



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**STIMULATE® NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE
PLÂNTULAS E NO CRESCIMENTO INICIAL DE SOJA**

CÍCERA RÉGIS SIQUEIRA DOS SANTOS

**CRUZ DAS ALMAS-BAHIA
MARÇO - 2009**

STIMULATE® NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE PLÂNTULAS E NO CRESCIMENTO INICIAL DE SOJA

CÍCERA RÉGIS SIQUEIRA DOS SANTOS

Engenheira Agrônoma

Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 1999

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção de Grau de Mestre em Ciências Agrárias. Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2009**

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Cícera Régis Siqueira dos.
Stimulate[®] na germinação de sementes, vigor de plântulas e, no
crescimento inicial de soja, em condições de rizotron
/ Cícera Régis Siqueira dos Santos. – Cruz das Almas, BA, 2009
44f.

Orientador: Elvis Lima Vieira
Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências
Agrárias, Ambientais e Biológicas. Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, 2009.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Elvis Lima Vieira
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - UFRB
(Orientador)

Prof. Dr. Lenaldo Muniz de Oliveira
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS

Prof. Dr^a. Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - UFRB

Homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias da
UFRB em
Conferindo o grau de Mestre em Ciências Agrárias em.....

DEDICATÓRIA

A todos os meus entes queridos, pelo apoio e companheirismo durante todas as etapas de meu trabalho, contribuindo assim, de forma direta e indireta, para o meu sucesso profissional.

"O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem.

Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis."

(FERNANDO PESSOA)

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, pela sua presença, amor e bondade, guiando os meus passos nas veredas da vida e por todas as bênçãos recebidas durante essa jornada.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e ao Mestrado em Ciências Agrárias pela oportunidade de novos conhecimentos, bem como pela concretização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Elvis Lima Vieira, pela compreensão, incentivo, estímulo, confiança, amizade e orientação durante todo o curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os docentes da Pós-Graduação, por compartilharem suas experiências dentro do período de estudo.

Ao meu querido esposo Itamar Evodio dos Santos e meu amado filho Daniel pela compreensão, carinho, apoio e colaboração na manutenção do experimento e pela sua presença constante na minha vida cotidiana.

A todos os meus colegas do curso de Mestrado, principalmente Dario Primo, Denis, Humberto, Gisele, André, Carlos Alan, Fabíola e Juliana (Doutorado), pela cooperação, amizade e companheirismo durante o curso.

Ao colega Cleiton, na época aluno da Graduação (PIBIC) e agora mestrando e a Carol (PIBIC JÚNIOR), pela ajuda na instalação, desenvolvimento e conclusão dos experimentos.

Aos funcionários da biblioteca Isaelce, José Júlio, Raimundo e Edinho, pelo sorriso sempre presente e pelo atendimento agradável durante a minha jornada na unidade.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo pelo auxílio na estatística, compreensão, incentivo e atenção.

A Stoller do Brasil Ltda – Divisão Arbore pelo fornecimento do produto e apoio para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Clovis Peixoto pelo apoio, atenção e conselhos durante o curso.

A Edmilson pela atenção e prontidão em algumas solicitações.

Ao funcionário Sr. Josué pela ajuda na implantação e conclusão dos experimentos.

A todos os meus amigos, colegas e pessoas que colaboraram direta e indiretamente para a concretização deste projeto.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	
ABSTRACT.....	
INTRODUÇÃO	1
 Capítulo 1	
STIMULATE [®] NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE SOJA.....	9
 Capítulo 2	
CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE SOJA SOB TRATAMENTO COM STIMULATE [®] EM CONDIÇÕES DE RIZOTRON.....	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44

STIMULATE® NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE PLÂNTULAS E NO CRESCIMENTO INICIAL DA SOJA

Autora: Cícera Régis Siqueira dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

RESUMO: Objetivou-se estudar e avaliar os efeitos do biorregulador vegetal Stimulate® na germinação de sementes, vigor de plântulas e no crescimento inicial de plantas de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill cv. BRS - Barreiras) em condições de rizotron. O ensaio foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal e em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da UFRB, no período de 2007 a 2008. As doses foram: 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 e 12,0 mL de Stimulate® kg⁻¹ de sementes e como controle (0,0) 6,0 mL H₂O kg⁻¹ de sementes, aplicadas diretamente nas mesmas e via pulverização foliar (mL de Stimulate®) após diluição em água. Em condições de laboratório para os tratamentos em sementes, foram realizados testes de germinação das sementes, de vigor de plântulas e de emergência de plântulas em areia. Em casa de vegetação, em condições de rizotron, avaliou-se crescimento radicular inicial de plantas de soja, sob pulverização foliar a partir de dois dias após a semeadura (DAS). Simultaneamente, em sacos de polietileno preto de 2 kg, foram semeadas sementes tratadas e não tratadas com Stimulate®. As plantas originadas foram pulverizadas (2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 e 12,0 mL de Stimulate® mL⁻¹ de solução e como controle (0,0) 6,0 mL H₂O destilada) aos dez dias após a semeadura (DAS), observando-se a altura de plantas, número de folhas, massa seca de haste, caule, folhas e total e área foliar. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial. O Stimulate® via sementes é eficiente na promoção de plântulas normais, na redução de plântulas anormais e de sementes duras de soja. O biorregulador vegetal Stimulate® é capaz de promover o crescimento inicial de plantas de soja, aumentando a altura média e a massa seca.

