

UNIOESTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
NÍVEL MESTRADO

CELESTINA ALFLEN KLAHOLD

**RESPOSTA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) A AÇÃO DE
BIOESTIMULANTE**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
MAIO-2005

CELESTINA ALFLEN KLAHOLD

**RESPOSTA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) A AÇÃO DE
BIOESTIMULANTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Nível mestrado, para obtenção do título de Mestre.

Orientador PROF.DR. VANDEIR FRANCISCO GUIMARÃES.

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

MAIO-2005

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

K632r	Klahold, Celestina Alflen Resposta da soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) a ação de bioestimulante/ Celestina Alflen Klahold. – Marechal Cândido Rondon, 2005. xii, 37 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2005. Orientador : Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães 1.Soja. 2.Reguladores vegetais. 3.Auxina. 4.Citocinina. 5. Giberelina.I.Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título. CDD 21.ed 633.34 CDU 633.34 CIP-NBR 12899
-------	--

Ficha catalográfica elaborado por Helena Soterio Bejio CRB-9ª/965

A minha mãe, por sua dedicação, através de orações,
pelo apoio e auxílio nos momentos em que permaneci
ausente da família e pelo exemplo de perseverança.

Ao meu esposo, pela paciência companheirismo
e compreensão das minhas ausências, pelo tempo
dedicado aos estudos.

Aos meus filhos Juliano e Marcielly, com muito amor,
pela colaboração, compreensão, incentivo e carinho.

A Deus

AGRADECIMENTOS

Ao criador, por estar sempre junto de mim mesmo nos momentos em que me distancio dele.

As pessoas que de alguma forma contribuíram para realização desta conquista em especial:

Ao Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães, pela orientação, amizade, profissionalismo e pelos ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Aldi Feidem, pelo incentivo, apoio e pela amizade.

Aos professores do setor de ciências agrárias e funcionários do campus, pelos ensinamentos, pelo convívio e pelo auxílio em muitas atividades.

Aos colegas do mestrado, pelo companheirismo e amizade principalmente nos momentos mais difíceis.

A mestrandia Andréa Becker pela amizade e colaboração na execução do trabalho.

A coordenação do curso de pós-graduação, pelo incentivo e apoio recebido.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná pela acolhida.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa no ano de 2004.

RESUMO

A soja é uma cultura que se destaca pela produção nacional de grãos. O crescimento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja estão aliados aos avanços científicos e tecnológicos no setor produtivo. Um destes avanços é o uso dos bioestimulantes. Desta forma este trabalho teve como objetivos verificar o efeito do biestimulante Stimulate®, aplicado via semente e pulverização foliar e combinação destas duas formas no desenvolvimento e produtividade da soja. O experimento foi realizado em uma propriedade agrícola da linha São Domingos, município de Toledo-PR. Este foi conduzido em vasos, sob cobertura plástica do tipo “guarda chuva”, com as laterais abertas até 2,5m de altura Utilizou-se delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro blocos, sendo os tratamentos obtidos através da combinação da aplicação de diferentes doses do bioestimulante, via semente (0, 3 e 5mL 0,5Kg sementes⁻¹) e via foliar (0,0; 0,075; 0,150 e 0,225 mL L⁻¹). Durante o experimento foram realizadas quatro coletas de plantas por tratamento: aos 15 DAE (dias após emergência) (V3), 58 DAE (R2), 73 DAE (R3) e 129 DAE (R9). Através dos resultados, pode-se concluir que as aplicações de Stimulate® via semente não promoveram alterações nas variáveis avaliadas aos 15 e 58 DAE para a cultura da soja. Aos 73 DAE, a aplicação do bioestimulante Stimulate® via semente, via foliar e nas duas formas combinadas, resultaram efeitos positivos sobre a massa seca de flores, massa seca da raiz, razão raiz/parte aérea e número de flores. A aplicação de bioestimulante proporcionou incrementos quanto ao número de vagens, número de grãos e produção por planta, podendo-se destacar os tratamentos 3 (0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF)), 5 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF)), 8 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF)) e 10 (5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF)). O aumento no número de grãos e vagens por planta resultante da aplicação de bioestimulante resultou em menor massa de 100 grãos, devida provavelmente à partição de fotoassimilados entre os drenos fisiológicos.

Palavras-chave: reguladores vegetais; soja, auxina, citocinina e giberelina.

ABSTRACT

Soybeans is a crop of prominence in the national grain production. The production growth and the increasing in the productivity capacity of soybeans are connected to the scientific and technological advances in the productive sector. One of these advances is the biostimulants uses. Thus this paper aimed to verify the effect of the biostimulant Stimulate® applied via seed and the leaves pulverization and the combination of these two ways in the development and yield of the soybeans. The experiment was performed in vases with a plastic cover “umbrella” kind, with sides open up to 2,5 m of height in the region called “Linha São Domingos” a region in Toledo Municipality, Paraná. Randomized block experimental design was used with four blocks with the treatments obtained through the combination of different biostimulant doses applied, via leaves and seeds. During the experiment four plant collections were done per treatment: 15 DAE (days after emergence) (stage V3), 58 DAE (stage R2), 73 DAE (stage R3) and 129 DAE (stage R9). Through the results it was possible to conclude that the applications of Stimulate® via seed did not promote the alterations in the evaluated variables at the 15 and 58 DAE in the soybeans crop. At the 73 DAE the application of the biostimulant Stimulate® via seed, via leaves and in the combination of the two ways resulted in positive effects on the dry mass of the flowers, dry mass of the root, ratio root/shoot and the number of leaves. The application of the biostimulant promoted increments to the numbers of beans, grains and the production per plant, highlighting the treatments 3 (0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF)), 5 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF)), 8 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF)) and 10 (5,0 mL Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF)). The increasing in the number of grains and the beans per plant resulting of the application of the biostimulant led to a lower mass of 100 grains, probably because of the partition of the photoassimilates among the physiological sink.

Key-words: plant growth regulators, soybean, auxin, cytokinin, giberellin or giberelic-acid.

LISTA DE TABELAS

Título	Pág.
Tabela 1 - Tratamentos que foram utilizados para avaliação do efeito do bioestimulante Stimulate [®] , aplicado via semente (AS), aplicação via pulverização foliar (APF), e a combinação de ambas na cultura da soja, no município de Toledo - PR, 2003/2004.....	14
Tabela 2 - Características químicas do solo (0 – 20 cm) utilizado para implantação do experimento. Toledo – PR, 2003/2004.....	15
Tabela 3 - Resumo da análise de variância das variáveis alturas de plantas (AP), área foliar (AF), comprimento de raízes (CR), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule + pecíolo (MSCP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST) e razão raiz/parte aérea (RRPA), da soja (cv. M-SOY 7204) aos 15 DAE (V3), em função da aplicação de diferentes doses de Stimulate [®] , via semente.....	21
Tabela 4 - Comparação das médias de altura (AP), área foliar (AF), comprimento de raízes (CR), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule + pecíolo (MSCP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST) e razão raiz/parte aérea (RRPA), da soja (cv. M-SOY 7204) aos 15 DAE, em função da aplicação de diferentes doses de Stimulate [®] via semente. Toledo – PR, 2003/2004.....	22
Tabela 5 - Resumo da análise de variância das variáveis altura de planta (AP), área foliar (AF), volume de raízes (VR), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule + pecíolo (MSCP), massa seca da parte aérea	

(MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST) e razão raiz/parte aérea (RRPA), da soja (cv. M-SOY 7204) aos 58 DAE (R2), em função da aplicação de diferentes doses de Stimulate[®], via semente..... 24

Tabela 6 - Comparação das médias de altura (AP), área foliar (AF), volume de raízes (VR), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule + pecíolo (MSCP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST) e razão raiz/parte aérea (RRPA), da soja (cv. M-SOY 7204) aos 58 DAE, em função da aplicação de diferentes doses de Stimulate[®] via semente. Toledo – PR, 2003/2004..... 25

Tabela 7 - Resumo da análise de variância 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) e massa seca de vagens (MSV) da soja (cv. M-SOY 7204) aos 73 DAE, em função de diferentes doses de Stimulate[®] aplicado via semente, via foliar e a combinação de ambos em diferentes doses..... 26

Tabela 8 - Resumo da análise de variância das médias de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) massa seca total (MST) razão raiz/parte aérea (RRPA), numero de flores (NFL) e número de vagens (NV) da soja (cv. M-SOY 7204) aos 73 DAE, em função de diferentes doses de Stimulate[®], aplicado via semente, via foliar e a combinação de ambos em diferentes doses..... 27

