,62c	32,80b	8,43b	41,53b	0,26b	9,75b	167,75a
T9	65,77 ^a	33,29b	11,45a	16,87a	0,055a	8,36c	36,74b	14,46a	51,20a	0,39a	20,00a	157,50a
T10	66,29 ^a	35,04b	10,67a	15,67b	0,016b	6,94c	33,30b	9,47b	42,77b	0,28b	13,12a	200,75a
T11	71,79 ^a	42,32a	12,89a	15,82b	0,0098b	10,92b	39,65a	11,42b	51,06a	0,29b	6,00b	164,50a
T12	72,20 ^a	35,79b	12,34a	18,40a	0,021b	13,41a	44,17a	12,14b	53,31a	0,27b	7,12b	135,00a
CV(%)	8,09	16,80	16,16	12,17	83,28	16,53	10,49	21,93	11,90	17,29	29,55	11,25

¹Letras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste Scott e Knott, para comparação entre as médias da aplicação do bioestimulante via semente, dentro de cada dose aplicada via foliar. Tratamentos: T1 - 0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF); T2 - 0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF); T3 - 0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF); T4 - 0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF); T5 - 3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF); T6 - 3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF); T7 - 3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF); T8 - 3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF); T9 - 5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF); T10 - 5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF); T11 - 5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF); e T12 - 5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF).

Quando se considera o incremento em percentagem para os tratamentos que resultaram em ganhos significativos em relação à testemunha, obtiveram-se os seguintes resultados: massa seca de flores (67,3%), massa seca de raízes (35,2%), razão raiz parte aérea (35,9%) e número de flores por planta (62,5%). Resultados positivos em resposta à aplicação do bioestimulante Sitimulate® na cultura da soja foram também obtidos por Almeida *et al.* (2004) e Milléo e Monferdini (2004).

Para as demais variáveis, apesar de ocorrerem diferenças estatísticas entre os tratamentos, nenhum deles foi superior à testemunha. Inclusive alguns tratamentos resultaram em reduções significativas dessas variáveis, podendo-se destacar reduções de 19,7% para área foliar, relativa ao tratamento 7 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF)); 21,2% para massa seca de caule + pecíolo, relativa ao tratamento 6 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF)); 51,9% para massa seca de vagens, relativa ao tratamento 3 (0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF)); 21,5% para massa seca da parte aérea, relativa ao tratamento 8 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF)); e 20,5% para massa seca total, relativa ao tratamento 8 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF)).

Ao analisar a Tabela 2, que apresenta as médias para massa seca e número de nódulos, avaliada aos 73 DAE (estádio R3), verifica-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos, porém, para as duas variáveis, nenhuma dose ou combinação de forma de aplicação de bioestimulante promoveram incrementos significativos nessas variáveis em relação ao controle.

Reduções no potencial de nodulação em função

da aplicação do bioestimulante foram observadas. Nesse sentido, destaca-se o tratamento 3 (0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF)), que proporcionou redução de 37,7% na massa seca de nódulos, e o tratamento 4 (0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF)), que proporcionou redução de 41,2% no número de nódulos.

Câmara (2000) constatou, em planta de soja, desde ausência total de nódulos até a presença de 720 nódulos. O autor observou que grandes quantidades de nódulos correspondem a nódulos de menores tamanhos e vice-versa. Dessa forma, as reduções observadas no número e na massa de nódulos no presente experimento não parecem ter afetado a fixação biológica de nitrogênio, visto que as plantas ainda apresentavam uma grande quantidade de nódulos nas raízes (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação das médias de massa seca de nódulos (MSNOD) e número de nódulos (NNOD), para cultivar de soja M-SOY 7204, aos 73 DAE, em função da combinação de diferentes doses de Stimulate®, aplicado via semente e via foliar.