Palavras chave: Biorregulador vegetal, *Glycine max*, raiz, desenvolvimento

STIMULATE[®] IN THE GERMINATION OF SEEDS, SEEDLING VIGOR AND INITIAL GROWTH OF SOYBEAN

Author: Cícera Régis Siqueira dos Santos

Advisor: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

ABSTRACT: It was aimed the study and evaluation the effect of the vegetal bio regulator Stimulate[®] in the seed germination, seedlings vigor and in the initial growth of soybean plants (*Glycine Max* (L.) Merrill cv. BRS – Barreiras) under rhizotron conditions. The experiment was carried out at the Vegetal Physiology Laboratory and in greenhouse of UFRB Center of Biological, Environmental and Agricultural Sciences, from 2007 to 2008. The doses used were: 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 and 12,0 mL of Stimulate[®] kg⁻¹ of seeds and as control (0,0) 6,0 mL H₂O kg⁻¹ of seeds, applied directly in the seeds by leaf spraying (mL of Stimulate[®]) after dilution in water. Under laboratory conditions for seeds treatment, tests of seeds germination, seedlings, vigor and seedling emergence in sand were performed. In the greenhouse, under rhizotron conditions, it was assessed the soybean plant initial root growth, under leaf spraying two days from the sowing day (DAS). Simultaneously, in black 2-kilo polyethylene were sowed seeds treated with Stimulate[®] and untreated seeds. The originated plants were sprayed (2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 and 12,0 mL of Stimulate[®] kg⁻¹ of solution and as control (0,0) 6,0 mL of distilled water) in the tenth day after sowing (DAS), observing the plants height, number of leaves, stem, leaves and full dry mass, leaf area. The experimental design was entirely random with seven treatments and four repetitions. The results were submitted to polynomial regression variance analysis. The Stimulate[®] through seeds is efficient in the production of normal seedlings, in the reduction of abnormal seedlings and of soybean stiff seeds. The bio regulator Stimulate[®] is able to promote the initial growth of soybean plants, increasing the average height and dry mass.

Key words: Vegetal bioregulator, *Glycine max*, root, development

INTRODUÇÃO

Dentre as várias leguminosas tropicais e subtropicais cultivadas no Brasil, a soja destaca-se como uma das principais, econômica e nutricionalmente, em função do alto teor protéico das sementes.

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultura típica do continente asiático, é uma das principais culturas mundialmente produzidas dado seu alto valor econômico e nutricional. Dentre os principais países produtores de soja, destacam-se os Estados Unidos, o Brasil, a Argentina, a China e a Índia, sendo que o Brasil ocupa a segunda posição no ranking de produtores mundiais de soja (EMBRAPA SOJA, 2004).

Dados da FAO revelaram que a produção mundial em 2004 foi em torno de 200 milhões de toneladas e que o Brasil produziu aproximadamente 50 milhões de toneladas, representando 25% da safra mundial.

A demanda anual por esta oleaginosa é crescente, tendo na indústria de moagem seu principal destino final, absorvendo cerca de 95% do volume colhido para transformação em óleo vegetal e em farelo de soja. Acima de 30% do óleo vegetal produzido no mundo é proveniente da cultura da soja. Além disso, a soja tem um papel importantíssimo no arraçamento animal (OS CAMINHOS..., 2009).

Atualmente, a importância da soja também vem sendo enfatizada como alternativa na prevenção de doenças crônicas e na alimentação humana, podendo ser transformada em diversos alimentos protéicos, tais como, farinha, leite, proteína texturizada e creme, bem como para uso industrial na fabricação de derivados não tradicionais, como biodiesel, tintas, vernizes, entre outros. Isso configura um aumento na demanda do produto, além de ser alvo de exportações para outros países (EMBRAPA SOJA, 2004).

Ademais, o Brasil é o país que representa uma das últimas fronteiras agrícolas, contando com apenas 7% da sua área ocupada, ou seja, 47 milhões de

hectares de sua área territorial de 851 milhões de hectares, para a produção de grãos (Os caminhos..., 2009), o que configura elevado potencial para exploração na produção de soja. De acordo com projeções da Embrapa Soja (1998), até o final de 2010, o Brasil poderá se firmar como líder mundial na produção dessa oleaginosa, chegando a produzir cerca de 57 a 75 milhões de toneladas até o final desse período.

Dada a importância da soja como fator sócio-econômico, pesquisas vêm sendo dirigidas para essa cultura, no sentido de se alcançar maiores produtividades associada à redução nos custos de produção. Nesse sentido, aliado ao conhecimento das exigências nutricionais e hídricas e o uso de cultivares com elevadas produtividades, resistentes ao acamamento, resistentes a pragas e doenças e adaptação às mais diversas condições edafoclimáticas, faz-se necessária a busca por tecnologias inovadoras que auxiliem na expressão do rendimento da cultura. Nesse contexto, entra o papel dos biorreguladores vegetais, os quais têm apresentado resultados favoráveis no aumento da produtividade de algumas culturas, tais como citros, feijão, milho, soja e algodão (CASTRO et al., 1998; ALLEONI et al., 2000; MILLÉO et al., 2000b; VIEIRA e CASTRO, 2001; VIEIRA E CASTRO, 2004; BRACCINI et al., 2005; FERRARI et al., 2008).

Muitos países já utilizam na agricultura a prática de reguladores vegetais, objetivando uma tecnologia mais avançada para obtenção de uma produtividade maior e com qualidade. No Brasil não é diferente, pois com a adoção de novas técnicas e manejo da cultura, o cultivo da soja tem se destacado mundialmente.

Biorreguladores ou reguladores vegetais são compostos orgânicos, naturais ou sintéticos que não são produzidos pelas plantas, com ação semelhante à dos hormônios (auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e inibidores) no metabolismo vegetal, modulando e regulando o crescimento de diversos órgãos da planta (SANTOS, 2004).

As auxinas atuam no mecanismo de controle do crescimento de caule, folhas e raízes, estimulando a atividade cambial em plantas lenhosas, no desenvolvimento de flores, e na dominância apical, influenciando a permeabilidade das membranas. As giberelinas coordenam a expressão sexual, pois induzem a floração, afetam o tamanho e a forma dos frutos, estimulam a partenocarpia, e o alongamento do caule e promovem a germinação e a

superação de dormência de sementes e gemas, além de influenciar a transcrição genética. As citocininas estão relacionadas ao processo de tradução genética, controlar a morfogênese e a formação de órgãos em cultura de tecidos, retardam a senescência foliar, mantêm a permeabilidade da membrana dos estômatos e atuam na superação da dominância apical (SAMPAIO, 1988).

Os biorreguladores vegetais ou reguladores vegetais em pequenas quantidades, inibem ou modificam de alguma forma processos morfológicos e fisiológicos do vegetal (CALDAS et al., 1990; CASTRO; VIEIRA, 2001). Essas substâncias podem ser aplicadas diretamente nas plantas (folhas, sementes, frutos), provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita. Quando aplicadas nas sementes ou nas folhas, podem interferir em processos como germinação, enraizamento, floração, frutificação e senescência (CASTRO; MELOTO, 1989).

Pelos inúmeros benefícios obtidos a partir da aplicação de reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas, combinações desses produtos têm sido estudadas. Para Castro e Vieira (2001), o bioestimulante ou estimulante vegetal são misturas de dois ou mais biorreguladores ou de biorreguladores com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas).