Tabela 9 - 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) da soja (cv. M-SOY 7204) aos 73 DAE, em função de diferentes doses de Stimulate[®] aplicado via semente (AS), via foliar (APF)

e a combinação de ambos em diferentes doses.....	30
Tabela 10 – Resumo da análise de variância das médias de massa seca de nódulos e número de nódulos da soja (cv. M-SOY 7204) aos 73 DAE, em função de diferentes doses de Stimulate [®] , aplicado via semente, foliar e a combinação de ambos em diferentes doses.....	31
Tabela 11 – Comparação das médias de massa seca de nódulos (MSNOD) e número de nódulos (NNOD), da soja (cv. M-SOY 7204) aos 73 DAE, em função de diferentes doses de Stimulate [®] , aplicado via semente, via foliar e a combinação de ambos em diferentes doses.....	32
Tabela 12 – Resumo da análise de variância das variáveis 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) da soja (cv. M-SOY 7204) aos 129 DAE em função da aplicação de diferentes doses de Stimulate [®] via semente, via foliar e a combinação de ambos em diferentes doses.....	34
Tabela 13 – Comparação das medias 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) da soja (cv. M-SOY 7204) em função da aplicação de diferentes doses de Stimulate [®] via semente, via foliar e a combinação de ambos em diferentes doses.....	36

LISTAS DE FIGURAS

Figura	Pág.
Figura 1 – Valores médios de temperatura média, máxima e mínima e umidade relativa do ar durante a condução do experimento. Toledo – PR, 2003/2004.....	13

SUMÁRIO

LISTAS DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A Cultura Da Soja.....	3
2.2 Reguladores Vegetais.....	4
2.3 Utilização De Reguladores Vegetais Na Agricultura.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 Localização do Experimento.....	12
3.2 Delineamento Experimental.....	13
3.3 Instalação e Condução do Experimento.....	14
3.4 Variáveis Avaliadas.....	17
3.4.1 Variáveis Biométricas.....	17
3.4.2 Nodulação.....	19
3.4.3 Componentes da Produção.....	19
3.5 Tabulações e Análise dos Resultados.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Avaliação aos 15 DAE (V3).....	21
4.2 Avaliação aos 58 DAE (R2).....	23
4.3 Avaliação aos 73 DAE (R3).....	26
4.3.1 Potencial de Nodulação.....	31
4.4 Avaliação aos 129 DAE (R9).....	33
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	39
6 CONCLUSÕES.....	40
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

INTRODUÇÃO

A cultura da soja no Brasil é a mais importante em produção de grãos e exportação, com uma expectativa de produção de 65,6 milhões de toneladas para a safra 2004/2005. Caracteriza-se por cultivo em áreas extensivas no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil.

A busca por altas produtividades nesta cultura, desencadeou um processo de pesquisa em melhoramento genético visando um potencial produtivo cada vez maior, bem como na melhoria dos solos, na quantidade e equilíbrio da adubação, no controle eficaz de ervas daninhas, doenças e pragas entre outros. De certa forma a tecnologia de produção de soja tem sido questionada a cada safra, procurando aumentar a produtividade.

O crescimento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja brasileira estão aliados aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias para o setor produtivo. Um destes avanços é o uso de reguladores vegetais e mais recentemente de bioestimulantes, que segundo Castro & Vieira (2001) se refere à mistura de reguladores vegetais, ou de um ou mais reguladores com outros compostos de natureza bioquímica diferente (aminoácidos, nutrientes, vitaminas, etc.). Neste caso inclui-se o Stimulate[®], produto comercial registrado pela Stoller do Brasil LTDA, que vem sendo alvo de pesquisas para utilização em grandes culturas, na olericultura e fruticultura, nos últimos anos.

O uso de reguladores vegetais na agricultura tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade. No entanto a sua utilização ainda não é uma prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico. Essas substâncias naturais ou sintéticas podem ser aplicadas diretamente nas plantas (folhas, frutos, sementes), provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de aumentar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita.

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

Desta forma, é importante o papel da pesquisa no sentido de gerar informações sobre a ação de bioestimulantes no crescimento, desenvolvimento e produtividade da soja e disponibilizá-la à comunidade científica e aos produtores rurais.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito do bioestimulante Stimulate[®], aplicado via semente, pulverização foliar e combinação destas duas formas, no desenvolvimento, componentes da produção e produção da soja.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), é uma planta milenar, originária do continente asiático. Tem como mais provável centro de origem as regiões central e ocidental da China. Há citações de que a soja constituía a base alimentar do povo chinês, há mais de 5000 anos (Black, 2000).

A cultura da soja foi introduzida no Brasil através de sementes provenientes dos Estados Unidos da América em 1882. Desde então esta cultura passou por um explosivo crescimento da área cultivada e produção, podendo-se destacar os avanços alcançados nas últimas três décadas no país (EMBRAPA 1999). Na década de 70, produtividades da ordem de 30 sc ha⁻¹ eram consideradas ótimas; na década de 80 estes patamares se elevaram para 40 sc ha⁻¹; e na década de 90 a produtividade ótima já estava por volta de 50 sc ha⁻¹. Atualmente, como a evolução tem sido mais rápida, o nível de produtividade satisfatório está acima de 60 sc ha⁻¹, e espera-se alcançar 70 sc ha⁻¹ por volta de 2010. Para esta estimativa se tornar realidade, os investimentos em pesquisa e tecnologia precisam continuar (Fundação MT, 2004).

De acordo como Black (2000), a soja é considerada um dos ingredientes de maior potencial de crescimento na indústria de alimentos. Dentre seus usos, pode-se citar a produção de alimentos nutracêuticos (alimentos com propriedades

medicinais). Há resultados que mostram benefícios do consumo de derivados de soja na prevenção de doenças coronárias, determinados tipos de câncer, osteoporose, doenças renais, deterioração cognitiva e alguns sintomas da menopausa. A América do Sul, pela combinação de disponibilidade de terras agricultáveis e razoável infra-estrutura, é o continente que reúne melhores condições para responder a um estímulo de oferta nos próximos anos.

O crescimento da produção brasileira de soja, com a conquista de mercados pela condição de fornecedor convencional, transformou o Brasil em principal exportador mundial de soja. A alta competitividade na produção de grãos aliada à disponibilidade de novas áreas agricultáveis e ao clima favorável, são fatores que preocupam a concorrência (FAEP, 2003).

Segundo dados da Cargill (1986) o óleo de soja é utilizado em grande escala, embora superado em qualidade por outros óleos vegetais, como os de girassol, milho e arroz. Seu consumo, no Brasil, representa 82% do total do óleo aqui produzido. Esse alto consumo é decorrente do menor custo condicionado pelo alto valor da torta, sub-produto rico em proteínas que é também utilizado e exportado em larga escala, destinando-se basicamente à alimentação animal.

2.2 Reguladores vegetais

Hormônios vegetais são substâncias orgânicas, endógenas, que produzidas em pequenas concentrações, promovem, inibem ou regulam qualitativamente o crescimento e desenvolvimento dos vegetais, podendo atuar no próprio local de

síntese ou ser translocado, atuando em outras regiões da planta (Taiz & Zeiger, 2003).

Segundo Salisbury & Ross (1994) os reguladores vegetais podem atuar diretamente nas diferentes estruturas celulares e nelas provocar alterações físicas, químicas e metabólicas. Os hormônios agem primeiro ao nível de membrana plasmática, na qual estão as proteínas.

Os hormônios, assim como as enzimas, o DNA e as vitaminas, têm a propriedade de exercerem efeitos, por vezes de capital importância morfofisiológica, mesmo quando presentes em baixas concentrações (Castro & Vieira, 2001).

Conforme Taiz & Zeiger (2003), seis grupos de substâncias são consideradas hormônios vegetais: as auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico e brassenosteróis. Estes grupos atendem as premissas relativas ao conceito atual de hormônios vegetais. Estes 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 mobilização de substâncias de reserva no endosperma das sementes. As citocininas participando no processo de diferenciação celular e alongamento, principalmente quando interagem com as auxinas. Quanto às auxinas, estas têm como principal efeito fisiológico a indução do alongamento celular pela ativação da bomba de prótons (ATPase), promovendo assim a acidificação da parede celular, possibilitando a ação das enzimas hidrolíticas sintetizadas pela ação das giberelinas.

Reguladores vegetais é o termo utilizado quando se refere a substâncias, que aplicadas exogenamente, possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais. Na prática, essas substâncias naturais ou sintéticas 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. Através destas substâncias pode-se interferir em diversos processos, tais como germinação, enraizamento, floração, frutificação e senescência (Castro & Vieira, 2001).

Segundo estes mesmos autores, a descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias de crescimento, tem contribuído para solucionar problemas do sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade das culturas.