Tratamento	MSNOD	NNOD
T1 - 0,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,0 mL L ⁻¹ (APF)	3,71a	465,50a
T2 - 0,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,075 mL L ⁻¹ (APF)	3,03b	412,62a
T3 - 0,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,150 mL L ⁻¹ (APF)	2,31b	366,75b
T4 - 0,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,225 mL L ⁻¹ (APF)	2,97b	273,75b
T5 - 3,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,0 mL L ⁻¹ (APF)	3,75a	561,62a
T6 - 3,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,075 mL L ⁻¹ (APF)	2,81b	316,87b
T7 - 3,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,150 mL L ⁻¹ (APF)	2,96b	329,25b
T8 - 3,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,225 mL L ⁻¹ (APF)	2,75b	478,50a
T9 - 5,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,0 mL L ⁻¹ (APF)	3,12b	331,87b
T10 - 5,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,075 mL L ⁻¹ (APF)	2,71b	354,12b
T11 - 5,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,150 mL L ⁻¹ (APF)	2,76b	425,50a
T12 - 5,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,225 mL L ⁻¹ (APF)	3,42a	386,00b
CV (%)	18,64	11,05

¹Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Scott e Knott a 5% de probabilidade, para comparação entre as médias da aplicação do bioestimulante via semente e via foliar.

Na Tabela 3, referente aos componentes da produção e à produtividade, verifica-se que não houve diferença significativa em função da aplicação de bioestimulante para o número de grãos por vagem.

A massa de 100 grãos, como observado na tabela 3, foi o único componente da produção avaliado em que se verificou efeito negativo para alguns dos tratamentos com bioestimulante utilizados. Verifica-se, também, que, para essa variável, nenhum dos tratamentos superou a testemunha. A redução da massa de 100 grãos verificada para alguns tratamentos mostra-se bastante correlacionada com o número de grãos por planta, ou seja, verifica-se que os tratamentos que resultaram em incrementos no número de grãos por planta apresentaram redução na massa de 100 grãos para a cultura. Essa resposta é esperada, visto que houve um aumento no número de drenos fisiológicos que resultaram em maior competição por fotoassimilados produzidos pela planta, resultando em grãos com menor massa.

Tabela 3. Comparação das médias gerais de número de vagens/planta (NV), número de grãos/planta (NG), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100) e produção por planta (PROD) para cultivar de soja M-SOY 7204, em função da combinação da aplicação de diferentes doses de Stimulate® via semente e via foliar.

Tratamento	NV	NG	NGV	M100 (g)	PROD (g)
T1	42,25b	97,37b	2,31a	9,73a	18,60b
T2	46,50b	103,12a	2,22a	10,60a	21,93a
T3	55,12a	121,12a	2,20a	8,74b	21,14a
T4	43,25b	86,00b	1,99a	9,94a	17,28b
T5	56,00a	111,62a	2,03a	8,89b	19,66a
T6	45,12b	79,00b	1,77a	9,64a	16,82b
T7	41,00b	80,75b	1,98a	10,65a	16,22b
T8	50,37b	115,00a	2,29a	9,92a	22,27a
T9	46,00b	87,75b	1,97a	9,10b	15,32b
T10	60,37a	124,00a	2,06a	8,34b	21,19a
T11	45,62b	92,75b	2,03a	9,85a	18,81b
T12	47,87b	103,37a	2,12a	9,73a	19,24a
CV (%)	15,41	12,51	11,38	9,42	13,65

1Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Scott e Knott a 5% de probabilidade. Tratamentos: T1 - 0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF); T2 - 0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF); T3 - 0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF); T4 - 0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF); T5 - 3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF); T6 - 3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF); T7 - 3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF); T8 - 3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF); T9 - 5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF); T10 - 5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF); T11 - 5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF); e T12 - 5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF).

Para as variáveis números de vagens e grãos por planta e produção, foram verificadas diferenças significativas, de modo que algumas doses de bioestimulante promoveram incrementos nessas variáveis em relação ao controle e outras não diferiram significativamente da testemunha. Pode-se destacar o tratamento 10 (5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF)), em que, para número de vagens, obteve-se um incremento de 18,12 vagens por planta em relação ao controle e ao número de grãos por planta, que foi superior ao controle em

26,63 grãos.