Levando-se em consideração que o Stimulate[®] tem em sua constituição o ácido indolbutírico (auxina) 0,005%, cinetina (citocinina) 0,009% e ácido giberélico (giberelina) 0,005%, sendo eles biorreguladores de crescimento vegetal, que atuam como mediadores de processo fisiológicos, acredita-se que este biorregulador pode em função de sua composição, concentração e proporção das substâncias, incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, podendo também aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas (VIEIRA;CASTRO, 2004).

Segundo Casillas et al. (1986), essas substâncias são eficientes quando aplicadas em pequenas doses, favorecendo o bom desempenho de processos vitais da planta, permitindo obter maiores e melhores colheitas, mesmo sob condições ambientais adversas. Têm influência sobre vários órgãos da planta, cujo efeito depende da espécie, do estágio de desenvolvimento, da concentração, da interação entre reguladores e de vários fatores ambientais (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Segundo Milléo (2000), ao verificar a aplicação do Stimulate® via semente e foliar na cultura da soja, observou que o produto foi eficiente agronomicamente e que proporcionou maior produção de vagens e grãos. Tecchio et al. (2005), citado por Almeida (2008), avaliando eficiência do Stimulate® aplicado através de imersão na cultura da videira 'Tieta', observaram que doses crescentes deste produto proporcionou aumento do número de bagos de 56 para 60, atribuindo esse incremento à presença da auxina e citocinina contida na composição do biorregulador.

Santos e Vieira (2005) analisando a aplicação do Stimulate® em sementes de algodão observaram que esse procedimento originou plântulas mais vigorosas, com maior comprimento e massa seca. Observaram também um incremento da área foliar e na altura quando utilizaram as doses entre 9,8 e 14,0 mL de Stimulate 0,5 Kg⁻¹ de sementes. Echer et al. (2006), citado por Almeida (2008), em ensaio com maracujá amarelo, observaram que a aplicação de Stimulate® via sementes proporcionou incremento na área foliar entre as concentrações 4,0 e 12,0 mL Kg⁻¹ de sementes. Observaram também que o menor acúmulo de massa seca da parte aérea e raiz foram encontrados nas plantas que não receberam aplicação do biorregulador.

Esses efeitos podem ser explicados pela interação entre os reguladores auxina, citocinina e giberelina que atuam no metabolismo vegetal, modulando e regulando o crescimento de diversos órgãos da planta (SANTOS, 2004).

Conforme Vieira (2001), a conformação do sistema radicular de uma planta, depende em primeiro lugar de sua constituição genética. Em condições favoráveis, uma planta pode desenvolver seu sistema radicular característico, sem alterações. Entretanto, se o meio ambiente apresenta condições adversas, este sofrerá sensíveis alterações em sua arquitetura.

Vieira (2001), afirma que as raízes das plantas terrestres estão envolvidas na aquisição de água e nutrientes disponíveis no solo, ancoramento da planta, síntese de hormônios e funções de armazenamento, e que os hormônios vegetais e suas funções com relação às raízes, revelam que:

- a) Os hormônios vegetais estão envolvidos na regulação de todas as funções e processos das raízes, incluindo suas respostas para o principal fator perturbador das plantas, que é o ambiente.

b) As raízes são capazes de sintetizar todos os hormônios vegetais sem exceção.

c) O nível de um dado hormônio vegetal nas raízes, em determinado momento é o resultado de quatro processos: síntese, degradação, conjugação e transporte destas substâncias para as raízes, e da própria raiz para outras partes da planta.

d) O envolvimento de apenas um hormônio vegetal na regulação de um ou outro processo específico de desenvolvimento ou, um processo de adaptação ambiental, é questionável.

Como exemplo temos o Stimulate[®], essa substância que possui a capacidade de estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer também o equilíbrio hormonal da planta (SANTOS, 2004).

Por fim, há uma série de métodos de obtenção de parâmetros que permitem caracterizar os aspectos relacionados com o crescimento, desenvolvimento e atividade dos sistemas radiculares de plantas, visando analisar a distribuição das raízes no perfil do solo.

Rizotron (rizo = raiz; tron = janela), é uma das técnicas não destrutivas utilizada para o estudo e observação do crescimento radicular de plantas no solo ou em vaso apropriado (VIEIRA; CASTRO, 2004). Daros et al., 1999 citado por Vieira e Castro (2004), afirmam que o rizotron pode ser útil para o estudo da morfologia das raízes e em programas de estudo da sua fisiologia.

Taylor (1986), descreveu rizotrons como sendo porões subterrâneos, protegidos, possuindo via para pedestres, com janelas limpas e transparentes em um ou ambos os lados. O solo que contém raízes das plantas é localizado atrás de cada janela. Esses rizotrons podem ser simples covas protegidas contendo vidro ou plástico limpo ou transparente como parede, ou podem ser largas instalações com muitos metros quadrados de superfície para visualização. Seus projetos específicos, dependem das questões e tipo de pesquisas a serem conduzidas.

O mesmo autor, ainda afirma que, os rizotrons possuem várias vantagens sobre os outros métodos em estudos de raízes de plantas. As mensurações sucessivas podem ser efetuadas nas raízes a cada instante e a estimativa do crescimento radicular pode ser realizada rapidamente. Pode-se

ainda instalar, facilmente, instrumentos e sensores nos rizotrons, para avaliar as condições do solo, podendo até, em algumas instalações conhecer o volume de solo hidraulicamente isolado. Como desvantagem, cita o custo de instalação e a manutenção do sistema, porém os rizotrons podem ser utilizados para muitos experimentos e por grande número de pesquisadores e cientistas, que se encontrem localizados próximos das instalações.

Zanette e Comem (1992), definem rizotron como o método de estudo do desenvolvimento de raízes através de janelas de vidro colocadas junto ao perfil do solo, sendo que o solo que contém as raízes fica atrás de cada janela. Apresentam como vantagens deste método sobre os outros métodos de estudo radicular de plantas, a possibilidade de sucessivas determinações na mesma planta, no tempo, e que as estimativas do crescimento das raízes podem ser efetuadas rapidamente, acompanhando-se assim a dinâmica do crescimento.

Conforme Vieira (2001), algumas questões podem ser estudadas em experimentos utilizando-se rizotrons. Esta técnica não destrutiva de mensurações sucessivas do crescimento do sistema radicular, reduz a variância introduzida pela variabilidade de planta para planta, o que geralmente aumenta sensivelmente as diferenças entre tratamentos. São várias as questões relevantes a respeito do crescimento, desenvolvimento e atividade do sistema radicular, que podem ser respondidas por meio de observações naturais realizadas, com auxílio de instrumentos, em rizotrons.