A utilização dos herbicidas hormonais ou reguladores de crescimento (grupo de herbicidas), em função da similaridade estrutural com a auxina natural das plantas. A baixas concentrações estimulam a RNA polimerase, resultando em aumentos subseqüentes de RNA, DNA e biossíntese de proteínas. Aumentos anormais nesses processos levam à síntese de auxinas e giberelinas, as quais promoverão divisão e alongamento celular acelerado e desordenado nas partes novas da planta, ativando seu metabolismo e levando ao seu esgotamento. Em concentrações mais altas esses herbicidas inibem a divisão celular e o crescimento (Oliveira, 2001).

2.3 Utilização de reguladores vegetais na Agricultura

Atualmente, são muitas as pesquisas que envolvem a utilização de reguladores vegetais na agricultura, tendo em vista ganhos em produtividade e qualidade, fatores que podem aumentar a lucratividades dos agricultores.

Avaliando a eficiência agrônômica de Stimulate® na cultura de feijoeiro, Vellini & Rosolen (1997), concluíram de que este produto pode ter efeito positivo na

produtividade, quando aplicado associado a cobalto e molibdênio, podendo também aumentar a produção de proteína pelo feijoeiro. Ressaltaram que o valor protéico estava relacionado a uma melhor nutrição nitrogenada da planta.

A aplicação do Ácido Giberélico (GA_3) em frutos de tangerinas “Mexerica Montenegrina” (*Citrus deliciosa*) e “Ponkan” (*Citrus reticulata*) foi mais eficiente quando efetuado ao início de mudança da coloração do fruto, por mantê-los verdes por um período maior. O GA_3 agiu somente na aparência da casca, sem alterar as características do suco. (Marur et al. 1999).

Os resultados obtidos por Leonel & Rodrigues (1999), revelam a ação favorável de reguladores vegetais do grupo das giberelinas (50mg L^{-1}) e do grupo das citocininas (20mg L^{-1}), no processo de germinação de sementes de limoeiro “Cravo” (*Citrus limonia osbeck*).

Conforme Modesto et al. (1999), o comprimento do caule de plântulas de tangerina “Cleópatra” foi influenciado pela aplicação de ácido giberélico (GA_3), sendo que o maior aumento foi obtido pela aplicação de 150 mg L^{-1} de GA_3 .

Kalil et al. (1999), constataram aumentos significativos em todas as características avaliadas em videira, em função do anelamento realizado no tronco e nos ramos do ano, e da aplicação de ácido giberélico, de forma isolada ou combinada com o anelamento. Ocorreram altos incrementos percentuais em peso, comprimento e largura das bagas, cachos e engaços, como resultado do anelamento no tronco ou nos ramos do ano, com ou sem aplicação do ácido giberélico.

Alleoni et al. (2000), avaliando o efeito do Stimulate® nos tratamentos (0, 250, 375 e 750 mL ha^{-1}) aplicadas nas sementes e em pulverizações (3º trifólio, 15 dias depois da aplicação no estagio de 3º trifólio e no início do florescimento), no

desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), os autores concluíram que houve um acréscimo no desenvolvimento inicial em até 1,2% quando o Stimulate® foi aplicado via semente e em até 4,3% no desenvolvimento final. Observaram também, que o número de vagens/planta, número de grãos/vagem e número de internós tiveram aumentos de até 4,7%, 1,7% e 8,4%, em função das aplicações foliares. Finalmente constataram incrementos na produtividade de até 5,6%, 7,4% e 8,0%, quando o produto foi aplicado nas sementes, via foliar e aplicação nas sementes e nas folhas.

Vieira (2001), estudando o efeito de diferentes dosagens de stimulate® nas culturas da soja, feijão e arroz, obteve aumentos expressivos sobre a produtividade das plantas, quando o produto foi aplicado diretamente nas sementes. Avaliando as concentrações de bioestimulante sobre as sementes, plântulas e plantas de soja, pôde-se constatar que a concentração de 3,5 mL de Stimulate® por 0,5 kg de sementes, proporcionou a quantidade máxima de plântulas normais (incremento de 51,9% referente ao controle). O máximo valor de massa seca de plântulas de soja foi obtido com a concentração de 4,1 mL de stimulate®, superando em 55,3%. Com a concentração de 1,3 mL o crescimento radicular vertical alcançou o máximo valor (26,5 cm) sendo superior à testemunha, sem o tratamento. Quanto à produção, obteve-se 157,4 grãos por planta de soja, com a concentração 5,0 mL de stimulate®, superando em 24,3% a concentração controle.

Milléo & Zagonel (2002), com objetivo de avaliar a eficácia agronômica de diferentes doses e formas de aplicação de Stimulate® na cultura do feijão. Trabalhou com as concentrações do produto (0, 250, 375 e 750 mL ha⁻¹) em tratamentos de sementes, 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, os tratamentos 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 bioestimulantes em *Phaseolus vulgaris* (L.), Castro & 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. Aspecto que certamente influi positivamente na produtividade das plantas.

Rosolem citado por Castro & Vieira (2003), também obteve efeito significativo sobre o comprimento radicular de planta de feijoeiro, quando pulverizou o stimulate[®] (50, 100 e 200 mL 0,5 Kg de sementes⁻¹), sem associação com os micronutrientes cobalto e molibdênio, em sementes e após a emergência das plântulas.

Conforme Oliveira (2003), trabalhando com aplicação de reguladores vegetais em maracujá, o ácido giberélico (GA₃) apresentou resultados similares à testemunha, para parâmetros avaliados durante o período das avaliações. Contudo, observou-se um efeito promotor mais acentuado no comprimento do caule das mudas de *Passiflora alata* para a concentração de 75 mg L⁻¹.

Leite et al. (2003), trabalhando com a cultura da soja, verificou que o tratamento de sementes com GA₃ (50 mg L⁻¹) diminuiu a emergência de plântulas e o comprimento de raiz, porém, com o decorrer do experimento, a diferença no crescimento radicular desapareceu. Além destes efeitos, as plantas foram menores e

apresentaram uma diminuição no número de nós, diâmetro de caule, área foliar e produção de matéria seca. A aplicação foliar de GA₃ aumentou a altura da planta, altura do primeiro nó, diâmetro de caule, área foliar e produção de matéria seca. Não foi verificado efeito de GA₃ e citocinina sobre o número de folhas, número de ramificações e matéria seca da raiz. A aplicação conjunta de giberelina e citocinina tendeu a diminuir os efeitos da giberelina. A citocinina aplicada às folhas durante o crescimento vegetativo da soja, não apresentou efeito sobre quaisquer variáveis analisadas.

Oliveira & Monferdini (2004), contataram, através 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. Assim, 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 estágio V5, resultou em melhorias visuais no aspecto das plantas, aumento no número de plantas e conseqüentemente na produtividade e peso dos grãos, apesar de um decréscimo na velocidade de emergência, que se normalizou com o passar do tempo.

Segundo Milléo & 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. Ainda, conforme os autores, o produto permite diferentes formas de utilização, o que é desejável, de acordo com o sistema utilizado.

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 tratamento de sementes nas seguintes dosagens e modos de aplicação: T10 - 500 mL 120 L⁻¹ de água, via foliar + 6 mL kg⁻¹ de sementes; e T12 - 750 mL 120 L⁻¹ de água, via foliar + 6 mL kg⁻¹ de sementes. O maior número de brotos laterais ocorreram quando se aplicou T5 - 500mL 120 L⁻¹ de água, via foliar; T10 - 500 mL 120 L⁻¹ de água via foliar (AF) + 6 mL kg⁻¹ de sementes; T11 - 750 mL 120 L⁻¹ de água, via foliar + 4 mL kg⁻¹ de sementes e T12 - 750 mL 120 L⁻¹ de água, via foliar (AF) + 6 mL kg⁻¹ de sementes. Além disso, houve maior área foliar no T12. 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).

MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do Experimento

O experimento foi implantado em vasos, com cobertura plástica do tipo “guarda chuva”, com as laterais abertas até 2,5 m de altura, com a cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, cv M-SOY 7204) na Linha São Domingos, pertencente ao município de Toledo-PR. A região apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 24° 47' S, longitude de 53° 41' W e altitude de 550 metros.

Na Figura 1 são apresentados os valores de temperaturas médias, máximas e mínimas e umidade relativa do ar durante a condução do experimento, de acordo com a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, Sistema de Agrometeorologia, tendo como fonte as Estações meteorológicas do IAPAR (Instituto Ambiental do Paraná).