Quanto à produção por planta, o tratamento 8 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF)) superou o controle em 3,67 g, para as dosagens aplicadas via semente e via foliar.

Milléo e Monferdini (2004) observaram que, na cultura da soja, o número de vagens por planta e peso de 1000 grãos nos tratamentos com Stimulate® foram maiores que na testemunha. A produtividade foi influenciada positivamente com aumento de 1.389 Kg ha⁻¹ entre o melhor tratamento e a testemunha.

Segundo Matsumoto (2000), em muitas plantas, as giberelinas favorecem a fixação de frutos após a polinização, mas inibem a germinação do pólen quando aplicadas na época do florescimento, reduzindo, conseqüentemente, as taxas de formação de frutos.

Conclusão

Nas condições em que o experimento foi realizado, pode-se concluir que:

- a aplicação do bioestimulante, Stimulate®, via semente, via foliar e na combinação das duas formas de aplicação na cultura da soja, resultou em efeitos positivos sobre massa seca de flores, massa seca de raízes, razão raiz/parte aérea e número de flores; no entanto, para alguns tratamentos utilizados, verificaram-se reduções na área foliar, na massa seca de caule + pecíolo, na massa seca de vagens e na massa seca total das plantas.

- a aplicação de bioestimulante proporcionou incremento no número de vagens, no número de grãos e na produção por planta, na cultura da soja;

- as reduções na massa de 100 grãos, observadas para alguns tratamentos utilizados, deveram-se ao aumento no número de grão por planta, proporcionado pela aplicação do bioestimulante, que resultou maior número de drenos fisiológicos e maior competição por fotoassimilados;

- os tratamentos com Stimulate® que mais se destacaram positivamente para as variáveis estudadas foram: T3 - (0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF)), T5 - (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF)), T8 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF)) and T10 (5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF)).

Referências

- ALMEIDA, J.C.V. Stimulate® como regulador de crescimento na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, 2004.
- BENINCASA, M.M.P. *Análise de crescimento de plantas* (noções básicas). Jaboticabal: Funep, 1988.

- CÂMARA, G.M.S. Nitrogênio e produtividade da soja. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.). *Soja: Tecnologia da Produção II*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2000, p. 295-339.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, V. (Ed.). *Feijão irrigado: tecnologia e produtividade*. Piracicaba: Esalq, 2003.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. *Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical*. Guaíba: Agropecuária, 2001.
- DOMINGUES, M.C.S. et al. Efeito de reguladores vegetais (auxina, giberelina e citocinina) na produtividade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv. IAC – 48). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu, 2004.
- MATSUMOTO, K. Crescimento de órgãos reprodutivos. In: CID, L.P.B. (Ed.). *Introdução aos hormônios vegetais*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000, p.83-105.
- MILLÉO, M.V.R.; ZAGONEL, J. *Avaliação da eficácia agrônômica de diferentes doses e formas de aplicação de Stimulate® na cultura do feijão*. Laudo Técnico de Praticidade e Eficácia Agrônômica. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2002.
- MILLÉO, M.V.R.; MONFERDINI, M.A. Avaliação da eficiência agrônômica de diferentes dosagens e métodos de aplicação de Stimulate® em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu, 2004.
- OLIVEIRA, S.H.F.; MONFERDINI, M.A. Compatibilidade de bioestimulante com fungicidas em tratamento de sementes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu, 2004.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Raleigh, v. 30, p. 507-512, 1974.
- STOLLER DO BRASIL. *Stimulate Mo em hortaliças*. Informativo técnico. Cosmópolis: Stoller do Brasil. Divisão Arbore, 1998.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 2003.
- VELLINI, E.D.; ROSOLEM, C.A. *Eficácia agrônômica de Stimulate®*. Botucatu: Unesp, 1997.
- 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 (Oriza sativa L.)*. 2001. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970.
- WEAVER, R.J. *Plant growth substances in agriculture*. San Francisco, 1972.

Received on October 24, 2005.

Accepted on March 20, 2006.