Portanto, este trabalho teve como objetivos:

1 – Avaliar os efeitos do biorregulador vegetal na germinação de sementes e vigor de plântulas de soja;

2 – Registrar as ações do Stimulate[®] no crescimento inicial das plantas de soja em condições de rizotron;

REFERÊNCIAS

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Publ. UEPG**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000.

ALMEIDA, A. Q. de. **Ação de estimulante vegetal e giberelina no crescimento, desenvolvimento e produção de *Nicotiana tabacum* L.** 2008 85f.. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

BRACCINI, A.L. et al. Emergência das plântulas e componentes da produção de sementes em resposta a diferentes doses e formas de aplicação do bioestimulante Stimulate 10X na cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 565-566.

CALDAS, L. S.; HARIDASAN, P.; FERREIRA, M. E. Meios nutritivos. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.. **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas.** Brasília: ABCTP; EMBRAPA/ CNPH, 1990. p.37-70.

CASILLAS V.J.C. et al. Analisis cuantitativo de la aplicacion de cuatro bioestimulantes en el cultivo Del rabano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronomica**, Palmira, v.36, n.2, p.185-195, 1986.

CASTRO, P. R. C.; MELOTO, E. Bioestimulante e hormônios aplicados via foliar, In: BOARETO, A.E.; ROSOLEM, C. A. (Eds.). **Adubação foliar.** Campinas: Fundação Cargill, 1989. v.1, p. 191-235.

CASTRO, P.R.C., PACHECO, A.C., MEDINA, C.L. Efeitos de Stimulate e de micro-citros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis* L. osbeck). **Sciencia Agricola**, Piracicaba, vol.55, n. 2, p. 338-341, 1998.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical.** Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.

EMBRAPA/SOJA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1998/99.** Londrina, 1998. (Documentos, 119).

EMBRAPA/SOJA. **Tecnologias de produção de soja.** Londrina, 2004. (Sistemas de produção, n. 5).

FERRARI, S. et al. Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Acta Sciencia Agronomica**., Maringá, v. 30, n. 3, p. 365-371, 2008.

MILLÉO, M.V.R. **Avaliação da eficiência agrônômica do produto Stimulate aplicado no tratamento de sementes e no sulco de plantio sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.).** Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2000. 18p. (Relatório técnico)

MILLÉO, M.V.R. ZAGONEL, P.; MONFERDINI, M.A. Avaliação da eficiência agrônômica do produto Stimulate aplicado no tratamento de sementes e no sulco

de plantio sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 67, p. 1-145, 2000b. Suplemento.

OS CAMINHOS da soja. **Rev. Rural**, São Paulo, n. 85, 2005. Disponível em: <<http://www.revistarural.com.br/edicoes/2005>>. Acesso em: 10 jan. 2009.

SAMPAIO, E. S. de. **Fisiologia vegetal: teoria e experimentos**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 1988.

SANTOS, C. M. G. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento do algodoeiro**. 2004. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.

SANTOS, C. M.; VIEIRA, E. L. Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 17, n. 3, p. 124-130, 2005.

TAYLOR, H.M. Methods of studying root systems in the field. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.4, p. 952-956, 1986.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, n. 2, p. 222-228, 2001.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. **Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill)**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2004. 47p.

VIEIRA, E.L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* L.), feijoeiro (*Phjaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001 122f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ZANETTE, F.; COMEM, J.J. Estudo do sistema radicular das plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, Piracicaba, 1992. **Anais...** Piracicaba: Fundação Cargill, 1992. p. 395-403.

CAPÍTULO 1

STIMULATE® NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE SOJA¹

STIMULATE[®] NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE SOJA

Cícera Régis Siqueira dos Santos

Elvis Lima Vieira

RESUMO: Objetivou-se avaliar a ação do biorregulador vegetal Stimulate[®] na germinação de sementes e vigor de plântulas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivar BRS – Barreiras. O ensaio foi instalado no Laboratório de Fisiologia Vegetal do CCAAB - UFRB, município de Cruz das Almas - BA. Utilizou-se o Stimulate[®] (citocinina (0,009% de cinetina), giberelina (0,005% de ácido giberélico) , auxina (0,005% de ácido indolbutírico) e 99,981% de ingredientes inertes) aplicado diretamente nas sementes nas doses de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 mL Stimulate[®] kg⁻¹ de sementes e como controle (0,0) 6,0 mL H₂O kg⁻¹ sementes. Avaliou-se a percentagem de germinação, percentagem de plântulas normais, percentagem de anormais, percentagem de sementes duras, comprimento da raiz (cm) e parte aérea das plântulas (cm) aos três dias após a semeadura (DAS), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e massa seca de plântulas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial. O Stimulate[®] aplicado diretamente nas sementes de soja, aumenta a percentagem de germinação de sementes, diminui a incidência de plântulas anormais e reduz o percentual de sementes duras. O biorregulador vegetal proporciona incremento significativo sobre a massa seca de raiz das plântulas de soja.

Palavras-chave: Biorregulador vegetal, crescimento, *Glycine max*, desenvolvimento.

STIMULATE[®] IN THE OF SOYBEAN GERMINATION OF SEEDS AND SEEDLING VIGOR

Cícera Régis Siqueira dos Santos

Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

ABSTRACT: The aim was to evaluate the influence of the vegetal bioregulator Stimulate[®] over the soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) BRS – Barreiras cultivar, seeds germination and seedling vigor. The experiment was installed in the Vegetal Physiology Laboratory of CCAAB - UFRB, city of Cruz das Almas-Ba. It was used the Stimulate[®] (cytokinins (0.009% of kinetin), gyberelin (0.005% of gyberelic acid), auxin (0,005% of indolebutyric acid) and 99,981% of inert ingredients) applied directly in the seeds in doses of 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 mL Stimulate[®] kg⁻¹ of seeds and as control (0,0) 6,0 mL H₂O kg⁻¹ seeds. It was evaluated the germination percentage, normal plants percentage, abnormal plants percentage, stiff seeds percentage, root length (cm) and seedlings aerial part (cm) three days after the sowing (DAS), Emergence Speed Rate (IVE) and seedling dry mass. The experimental design was entirely random with seven treatments and four repetitions. The data was submitted to polynomial regression variance analysis. The Stimulate[®] applied directly in the soybean seeds increases percentage of seed germination, decreases the occurrence of abnormal seedlings and decreases the percentage of stiff seeds. The vegetal bioregulator provides a significant increase of the soybean seedling root dry mass.