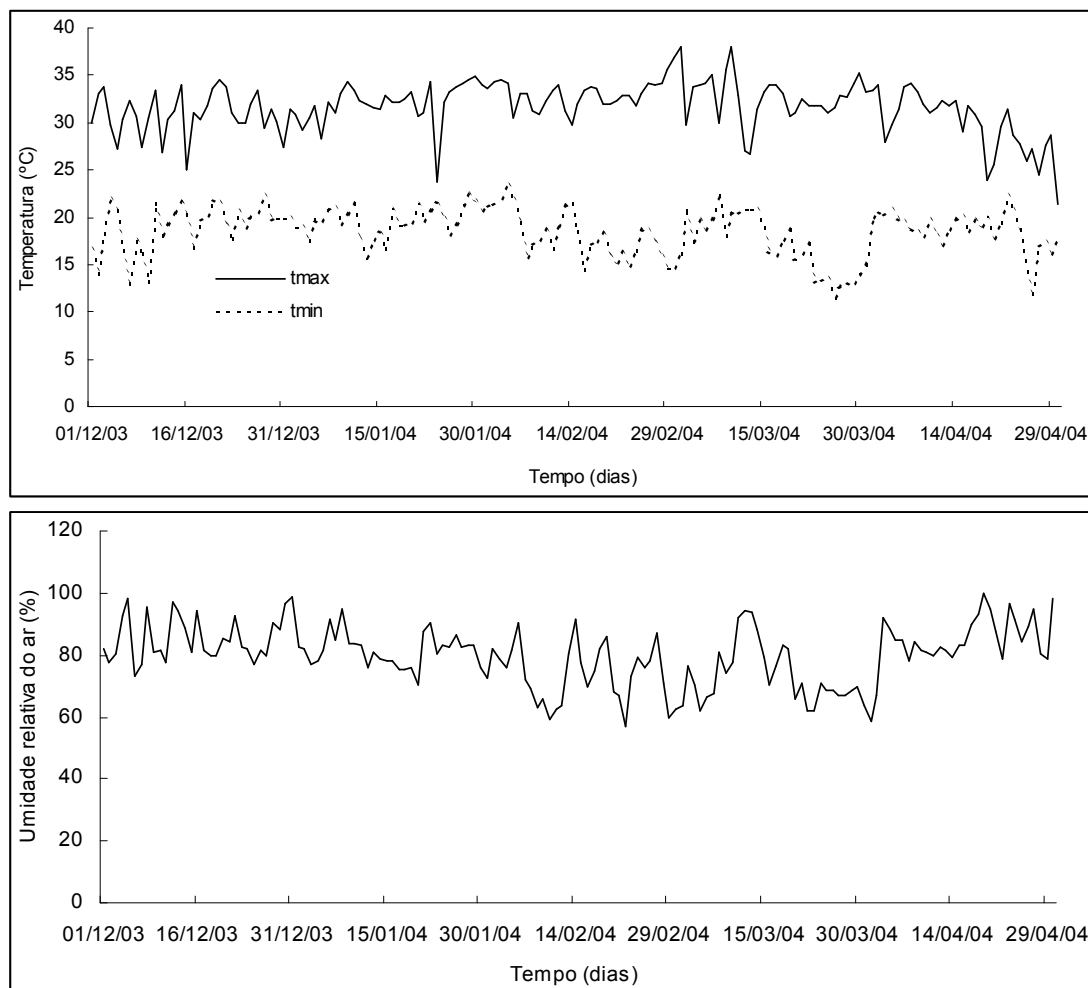


Figura 1 – Valores médios de temperatura média, máxima e mínima e umidade relativa do ar durante a condução do experimento. Toledo – PR, 2003/2004.

3.2 Delineamento Experimental

O experimento foi instalado em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro blocos, sendo os tratamentos obtidos através da combinação da aplicação de diferentes doses do bioestimulante Stimulate[®], aplicadas via semente e via pulverização foliar, como apresentado na Tabela 1. Durante a condução do experimento foram realizadas quatro coletas de plantas por

tratamento: aos 15 dias após emergência (DAE) (estádio V3), 58 DAE (estádio R2), 73 DAE (estádio R3) e 129 DAE (estádio R9). As coletas não foram consideradas como fatores e foram analisadas separadamente para efeito de delineamento experimental. Desta forma, o experimento foi composto por um total de 144 vasos, sendo cada parcela experimental formada por um vaso com duas plantas.

Tabela 1 - Tratamentos que foram utilizados para avaliação do efeito do bioestimulante Stimulate®, aplicado via semente (AS), aplicação via pulverização foliar (APF) e a combinação de ambas na cultura da soja, no município de Toledo – PR, 2003/2004.

Tratamentos	Aplicação via semente + pulverização foliar
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)
T12	5,0 mL 0,5 Kg ⁻¹ (AS) + 0,225 mL L ⁻¹ (APF)

3.3 Instalação e Condução do Experimento

O experimento foi implantado na primeira quinzena de dezembro de 2003, utilizando a cultivar de soja M-SOY 7204, da Monsanto LTDA. A cultivar apresenta

hábito de crescimento determinado, flor branca, hilo marrom claro, porte média, boa resistência ao acamamento e ciclo médio.

Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 09 litros com terra proveniente do horizonte A de um Latossolo Vermelho Eutroférrico, que foi coletado no município de Toledo-PR. Após a coleta foi realizada análise química do solo, cujas características químicas são apresentadas na Tabela 2. Utilizou-se como adubação de plantio 1,8 g de 02-20-20 (NPK) por vaso, correspondente a 400 kg ha⁻¹ de 02-20-20, considerando-se para os cálculos a profundidade de 0,20cm.

Tabela 2 – Características químicas do solo (0 – 20 cm) utilizado para implantação do experimento. Toledo – PR, 2003/2004.

Amostras	pH	M.O.	Pmelich	Al ³⁺	H+ Al	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V%	
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----								
0 – 20 cm	5,66	41,01	14,63	0,00	4,61	1,00	9,08	2,35	12,43	17,04	72,95	
Amostras	Cu			Mn	Zn			Fe	B			
	-----mg dm ⁻³ -----											
0 – 20 cm	14,30			198,00			16,00			24,40		*****

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 100 Kg⁻¹ de sementes.

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

O bioestimulante nas dosagens de 0, 3, e 5 mL foi adicionado a 0,5 Kg de sementes. Para a testemunha, cuja concentração de Stimulate® foi nula, adicionou-se 3 mL de água destilada em 0,5 kg de sementes.

O produto foi aplicado diretamente sobre as sementes, com auxílio de uma pipeta graduada, estando estas acondicionadas em sacos plásticos transparentes com capacidade de 3,0 Kg. Após aplicação do produto ou da água destilada (controle) sobre a massa de sementes, os sacos plásticos foram inflados e agitados vigorosamente durante um a dois minutos, visando uniformizar a distribuição dos tratamentos sobre toda 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 de soja foram inoculadas com inoculante líquido (SEMIA 587 e SEMIA 5019-*Bradyrhizobium*) na dosagem de 150 mL 50Kg⁻¹ de sementes.

A semeadura foi efetuada utilizando-se 5 sementes por vaso a uma profundidade de aproximadamente 0,5 cm. Após a emergência foi feito um desbaste deixando 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 uniformemente úmido, próximo à capacidade de campo, mas sem apresentar drenagem de água pelos orifícios no fundo dos vasos. Este procedimento garantiu a disponibilidade hídrica necessária durante todo o experimento, evitando a restrição ou excesso de água para as planta.

No estágio R2 (58 dias após a emergência (DAE)), imediatamente após a segunda coleta de plantas, realizou-se a aplicação foliar de Stimulate® nas doses de

0; 0,075; 0,150 e 0,225 mL L⁻¹, combinando com os tratamentos via semente conforme a Tabela 1. Para a aplicação foliar, utilizou-se pulverizador manual de pressão acumulada de uso agrícola, Practical 1500 (Brudden), com capacidade de 1,5 L. Pressão 0,5 a 2,1 Kgf/cm² (7 a 30 lbf/pol²), bico cone regulável com vazão de 0,19L/min à pressão de 30 lbf/pol² (névoa). A pulverização foi feita em toda a parte aérea da planta até o completo molhamento das folhas.

3.4 Variáveis avaliadas

3.4.1 Variáveis biométricas

Ao longo do ciclo da cultura realizaram-se 3 coletas de plantas para avaliação das variáveis biométricas, aos 15 DAE (V3), 58 DAE (R2) antes da aplicação do bioestimulante via foliar e aos 73 DAE (R3), 15 dias após a aplicação foliar do bioestimulante.

Para as três épocas de avaliação, após a coleta das plantas, estas foram levadas ao laboratório sendo realizadas as seguintes avaliações: altura de planta (AP), com auxílio de uma régua, tendo como limites o colo e a gema apical da haste principal da planta. Em seguida as plantas foram seccionadas nas diferentes partes (folhas, caules+pecíolos, estruturas reprodutivas (quando presentes) e raízes).

As raízes foram lavadas em água corrente com auxílio de uma peneira até conseguir eliminar toda a terra, evitando-se ao máximo a perda de raízes. Estas foram então secas a sombra por trinta minutos para em seguida obter-se o comprimento de raízes (CR), com auxílio de uma régua e o volume de raízes (VR)

através do método de deslocamento de água. Para tal utilizou-se uma proveta, onde acrescentava-se um volume de água conhecido e em seguida mergulhava-se a raiz na proveta com água, sendo o VR correspondente ao volume de água deslocado na proveta, expresso em cm^3 .