Key words: Vegetal bio regulator, growth , *Glycine max*, development.

INTRODUÇÃO

A germinação é uma seqüência de eventos fisiológicos influenciada por fatores externos (ambientais) e internos (dormência, inibidores e promotores da germinação) às sementes. Cada fator pode atuar por si ou em interação com os demais. Conforme Farias et al. (2003), a semente é um insumo de grande relevância no processo produtivo e sua qualidade é indispensável à implantação de lavouras conduzidas tecnicamente.

A qualidade fisiológica das sementes tem sido caracterizada pela germinação e pelo vigor. Onde o vigor das sementes é a soma de atributos que confere à semente o potencial para germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais sob ampla diversidade de condições ambientais (HÖFS et al., 2004).

Para que uma semente germine, é necessário que o meio forneça água suficiente, permitindo a ativação das reações químicas relacionadas ao metabolismo e, com isto, a retomada do processo de desenvolvimento do embrião.

Dentre os fatores que regulam o processo germinativo, a presença de hormônios e o equilíbrio entre estes promotores e inibidores de crescimento possuem papel de grande importância (MORAES et al., 2002).

Tanto os hormônios naturais, como as substâncias sintéticas que exercem efeitos semelhantes aos hormônios, são denominadas conjuntamente de reguladores de crescimento vegetal (RODRIGUES; LEITE, 2004).

O uso de reguladores de crescimento na fase de germinação melhora o desempenho das plântulas, acelerando a velocidade de emergência e realçando o potencial das sementes de várias espécies. O uso de compostos químicos biologicamente ativos, como reguladores e estimulantes de crescimento, pode cessar ou diminuir o impacto de fatores adversos na qualidade e desempenho das sementes (ARAGÃO et al., 2003).

Pelos inúmeros benefícios obtidos a partir da aplicação de reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas, combinações desses produtos têm sido estudadas. Para Castro e Vieira (2001), o bioestimulante ou estimulante vegetal

são misturas de dois ou mais biorreguladores ou de biorreguladores com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas). Levando-se em consideração que o Stimulate[®] tem em sua constituição o ácido indolbutírico (auxina) 0,005%, cinetina (citocinina) 0,009% e ácido giberélico (giberelina) 0,005%, sendo eles biorreguladores de crescimento vegetal, que atuam como mediadores de processos fisiológicos, acredita-se que este biorregulador pode em função de sua composição, concentração e proporção das substâncias, incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, podendo também aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas (VIEIRA; CASTRO, 2004).

Segundo Vieira e Castro (2004) o Stimulate[®], é uma substância que possui a capacidade de estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer também o equilíbrio hormonal da planta.

Vieira et al. (1999), com a finalidade de avaliarem os efeitos do Stimulate[®] no processo germinativo e no vigor inicial de plântulas de soja cv. IAC-82, utilizando cinco doses do produto aplicadas diretamente nas sementes, obtiveram um melhor desempenho das sementes e das plântulas de soja. O biorregulador promoveu reduções significativas na quantidade de plântulas anormais, aspecto favorável no que se refere ao aumento do número de sementes germinadas e de plântulas normais.

Milléo (2000), avaliou a eficiência agronômica do Stimulate[®] aplicado diretamente nas sementes na cultura da soja cultivar FTAbbyara, onde os resultados demonstraram a eficiência do biorregulador vegetal na dose 5,0 mL 0,5 kg⁻¹ de sementes, quando aplicado no tratamento de sementes.

Objetivou-se avaliar os efeitos do Stimulate[®] na germinação de sementes e no vigor de plântulas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cv. BRS – Barreiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, no município de Cruz das Almas, Bahia. As

avaliações foram feitas com a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv. BRS - Barreiras. Foi utilizado o biorregulador vegetal Stimulate[®] composto de três reguladores vegetais: 0,009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina), 0,005% de ácido indolbutírico (auxina) e 99,981% de ingredientes inertes (STOLLER DO BRASIL, 1998) aplicado nas sementes, nas doses de 0,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 e 12,0 mL kg⁻¹ de sementes e como controle utilizou-se água destilada 6,0 mL kg⁻¹ de sementes.

O Stimulate[®] foi aplicado diretamente sobre as sementes com o auxílio de uma pipeta graduada, que estavam acondicionadas em sacos plásticos transparentes, com capacidade de 1,0 kg. Após a aplicação dos tratamentos sobre as sementes, os sacos contendo as sementes mais produto ou água destilada (controle), foram inflados com ar e agitados por 2 minutos, objetivando homogeneizar a distribuição dos tratamentos sobre as sementes. A seguir, as sementes tratadas foram postas pra secar a sombra por 1 hora. Após este período os ensaios foram instalados.

1. Teste Padrão de Germinação de sementes - O Teste Padrão de Germinação foi feito com quatro sub-amostras de 50 sementes por repetição, para cada tratamento. Como substrato para a semeadura utilizou-se papel para germinação de sementes umedecido na proporção de duas vezes e meia o volume de água em relação à massa do papel (MARCOS FILHO, 1987). Os rolos foram constituídos de três folhas de papel, tendo duas como base para a distribuição das sementes e uma folha como cobertura, em seguida foram colocados no germinador, Os rolos ficaram posicionados no sentido vertical no germinador à temperatura de 25°C ± 3°. As avaliações de sementes e plântulas foram realizadas segundo os critérios das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram calculados em percentagem de germinação, percentagem de plântulas normais, percentagem de plântulas anormais e percentagem de sementes duras aos quatro dias após a semeadura (DAS).

2. Avaliação do vigor de plântulas - O substrato utilizado para a semeadura foi igual ao usado para o teste padrão de germinação. Foram quatro sub-amostras de dez sementes por repetição, para cada dose. Os rolos ficaram inclinados no germinador à temperatura de 25°C ± 3°. Determinou-se o

comprimento da raiz primária (cm), comprimento do hipocótilo (cm) e comprimento total (raiz + hipocótilo) das plântulas normais (cm).

A massa seca foi obtida a partir das plântulas normais resultantes do teste de vigor. Foram retirados os cotilédones, deixando apenas a radícula e hipocótilo em seguida, foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e conduzidos para a estufa com uma temperatura de 65°C por 48 horas. Foi realizada a pesagem em uma balança de precisão de 0,0001 g , determinando-se a massa seca total para cada repetição.

3. Índice de Velocidade de Emergência (IVE) - Nesta etapa foram utilizadas bandejas plásticas (442 x 280 x 75 mm) contendo areia lavada, peneirada e umedecida com água destilada próximo à capacidade de campo. Cada bandeja recebeu um total de 100 sementes divididas em quatro sub-amostras de 25 sementes para cada repetição por tratamento. Após efetuar a semeadura, as sementes foram cobertas com uma camada de areia e o substrato foi umedecido até atingir 60% de sua saturação hídrica. As bandejas permaneceram no Laboratório de Fisiologia Vegetal e as contagens do número de plântulas emersas, aconteceram a partir de dois dias após a semeadura (DAS).

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi calculado usando a fórmula proposta por MAGUIRE (1962): $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots E_n /N$. Onde E_1 , E_2 , E_n = número de plântulas normais na primeira, segunda e até a última contagem e N_1 , N_2 , N_n = número de dias desde a primeira, segunda e até a última contagem realizada, onde ocorreu a estabilização de emergência.

4. Análise estatística - O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com sete tratamentos de acordo com as doses do biorregulador vegetal Stimulate® 2,0; 4,0; 6,0; 8,0;10,0; e 12,0 mL de Stimulate® kg⁻¹ de sementes e como controle (0,0) 6,0 mL H₂O kg⁻¹ sementes e quatro repetições, constituindo 28 parcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância em função do nível de significância no Teste F, usando o programa estatístico Sisvar (Ferreira,2000) e a análise de regressão polinomial. Para as variáveis computadas em percentagem foi realizada a transformação de dados em arco seno da raiz (x/100) BANZATTO e KONKRA (1995), com a finalidade de atender as pressuposições da análise de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados analisados, demonstraram que a percentagem de germinação (Tabela 1) apresentou diferenças significativas quanto às características avaliadas nas sementes e plântulas de soja submetidas aos tratamentos com o biorregulador.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para o percentual de germinação (%G), percentual de plântulas anormais (%PA), percentual de sementes duras (%SD), comprimento do hipocótilo (CHIP), comprimento da raiz (CR), comprimento total (CT), massa seca de raiz (MSR) e índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas de soja, em resposta ao tratamento com sete doses do biorregulador vegetal Stimulate®.

FV	GL	Quadrados Médios							
		G(%)	PA(%)	SD(%)	CHIP(cm)	CR(cm)	CT(cm)	MSR(g)	IVE
Tratamentos	6	0,0932**	0,030**	0,013*	0,216*	1,728*	2,272*	0,001*	2,424 ^{ns}
Erro	21	0,085	0,006	0,003	0,075	0,502	0,771	0,000	1,621
CV (%)		5,56	28,54	118,52	9,01	14,39	10,99	42,49	16,05
Média Geral		1,262	0,290	0,049	3,048	4,927	7,994	0,058	7,933

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade, ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, ns – não significativo

O percentual de germinação e o percentual de plântulas anormais, conforme a tabela 1, apresentaram respostas altamente significativas, caracterizando a eficiência do biorregulador vegetal aplicado diretamente nas sementes.

Para as variáveis comprimento do hipocótilo, da raiz e comprimento total (hipocótilo + raiz) apesar do resultado significativo da análise de variância, não foi possível o ajuste de uma equação de regressão com valores de coeficiente de determinação (R^2) significativos (Tabela 1).

Estes resultados contrastam com Santos e Vieira (2005) que analisando a aplicação do Stimulate® via semente de algodoeiro, conseguiram nas doses 14,0 mL, 17,5 mL e 21,0 mL de Stimulate® 0,5kg⁻¹ de sementes, plântulas mais vigorosas com maior comprimento, massa seca e percentagem de emergência em areia e terra vegetal.

Resultados semelhantes aos registrados são os obtidos por Ferreira (2007), que aplicando o Stimulate[®] diretamente nas sementes de *Passiflora edulis* Sims. f. flavicarpa Deg, conseguiu aumentos significativos na percentagem de emergência e no desenvolvimento de plântulas, atingindo os maiores valores com as concentrações de 12,0 e 16,0 mL de Stimulate[®] Kg⁻¹ de sementes.

Na Figura 1 observa-se que em relação ao processo germinativo, o ponto de máximo estimado encontra-se na dose 4,6 mL de Stimulate[®], com 94,7% de germinação, caracterizando um incremento de aproximadamente 5,9% superior ao controle (0,0). Verifica-se, que a partir da dose 10,0 mL de Stimulate[®] não houve efeito positivo na germinação, caracterizando um decréscimo de 15,1% no percentual de germinação até a dose 12,0 mL em relação ao ponto de máximo. As doses compreendidas entre 2,0 e 8,0 mL do produto apresentam o valores significativamente superiores em relação às doses mais elevadas 10,0 e 12,0 mL e ao controle.

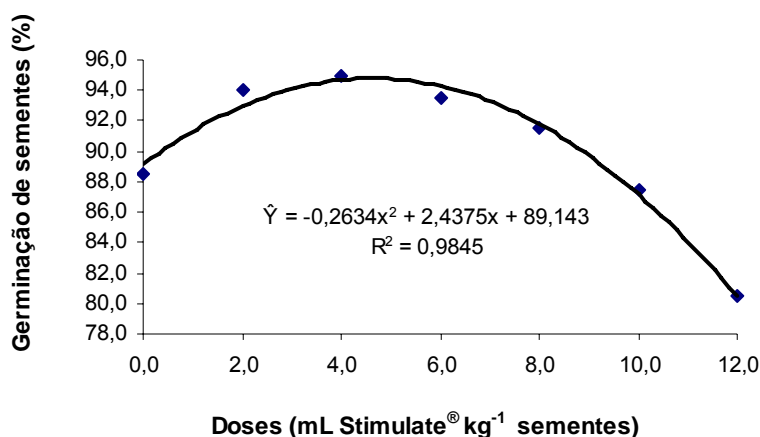


Figura 1. – Percentagem de germinação de sementes de soja submetidas a diferentes dosagens de Stimulate[®].

Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Cato (2006) que avaliou os efeitos do biorregulador Stimulate[®] sobre a germinação de sementes, vigor de plântulas, desenvolvimento radicular e produção de plantas do amendoineiro cultivar IAC Tatu ST, aplicado nas concentrações de 0,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 mL kg⁻¹ de sementes. O produto, nas concentrações de 3,5 a 5,0 mL kg⁻¹ de

sementes, proporcionou aumento significativo na porcentagem de plântulas normais, ou seja, favoreceu na porcentagem de germinação.

Contrastando os resultados acima, Santos (2004) afirma que as variáveis porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas normais, número de folhas e massa seca de planta, não foram significativamente influenciadas pelo biorregulador Stimulate[®] na cultura do algodoeiro, quando utilizou as doses 3,5; 7,0; 10,5; 14,0; 17,5 e 21,0 mL 0,5 kg⁻¹ de sementes, mantendo-se como controle 10,5 mL de água destilada 0,5 kg⁻¹ de sementes, aplicado diretamente sobre as sementes.

Vieira et al. (1999), objetivando estudar os efeitos do Stimulate[®] na germinação e vigor inicial de plântulas de soja (IAC-82), utilizaram cinco doses do produto via sementes, verificaram que os resultados foram significativos, registrando a eficiência do biorregulador nas doses 2,0 e 3,0 mL 0,5 kg de sementes, o qual favoreceu um melhor desempenho das sementes e das plântulas de soja.

Segundo Arteca (1996) as substâncias reguladoras podem trabalhar sozinhas ou em combinação com outras, como se verifica no caso do Stimulate[®], durante o processo de germinação de sementes, e também nos eventos pós germinativos, como a mobilização de reservas, crescimento e desenvolvimento do embrião.

O produto (Stimulate[®]) apresenta propriedades e características que favorecem um adequado equilíbrio hormonal, que incrementa o crescimento e desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular, diferenciação e alongamento celular (VIEIRA e CASTRO, 2004).

Para porcentagem de plântulas anormais de soja (Figura 2) obteve-se uma equação: $\hat{Y} = 0,247x^2 - 2,0893x + 8,8333$, com um coeficiente de determinação de 99,3%. Nas doses menores a incidência de anormalidade foi muito pequena, abaixo de 10%, porém aumentando a dosagem a tendência de plântulas anormais foi crescente. O ponto de mínimo estimado foi de 4,2 mL, com 4,4% de plântulas anormais e um decréscimo de 49,8% em relação ao controle. Na dose maior (12,0 mL) registrou-se um valor de 19,3% de anormalidade correspondendo a um acréscimo de 77,0% em relação ao ponto de mínimo.

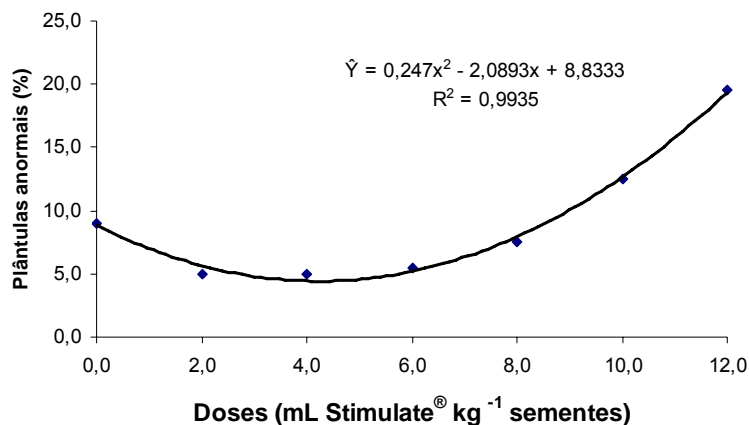


Figura 2. – Percentagem de plântulas anormais de soja submetida a diferentes dosagens de Stimulate®.

Conforme Vieira et al. (1999), o biorregulador vegetal Stimulate® nas doses 2,0 e 3,0 mL de Stimulate® 0,5 kg de sementes causou reduções significativas na quantidade de plântulas anormais de soja, aspecto este favorável no que se refere ao aumento do número de sementes germinadas e de plântulas normais dessa cultura.

Em relação às sementes duras (Figura 3), verifica-se que houve uma redução no percentual à proporção que aumentava-se as doses de Stimulate®. Os resultados da função $\hat{Y} = 0,0164x^2 - 0,3482x + 2,0238$, apresentaram um coeficiente de determinação 59,66%, relativamente baixo, onde no ponto de mínimo registra-se a dose estimada de 11,7 mL, com 0,19% de sementes duras, caracterizando um decréscimo de aproximadamente 90,3% até o ponto de mínimo, comportamento este que, demonstra o efeito positivo do biorregulador vegetal Stimulate® na germinação.

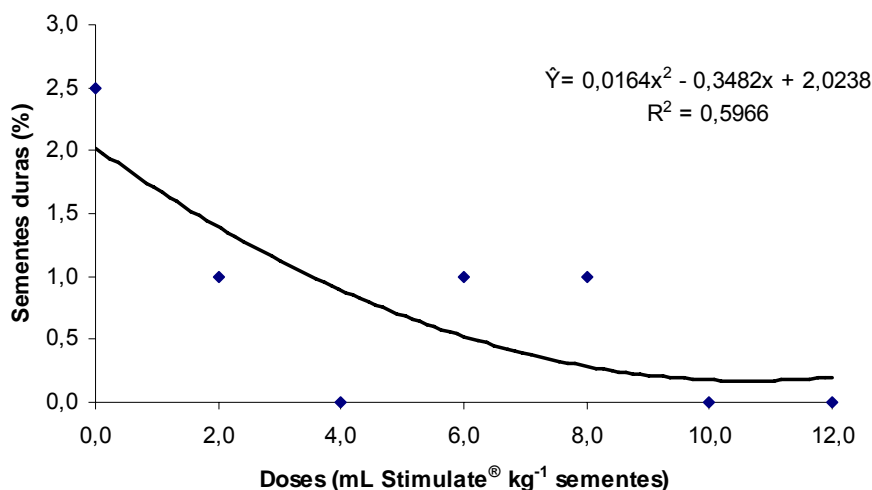


Figura 3. – Percentagem de sementes duras de soja submetidas a diferentes dosagens de Stimulate®.

Vieira e Castro (2004) avaliando a ação do Stimulate® concluíram que o produto influencia positivamente nas reações metabólicas, agindo de forma eficiente e eficaz sobre diversos processos fisiológicos fundamentais das plantas superiores, como a germinação de sementes e vigor inicial de plântulas, principalmente entre as doses de 10,5 e 21,0 mL de Stimulate® 0,5 kg⁻¹ de sementes de soja.