Determinou-se também a área foliar (AF) através de amostragens, seguindo metodologia de Benincasa (1988). Para tal, após a separação das folhas, retirava-se 15 discos foliares com auxílio de furador cilíndrico de metal (“furador de rolhas”) de 1,5 cm de diâmetro, totalizando uma área de $1,77 \text{ cm}^2$, que foi considerada a área foliar da amostra ($\text{AF}_{\text{amostra}}$). Em seguida, após a secagem em estufa, determinou-se a massa seca desta amostra ($\text{MS}_{\text{amostra}}$) e a massa seca das folhas (MSF). A área foliar total (AF), foi obtida através da seguinte equação: $\text{AF} = [(\text{AF}_{\text{amostra}} \times \text{MSF})/\text{MS}_{\text{amostra}}]$.

Após estas determinações, as diferentes partes das plantas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente etiquetados e secadas em estufa de circulação forçada de ar a $65^\circ\text{C} \pm 5$, por 72 horas até atingir massa constante. Procedeu-se, então, a determinação da massa seca em balança de precisão, obtendo-se a massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule+pecíolo (MSCP), massa seca de estruturas reprodutivas (MSER) e massa seca de raízes (MSR). Com estes dados obteve-se a massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total da planta (MST) e a razão raiz/parte aérea (RRPA), obtida pela razão entre a MSR e MSPA.

Na terceira coleta (R3), quando as plantas já apresentavam vagens e flores, realizou-se a contagem do número de flores (NFL) e número de vagens (NV), bem como a massa seca de flores (MSFL) e massa seca de vagens (MSV).

3.4.2 Nodulação

O potencial de nodulação foi avaliado objetivando expressar indiretamente o potencial de fixação biológica de nitrogênio pelas plantas de soja. Desta forma, na coleta de plantas no estágio R3 (73 DAE) foram feitas coletas de nódulos nas raízes visando determinar o número de nódulos (NNOD) e massa seca de nódulos (MSNOD) por planta. Para a determinação da massa seca, após a retirada e contagem dos nódulos, estes foram secados em estufa de circulação forçada de ar a 65 ± 5 °C por 48 horas, sendo em seguida pesados em balança de precisão.

3.4.3 Componentes da produção

Após o término do ciclo da cultura da soja, que ocorreu aos 129 DAE, realizou-se a avaliação das variáveis referentes aos componentes da produção da soja, sendo avaliadas as seguintes variáveis:

- Número de vagens por planta;
- Número de grãos por vagem;
- Número de grãos por planta;
- Massa de 100 grãos (corrigidos a 13% de umidade) (g);
- Produção por planta (g).

3.5 Tabulação e análise dos dados

Após a obtenção dos dados estes foram tabulados e submetidos à análise de variância. Para as coletas realizadas aos 15 DAE (V3) e 58 DAE (R2), realizadas antes da aplicação do estimulante via pulverização foliar, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Nas coletas realizadas aos 73 DAE (R3) e 129 DAE (R9), onde considerou-se a combinação dos tratamentos via semente e foliar, utilizou-se, para comparação de médias, o teste de agrupamento Scott Knott a 5% de probabilidade.

Para as variáveis nodulações, número de vagens e número de grãos, as análises de variâncias os testes de médias foram realizados com os dados corrigidos pela equação raiz quadrada ($x + 0,5$), porém os resultados foram apresentados nas tabelas com os dados originais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação aos 15 DAE (V3)

Na Tabela 3 são apresentados o resumo da análise de variância com os quadrados médios e níveis de significância pelo teste F para as variáveis estudadas, para a coleta de plantas realizada aos 15 DAE, (estádio V3), referente ao tratamento via sementes com três doses de Stimulate® (0, 3 e 5 mL 0,5 kg sementes⁻¹).

Tabela 3 – Resumo da análise de variância das variáveis alturas de plantas (AP), área foliar (AF), comprimento de raízes (CR), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule + pecíolo (MSCP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST) e razão raiz/parte aérea (RRPA), da soja (cv. M-SOY 7204) aos 15 DAE (V3), em função da aplicação de diferentes doses de Stimulate® via semente.

QUADRADO MÉDIO										
FV	GL	AP (cm)	AF (dm ²)	CR (cm)	MSF (g)	MSCP (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	RRPA
Trat.	2	0,21 ^{ns}	0,86 ^{ns}	43,70 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,28 ^{ns}
Bloco	7	0,24 ^{ns}	0,37 ^{ns}	56,21 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Resíduo	14	0,93	0,55	50,58	0,41	0,60	0,64	0,78	0,21	0,93
Total	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		8,69	12,28	14,94	11,46	11,11	10,28	24,00	12,86	20,51

(*) Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; (**) Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; (^{ns}) Não significativo.

Analisando-se a Tabela 3 nota-se que não houve diferença significativa para nenhuma das variáveis analisadas aos 15 DAE, em função da aplicação do bioestimulante Stimulate[®], nas doses utilizadas de 0, 3 e 5 mL aplicadas por 0,5 kg de semente.

Para todas as variáveis avaliadas aos 15 DAE, verificou-se uma tendência de resposta positiva ao tratamento das sementes com Stimulate[®], apesar de não serem detectadas diferenças estatísticas. Esta tendência pode ser melhor visualizada na Tabela 4, onde o tratamento com 3mL 0,5 kg semente⁻¹ se destacou, verificando uma tendência quadrática.

Tabela 4 - Comparação das médias de altura (AP), área foliar (AF), comprimento de raízes (CR), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule + pecíolo (MSCP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST) e razão raiz/parte aérea (RRPA), da soja (cv. M-SOY 7204) aos 15 DAE, em função da aplicação de diferentes doses de Stimulate[®] via semente. Toledo – PR, 2003/2004.

Trat. semente	AP (cm)	AF (dm ²)	CR (cm)	MSF (g)	MSCP (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	RRPA
0 mL	10,94a ¹	1,91a	45,70a	0,55a	0,22a	0,77a	0,34a	1,12a	0,45a
3 mL	11,13a	2,00a	46,90a	0,59a	0,22a	0,81a	0,40a	1,21a	0,49a
5 mL	11,27a	1,80a	50,21a	0,54a	0,22a	0,76a	0,36a	1,12a	0,47a
Média	11,11	1,90	47,60	0,56	0,22	0,78	0,37	1,15	0,47

¹Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade

Estas respostas confirmam as informações de Taiz & Zeiger (2003), quando relatam que o crescimento das plantas em altura ocorre porque as giberelinas aumentam tanto o alongamento quanto a divisão celular, evidenciado

pelos aumentos do comprimento celular e do número de células, em resposta a aplicação das mesmas.

Castro & Vieira (2001), relatam que as auxinas atuam no mecanismo de controle do crescimento do caule, folhas e raízes, sendo a principal ação o alongamento celular. Vieira (2001), relata que na dose mais elevada (5mL 0,5 kg de sementes⁻¹) houve indução do aumento do comprimento de raízes de planta de feijoeiro em comparação ao controle.

Para área foliar, a concentração 3mL promoveu incremento não significativo de 0,09 dm² em relação ao controle, enquanto a concentração de 5 mL, uma redução de 0,11 dm², mostrando uma tendência quadrática. Resultados similares foram observados por Leite et al. (2003). Estes autores relatam que usando a concentração de 50 mg L⁻¹, em tratamento de sementes de soja, com ácido giberélico, obteve redução de área foliar e produção de matéria seca.

4.2 Avaliação aos 58 DAE (R2)

Na Tabela 5 é apresentado o resumo da análise de variância com os quadrados médios e níveis de significância pelo teste F para as variáveis estudadas, na coleta de plantas realizada aos 58 DAE (estádio R2), referente ao tratamento via sementes com três doses de Stimulate® (0, 3 e 5 mL 0,5 kg sementes⁻¹), coleta realizada antes da aplicação via pulverização foliar do bioestimulante.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância das variáveis altura de planta (AP), área foliar (AF), volume de raízes (VR), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule + pecíolo (MSCP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST) e razão raiz/parte aérea (RRPA), da soja (cv. M-SOY 7204) aos 58 DAE (R2), em função da aplicação de diferentes doses de Stimulate®, via semente.

QUADRADO MÉDIO										
FV	GL	AP (cm)	AF (dm ²)	VR (cm ³)	MSF (g)	MSCP (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	RRPA
Trat.	2	27,72 ^{ns}	2,97 ^{ns}	224,51*	3,56 ^{ns}	3,42 ^{ns}	13,94 ^{ns}	39,74 ^{ns}	81,42 ^{ns}	0,37 ^{ns}
Bloco	7	11,49 ^{ns}	11,77 ^{ns}	94,75 ^{ns}	3,18 ^{ns}	6,65 ^{ns}	13,08 ^{ns}	13,00 ^{ns}	43,80 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Resíduo	14	21,64	11,38	57,25	2,57	3,48	10,52	20,90	36,30	0,26
Total	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		6,67	14,60	11,46	14,74	11,63	12,05	41,01	15,83	39,03

(*) Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; (**) Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; (^{ns}) Não significativo.

Como observado para a primeira coleta (15 DAE), não foram detectadas diferenças significativas para as variáveis estudadas aos 58 DAE em função da aplicação do bioestimulante via sementes na cultura da soja, exceto para o volume de raízes, que apresentou significância a 5% pelo teste F ($P = 0,044$), sem, contudo mostrar significância no teste Tukey a 5% de probabilidade. Tendências de aumentos nas variáveis em função da aplicação do bioestimulante foram verificadas, fato que pode ser visualizado na Tabela 6.

Mesmo com a ação dos biorreguladores o crescimento vegetativo é encerrado concomitantemente com o aparecimento das primeiras flores em cultivares de crescimento determinado e pouco depois em cultivares de crescimento indeterminados (Rosolem, 2003).

Tabela 6 - Comparação das médias de altura (AP), área foliar (AF), volume de raízes (VR), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule + pecíolo (MSCP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST) e razão raiz/parte aérea (RRPA), da soja (cv. M-SOY 7204) aos 58 DAE, em função da aplicação de diferentes doses de Stimulate® via semente. Toledo – PR, 2003/2004.

Trat. semente	AP (cm)	AF (dm ²)	VR (cm ³)	MSF (g)	MSCP (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	RRPA
0 mL	69,85a	22,45a	63,31a	10,68a	15,93a	26,61a	8,81a	35,42a	0,33a
3 mL	71,46a	23,66a	72,12a	11,62a	16,74a	28,36a	13,25a	41,62a	0,46a
5 mL	67,75a	23,21a	62,62a	10,33a	15,44a	25,77a	11,39a	37,16a	0,44a
Média	69,69	23,10	66,02	10,88	16,03	26,91	11,15	38,07	0,41

¹ Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade

Em experimento realizado por Leite et al. (2003), estes relatam que não houve efeito da aplicação de giberelina e citocinina sobre a matéria seca da raiz de plantas de feijão. Os resultados deste experimento divergem dos obtidos por Vieira & Castro (2003), cujas concentrações mais elevadas (4 e 5 mL) de bioestimulante promoveram, nas plantas de feijoeiro, raízes mais vigorosas, com massa seca superior às encontrados em plantas não tratadas. Já em plantas de soja, Domingues et al. (2004), relatam que ocorreu aumento na área foliar com aplicação (750mL/120L de água (af) + 6mL/Kg de sementes) de Stimulate® na cultura da soja.

Apesar da ausência de significância na coleta aos 58 DAE, verifica-se uma tendência quadrática para as variáveis estudadas nas diferentes doses.

4.3 Avaliação aos 73 DAE (R3)

A análise de variância das variáveis analisadas aos 73 DAE (estádio R3) é apresentada nas Tabelas 7 e 8, com os respectivos quadrados médios e significância pelo teste F. A partir desta coleta de plantas, já estavam sendo avaliados os efeitos da aplicação de bioestimulante via semente, foliar e a combinação de ambos em diferentes doses.

Tabela 7 – Resumo da análise de variância 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) e massa seca de vagens (MSV) da soja (cv. M-SOY 7204) aos 73 DAE, em função de diferentes doses de Stimulate®, aplicado via semente, via foliar e a combinação de ambos em diferentes doses.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO					
		AP	AF	MSF	MSCP	MSFL	MSV
Bloco	3	79,36 ^{ns}	44,77 ^{ns}	2,28 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,12 ^{ns}	2,82 ^{ns}
Tratamento	11	59,00 ^{ns}	80,55 ^{ns}	6,61 ^{ns}	10,02*	0,74**	22,15**
Resíduo	33	33,05	39,31	3,57	3,91	0,26	2,39
Total	47	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	8,09	16,80	16,16	12,17	83,28	16,53

(*) Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; (**) Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; (^{ns}) Não significativo.

Nas Tabelas 7 e 8, verifica-se que os dados referentes à altura de plantas, área foliar, massa seca das folhas e número de vagens, aos 73 DAE, não mostram diferenças significativas em função do teste F. Desta forma verifica-se que não houve interferência da aplicação via semente, e via foliar e tampouco da combinação das duas formas de aplicação do bioestimulante para estas variáveis nas doses utilizadas. Estes resultados, nas condições experimentais descritas, não

confirmaram as informações de Taiz & Zeiger (2003), quando relatam que o crescimento das plantas em culturas ocorre porque a giberelina atua promovendo a divisão e o alongamento celulares, evidenciados pelo maior número de células e pelo maior alongamento celular.

Tabela 8 – Resumo da análise de variância das médias de 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) da soja (cv. M-SOY 7204) aos 73 DAE, em função de diferentes doses de Stimulate®, aplicado via semente, via foliar e a combinação de ambos em diferentes doses.

QUADRADO MÉDIO							
FV	GL	MSPA	MSR	MST	RRPA	NFL	NV
Bloco	3	7,66 ^{ns}	4,60 ^{ns}	15,73 ^{ns}	0,29 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,91 ^{ns}
Tratamento	11	61,58**	21,43**	123,76**	1,00**	2,17*	3,38 ^{ns}
Resíduo	33	15,34	5,97	33,26	0,26	0,85	2,01
Total	47	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	10,49	21,93	11,90	17,29	29,55	11,25

(*) Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; (**) Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; (^{ns}) Não significativo.

Leite et al. (2003) verificaram que a aplicação foliar de GA₃ na concentração de 100mg L⁻¹ GA₃ associado ou não a 30mg L⁻¹ de citocinina, na cultura da soja, aumentou a altura da planta. Conforme Hinojosa (2000), as aplicações de citocinina nas gemas laterais anula o efeito da dominância apical.

Com relação às variáveis, massa seca de caule+pecíolo, massa seca da flor, massa seca das vagens, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total, razão raiz/parte aérea e número de flores, observou-se diferença significativa (Tabelas 7 e 8), sendo os coeficientes de variação relativamente baixos, indicando a confiabilidade dos dados.

Na Tabela 9 verifica-se que para as variáveis altura de plantas, massa seca de folhas e número de vagens por planta, não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos pela comparação de médias através do teste Scott Knott. No caso da altura de plantas, resultado semelhante foi obtido por Castro & Vieira (2003), onde, 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% (300mL ha⁻¹) e 27mL⁻¹ 5Kg de sementes após uma semana da segunda aplicação do bioestimulante Stimulate®.

Para as variáveis massa seca de flores, massa seca de raízes, razão raiz parte aérea e número de flores por planta, foram verificados diferenças estatísticas, sendo alguns tratamentos superiores à 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 estas variáveis e ainda 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 destas variáveis.

Quando se considera o incremento em percentagem para os tratamentos que resultaram em ganhos significativos em relação à testemunha, obteve-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%).

Conforme resultados obtidos por Alleoni et al. (2000), estes relatam que tratamentos de bioestimulante aplicados nas sementes e folhas de feijoeiro apresentaram incrementos de até 11,1% em relação ao controle.

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

Segundo Araújo et al. (1996), os reguladores de vegetais são mais atuantes na produção de massa seca na fase vegetativa das plantas que vai até o pleno florescimento.

Vellini & Rosolen (1997), observaram que o maior peso de grãos por planta foi obtido em função do maior número de vagens observados nos tratamentos, embora nem todas as diferenças tenham sido significativas. No presente estudo, aos 73 DAE (R3), não verificou-se resposta à aplicação do bioestimulante para a variável número de vagens por planta, diferindo dos resultados obtidos por estes autores.

Tabela 9 – 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) da soja (cv. M-SOY 7204) aos 73 DAE, em função de diferentes doses de Stimulate®, aplicado via semente (AS), via foliar (APF) e a combinação de ambos em diferentes doses.

Trat.	AP	AF (dm ²)	MSF (g)	MSCP (g)	MSFL (g)	MSV (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	RRPA	NFL	NV
1	79,11 ^a	39,73 ^a	12,63a	17,30a	0,018b	11,84a	41,79a	10,47b	52,27a	0,25b	7,50b	129,62a
2	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
3	68,79 ^a	39,96 ^a	11,30a	15,35b	0,013b	5,69c	33,96b	8,55b	42,51b	0,25b	18,62a	178,62a
4	74,26 ^a	42,51 ^a	12,01a	16,59a	0,0098b	12,04a	40,64a	16,15a	56,79a	0,39a	8,25b	156,50a
5	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
6	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
7	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
8	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
9	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
10	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
11	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
12	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
Média	71,06	37,32	11,68	16,26	0,38	9,36	37,32	11,14	48,36	0,29	10,43	160,42

^aLetras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste Scott knott, para comparação entre as médias da aplicação o bioestimulante via semente, dentro de cada dose aplicada via foliar.

Tratamentos: (1) - 0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF); (2) - 0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF); (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); (6) - 3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF); (7) - 3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF); (8) - 3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF); (9) - 5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF); (10) - 5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF); (11) - 5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF); e (12) - 5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF).

4.3.1. Potencial de nodulação (73 DAE)

O resumo do quadro de análise de variância e os resultados referentes à comparação de médias para massa seca de nódulos e número de nódulos da cultura da soja avaliado aos 73 DAE (R3), são apresentados nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 – Resumo da análise de variância das médias de massa seca de nódulos e número de nódulos da soja (cv. M-SOY 7204) aos 73 DAE, em função de diferentes doses de Stimulate[®], aplicado via semente, via foliar e a combinação de ambos em diferentes doses.

FV	QUADRADO MÉDIO		
	GL	MSNOD (g)	NNOD
Bloco	3	0,23 ^{ns}	4,87 ^{ns}
Tratamento	11	0,72*	16,12**
Resíduo	33	0,32	4,70
Total	47	-	-
CV (%)	-	18,63	11,05

(*) Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; (**) Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; (^{ns}) Não significativo.

Pela análise de variância de massa seca de nódulos e número de nódulos (Tabela 10) verificaram-se diferenças significativas pelo teste F, proporcionadas pela aplicação do bioestimulante via semente e via foliar.

Ao analisar a Tabela 11, que apresentada as médias para massa seca e número de nódulos, verifica-se que houveram diferenças significativas entre os tratamentos, porém, para as duas variáveis, nenhuma dose ou combinação de forma de aplicação de bioestimulante promoveu incremento significativo quando comparado ao controle, sem aplicação do bioestimulante.

Tabela 11 – Comparação das médias de massa seca de nódulos (MSNOD) e número de nódulos (NNOD), da soja (cv. M-SOY 7204) aos 73 DAE, em função de diferentes doses de Stimulate®, aplicado via semente, via foliar e a combinação de ambos em diferentes doses.

Tratamento	MSNOD (g)	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
Média	3,02	391,86

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

Conforme Câmara & Heiffig (2000), os nódulos presentes nas raízes também atuam como drenos fisiológicos, consumindo os produtos da fotossíntese como fonte de energia para fixação biológica do N₂. As bactérias no interior dos nódulos convertem os ácidos orgânicos obtidos em aminoácidos e estes aminoácidos, então, retornam às raízes movendo-se por elas.

A ação dos reguladores vegetal, dos grupos das auxinas e citocininas, transforma as células tetraplóides em meristemáticas, aumentando a capacidade de multiplicação celular. Em consequência, formam-se os nódulos radiculares, cujo interior é totalmente ocupado por células bacterianas (Hungria et al., 1997).

Segundo Vargas & Hungria (1997), citado por Câmara (2000), a nodulação e a fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FBN) intensifica-se até o período de formação das vagens. No florescimento pleno da soja é possível constatar de 15 a 30 nódulos em plantas bem noduladas, o que corresponde à massa seca de 100 a 200 mg. Para esses autores a nodulação e FBN continuam de forma ativa, mesmo durante o período de enchimento de grãos. Verifica-se na Tabela 11 um número de massa seca de nódulos por planta bem superior ao citado por Vargas & Hungria (1997), podendo estar relacionado às características do inoculante e a cultivar de soja.

Câmara (2000), chegou a constatar por planta de soja, desde ausência total de nódulos até a presença de 720 nódulos. A quantidade e número de nódulos por sistema radicular e o ambiente, diferindo de planta para planta. Ainda, segundo o autor, grandes quantidades correspondem menores tamanhos de nódulos e vice-versa, fato observado no presente experimento.

4.4. - Avaliação aos 129 DAE (R9)

Na Tabela 12 são apresentados os resumos da análise de variância com os quadrados médios e significância pelo teste F para as variáveis analisadas aos 129 DAE, que se refere aos componentes da produção e produção da soja.

Tabela 12 – Resumo da análise de variância das variáveis números 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) da soja (cv. M-SOY 7204) aos 129 DAE em função da aplicação de diferentes doses de Stimulate® via semente, via foliar e a combinação de ambos em diferentes doses.

Quadrado Médio						
FV	GL	NV	NG	NGV	M100 (g)	PROD (g)
Bloco	3	0,33 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,29 ^{ns}
Tratamento	11	0,72*	2,37**	0,96 ^{ns}	2,00*	21,19**
Resíduo	33	0,28	0,41	0,53	0,79	7,25
Total	47	-	-	-	-	-
CV (%)	-	7,65	6,40	11,06	9,26	14,14

(*) Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; (**) Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; (^{ns}) Não significativo.

Pelos resultados obtidos aos 129 DAE (Tabela 12), observa-se que o uso do bioestimulante Stimulate® aplicado via semente, via foliar e a combinação das duas formas de aplicação proporcionaram diferenças significativas no número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de 100 grãos e produção por planta, na cultura da soja. Estes resultados indicam que a aplicação de bioestimulante resultou em alterações fisiológicas nas plantas, provavelmente relacionadas à atividade fotossintética e principalmente na relação fonte/dreno, alterando a distribuição de fotoassimilados nos diferentes órgãos das plantas.

Milléo & Zagonel (2002), relataram que a aplicação de bioestimulante não resultou em alterações significativas para o número de vagens por planta e massa de 1000 grãos. Porém vários autores apresentam resultados na literatura onde a utilização de biostimulante promoveu alterações nos componentes da produção e produtividade da soja e outras culturas, como o feijão (Vellini & Rosolen, 1997;

Alleoni et al., 2000; Domingues et al., 2004; Milléo & Monferdini; 2004) corroborando os resultados encontrados no presente estudo.

Segundo Taiz & Zeiger (2003), as citocininas participam na regulação de muitos processos do vegetal, incluindo a divisão celular, à morfogênese da parte aérea e das raízes, a maturação de cloroplastos, o alongamento celular e a senescência. Sendo que a função das citocininas tem sido elucidada por intermédio de sua aplicação exógena.

Vieira (2001), obteve um aumento no número de grãos em relação ao controle de 24,3%, com a concentração de 5,0mL de Stimulate. Porém não encontrou para o mesmo tratamento um aumento em massa seca de plântulas, sendo obtido aumento com o tratamento (4,1mL 0,5 Kg semente⁻¹), superando em 55,3% o controle.

Nas Tabelas 12 e 13, verifica-se que os dados referentes ao número de grãos por vagem, não mostraram diferença significativa em função do teste F e tampouco pela comparação das médias através do teste de agrupamento de Scott Knott. Este foi o único componente da produção que não sofreu alteração com a aplicação do bioestimulante nestas condições experimentais.

Tabela 13 – Comparação das médias de número de vagens/planta (NV), número de grãos/planta (NG), número de grãos/vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100) e produção/planta (PROD) da soja (cv. M-SOY 7204) em função da aplicação de diferentes doses de Stimulate® via semente, via foliar e a combinação de ambos em diferentes doses.

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
Média	48,29	100,15	2,08	9,59	19,04

¹Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

Para as variáveis, números de vagens, número de grãos e produção por planta, foram verificados diferenças significativas, sendo que algumas dosagens, promoveram incrementos para estas variáveis quando comparadas ao controle sem a aplicação do bioestimulante. Pode-se destacar neste caso, o tratamento 10 (5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF)), onde obteve-se 18,12 vagens por planta e 26,63 grãos por planta a mais que o controle. Quanto à produção, expressa em massa de grãos 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. Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos por Domingues et al. (2004), que relataram aumentos na produtividade da soja quando o Stimulate® foi aplicado em altas concentrações e diferentes métodos de aplicação foliar e tratamento de semente.

Para a variável massa de 100 grãos, apesar de ocorrerem diferenças entre os tratamentos, nenhum tratamento superou o controle, onde não foi aplicado o bioestimulante, sendo que alguns tratamentos apresentaram reduções significativas com a aplicação das diferentes doses de Stimulate®. Neste caso, destaca-se o tratamento 10 (5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF)), onde obteve-se a menor massa de 100 grãos entre as doses testadas, com uma redução de 1,39 g em relação ao controle. Este resultado é coerente, visto que este tratamento resultou em ganho significativo quanto ao número de vagens e grãos por planta, aumentando o número de drenos fisiológicos, o que resultou em maior partição de fotoassimilados.

Vellini & Rosolen (1997), em experimento realizado com a cultura de feijoeiro, verificaram incremento no número de vagens por planta em resposta à aplicação de Stimulate®. Porém, o número de grãos por vagem e o peso de 100 grãos não foram afetados pelos tratamentos. Assim segundo o autor, os tratamentos aplicados até o florescimento, são mais importantes para o aparecimento de resultados na produtividade.

Resultados observados por Alleoni et al. (2000), mostram que na cultura do feijoeiro houve aumento para o número de vagens/planta, número de grãos/vagem e número de entrenós. Estes autores também verificaram incrementos de até 5,4 e 8,0%, para peso de 1000 grãos e produtividade, respectivamente, em função da forma de aplicação (semente, foliar ou sementes e foliar).

Milléo & 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 a testemunha. A produtividade foi influenciada positivamente com aumento de 1,389 Kg ha⁻¹ entre o melhor tratamento e a testemunha.

Matsumoto (2000), relata que 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. Conseqüentemente reduzem as taxas de formação de frutos.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nas avaliações realizadas nos estádios V3 (15 DAE) e R2 (58 DAE) não foram verificadas respostas significativas em função da aplicação do bioestimulante Stimulate® via tratamento de sementes nas doses testadas para a cultura da soja. Respostas mais evidentes foram observadas aos 73 DAE (estádio R3), onde já haviam efeitos combinados entre a aplicação via sementes e pulverização foliar.

Na prática as operações para aplicação do bioestimulante, via sementes ou pulverização foliar não trariam aumentos de custo de produção, pois estas operações podem ser realizadas juntamente com a inoculação de sementes e com as pulverizações de agrotóxicos para controle de pragas e doenças.

Para cultura da soja mais experimentos devem ser realizados em condições de campo, com aplicações via semente, via foliar e combinações das duas formas. Desta forma pode-se realizar um estudo de viabilidade econômica, relativo ao aumento de produtividade obtido com a utilização de bioestimulantes.

CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi realizado é possível chegar às seguintes conclusões:

- As aplicações de Stimulate® via semente não promoveram alterações nas variáveis avaliadas aos 15 e 58 dias após a emergência para a cultura da soja;
- Aos 73 dias após a emergência, a aplicação do bioestimulante Stimulate® via semente, via foliar e nas duas formas combinadas, resultaram efeitos positivos sobre a massa seca de flores, massa seca da raiz, razão raiz/parte aérea e número de flores;
- A aplicação de bioestimulante proporcionou incrementos quanto ao número de vagens, número de grãos e produção por planta, podendo-se destacar os tratamentos 3 (0,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,150 mL L⁻¹ (APF)), 5 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,0 mL L⁻¹ (APF)) 8 (3,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,225 mL L⁻¹ (APF)) e 10 (5,0 mL 0,5 Kg⁻¹ (AS) + 0,075 mL L⁻¹ (APF));
- O aumento no número de grãos e vagens por planta resultante da aplicação de bioestimulante resultou em menor massa de 100 grãos, devida provavelmente à partição de fotoassimilados entre os drenos fisiológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos Reguladores Vegetais de Stimulate® no Desenvolvimento do Feijoeiro (*Phaseolus Vulgaris* L.) **UEPG – Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias** 2000

ALMEIDA, J.C.V.; LEITE, C.R.F.; MONFERDINI, M.A. Stimulate® como regulador de crescimento na cultura da soja **Resumo** /Apresentado ao III Congresso Brasileiro de Soja, Foz do Iguaçu – PR, 2004/

BENINCASA, M.M.P. **Análise de Crescimento de Plantas (Noções Básicas)**. Jaboticabal, FUNEP, 1988. 42p.

BLACK, R.J. Complexo Soja Fundamentos, situação atual e perspectivas. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: Tecnologia da Produção II** ESALQ Piracicaba – SP. 2000 1-17p.

CÂMARA, G.M.S.; HEIFFIG, L.S. Fisiologia, Ambiente e Rendimento da Cultura da Soja. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: Tecnologia da Produção II** ESALQ Piracicaba – SP. 2000, 81-119p.

CÂMARA, G.M.S. Nitrogênio e Produtividade da Soja. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: Tecnologia da Produção II** ESALQ Piracicaba – SP. 2000, 295-339p.

CASTRO, P.R E.; VIEIRA, E L. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, V. **Feijão irrigado: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2003.

CASTRO, P.R.E.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001, 588p.

DOMINGUES, M.C.S.; RODRIGUES, J.D.; MOREIRA, R.C. Efeito de Reguladores Vegetais (auxina, giberelina e citocinina) na Produtividade da Cultura da Soja (*Glycine Max* (L.) Merrill cv. IAC – 48) **Resumo** /Apresentado ao III Congresso Brasileiro de Soja, Foz do Iguaçu – PR, 2004/

EMBRAPA SOJA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1999/2000**. Londrina, doc. 131, 1999, 236p.

FAEP – Federação da Agricultura do Estado de Paraná. **Boletim informático**. A participação do Brasil no mercado mundial de soja. N° 776.

FUNDAÇÃO CARGILL. **A soja no Brasil central**. 3° ed. ver. ampl. 444p, Campinas, 1986.

FUNDAÇÃO MT. Melhoramento de Soja. **Boletim Técnico de Soja**, nº 8, 2004, 231p

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; ARAUJO, R.S. Fixação Biológica do Nitrogênio em Feijoeiro. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed) **Biologia dos Solos do Cerrados** Planaltina: Embrapa 1997.

KALIL, G. P. C.; TERRA, M. M.; KALIL FILHO, A. N. ; MACEDO, J. L. V. M.; PIRES, E. J. P. **Anelamento e Ácido Giberélico na Frutificação da uva “Maria” sem sementes**. Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada à ESALQ/USP. Scientia Agrícola Piracicaba SP. v.56, n.2, 1999, p. 317-328.

LEITE, V. M.; ROSOLEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Giberelina e citocinina no crescimento da soja. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, SP. V. 60, nº 3, 2003, 537-541p.

LEONEL, S.; RODRIGUES, J. D. Efeitos de Giberelinas, Citocininas e do Nitrato de Potássio, no Processo Germinativo de Sementes de Limoeiro “cravo” (*citrus limonia* Osbeck). **Scientia Agrícola**. Piracicaba, SP. V.56 n.1, 1999, 111-115p.

MARUR, C.J.; STENZEL, N.M.C.; RAMPAZZO, E.F.; SCHOLZ, M.B.S. Ácido Giberélico (GA₃) e a Maturação de Frutos das Tangerinas “Mexerica Montenegrina e Poncã “. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, SP, v.56, n 3, 1999, p.517-521.

MATSUMOTO, K. Crescimento de Órgãos Reprodutivos In: CID, L.P.B. **Introdução aos Hormônios Vegetais** – Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia 2000, 83-105p.

MILLÉO, M.V.R.; ZAGONEL, J. Avaliação da Eficácia Agronômica de Diferentes Doses e Formas de Aplicação de Stimulate® na Cultura do feijão. **Lauda Técnico de Praticidade e Eficácia Agronômica**. Universidade estadual de Ponta Grossa – PR, 2002.

MILLÉO, M.V.R.; MONFERDINI, M.A. Avaliação da eficiência agronômica de diferentes dosagens e métodos de aplicação de Stimulate® em soja **Resumo** /Apresentado ao III Congresso Brasileiro de Soja, Foz do Iguaçu – PR, 2004/

MODESTO, J.C.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. Ácido Giberélico e o Desenvolvimento de Plântulas de Tangerina "Cleópatra". **Scientia Agrícola**, v 56, n 2, 1999, 289-294p.

OLIVEIRA, A. **Uso de reguladores vegetais na formação de mudas de *Passiflora alba Dryander*** Dissertação (mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2003.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. **Plantas Daninhas e seu manejo**. Guaíba, Agropecuária, 2001, 362p.

OLIVEIRA, S.H.F.; MONFERDINI, M.A. Compatibilidade de bioestimulante com fungicidas em tratamento de sementes. **Resumo** /Apresentado ao III Congresso Brasileiro de Soja, Foz do Iguaçu – PR, 2004/

ROSOLEM, C.A. Ecofisiologia da Soja. **Boletim de Pesquisa de Soja** – Fundação MT, 2003, 16-24p.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Fisiologia Vegetal**. Trad. Virgilio González Velázquez. México grupo editorial, Iberoamérica, 1994, 759 p.

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 M₀ em hortaliças**. Informativo técnico. Cosmópolis: Stoller do Brasil. Divisão Arbore, 1998, 1v.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal** 3 ed., Artmed Editora S.A., Porto Alegre, 2003. p 719.

VELLINI, E.D.; ROSOLEM, C.A. **Eficacia Agronômica de Stimulate®**.UNESP Botucatu – SP, 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 o arroz *Sativa L.*** Piracicaba, 2001. Tese doutorado.