Os resultados encontrados para a massa seca de raiz de plântulas de soja (Figura 4), demonstraram o efeito positivo das doses sobre o acúmulo de massa seca na raiz.

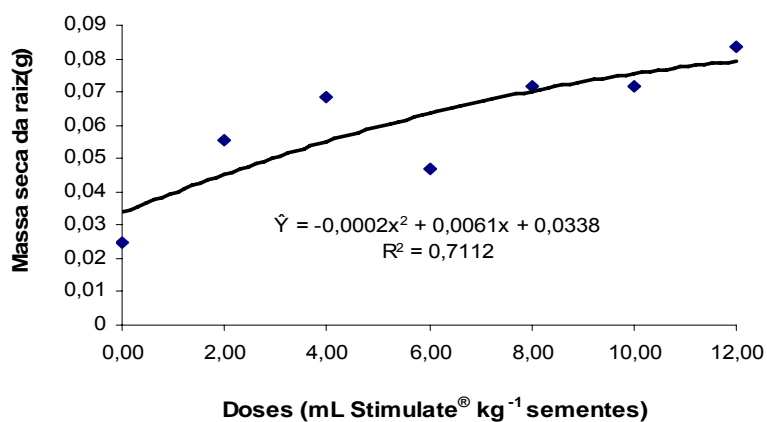


Figura 4. – Massa seca de raiz de plântulas de soja submetidas a diferentes dosagens de Stimulate®.

A massa seca de raiz (Figura 4) no modelo quadrático: $\hat{Y} = 0,0002x^2 - 0,0061x + 0,0338$, apresenta um coeficiente de determinação de 71,12%, através do qual nas doses de 0,0 até 12,0 mL Stimulate® kg⁻¹ de sementes verifica-se que houve um ganho médio de massa seca das raízes de 0,03 e 0,07 g respectivamente caracterizando um incremento de 131,3%.

Segundo Vieira (2001), na cultura do feijoeiro, a utilização de seis doses de Stimulate® (0,0; 2,0;3,0;4,0 e 5,0 mL) promoveu um aumento de 0,048 g de massa seca de raiz para cada 1,0 mL do biorregulador acrescentado nos tratamentos. Na dose de 5,0 mL obteve 0,8629 g de massa seca de raiz, observando ainda que não conseguiu definir as doses máximas de Stimulate®, devido o modelo ter sido linear e ascendente para essa variável, afirmando então que doses superiores a 5,0 mL, poderiam ser verificadas em outras pesquisas.

Gomes e Martin-Didonet (2003), estudando o efeito do Stimulate® e da inoculação com *Azospirillum brasiliense* sp 245, sobre o comprimento da parte aérea e da raiz principal, o número de raízes, o volume radicular e a massa de matéria fresca e seca de raiz e parte aérea das plântulas de feijoeiro 'Valente' e 'Talismã', afirmaram que o produto comercial Stimulate® apresenta efeitos positivos na variedade Valente, enquanto que na variedade Talismã o efeito positivo da inoculação predominou sobre o efeito do produto.

Echer et. al. (2006), em seu trabalho com maracujá amarelo, observaram que a dose de 4,0 mL de Stimulate® demonstrou maior eficiência já que incrementou positivamente a massa seca de raiz.

CONCLUSÕES

1 – O Stimulate® aplicado diretamente nas sementes de soja, aumenta a percentagem de germinação de sementes, diminui a incidência de plântulas anormais e reduz o percentual de sementes duras.

2 – A aplicação do Stimulate® proporciona incrementos significativos na massa seca de raiz das plântulas de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E. Atividade aminolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n.1, p. 43-48, 2003.

ARTECA, R.N. **Plant growth substances: principles and applications**, New York: Chapman&Hall, 1995. 332p.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N.; **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisa em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia. 1995. 245 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CATO, E. C. **Ação de bioestimulante na cultura do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. 74f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.

ECHER. M. de M. et al. Uso de bioestimulante na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27: 351-360. 2006.

FARIAS A. Y. K.; ALBUQUERQUE, M. C de F.; CASSETARI, NETO, D. ; Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas a tratamentos químicos e biológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n.1, p. 121-127, 2003.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria, 45, 2000, São Carlos, **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-58.

FERREIRA, G.; COSTA, P.N.; FERRARI, T.B.; RODRIGUES, J.D.; BRAGA, J.F.; JESUS, F.A. Emergência e desenvolvimento de plântulas de maracujazeiro azedo oriundas de sementes tratadas com bioestimulante. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, 2007.

GOMES, G.F; MARTIN – DIDONET, C. C.G. Bioensaio com plântulas de feijoeiro

tratadas com Stimulate[®] e inoculadas com azospirillum brasiliense Sp 245. **Brasilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v.15, p. 246, 2003. Suplemento.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26. n.1, p. 92-97, 2004.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W.R. da. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MILLÉO, M. V. R. **Avaliação da eficiência agrônômica do produto Stimulate[®] aplicado no tratamento e em pulverização foliar sobre a cultura da soja (Glycine Max. L.)**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. 18 p. (Relatório técnico).

MORAES, C. R. A; MODOLO, V. A; CASTRO, P. R. C. Fisiologia da germinação e dominância apical. In: _____. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: EDUEM, 2002.

RODRIGUES, T. de J. D.; LEITE, I.C.; **Fisiologia vegetal: hormônios das plantas**. Jaboticabal: Funep, 2004. 78p.

SANTOS, C. M. G. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento do algodoeiro**. UFRB, 2004 61f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Agronomia. Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.

SANTOS, C. M.; VIEIRA, E. L. Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 17, p. 124 -130, 2005.

STOLLER DO BRASIL. **Stimulate[®] Mo em hortaliças**: informativo técnico. Cosmópolis, 1998.

VIEIRA, E.L; CASTRO, P.R.C; MONTEIRO, C.A. Efeito de Stimulate[®] na germinação e vigor de sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1., 1999. Londrina. **Resumos**. Londrina, 1999. p.361.

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 (Oryza sativa L.)**. Piracicaba, 2001. 122f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de bioestimulante na cultura da soja** (*Glycine max* (L.) Merrill), Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2004. 47 p.

CAPÍTULO 2

**CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE SOJA SOB TRATAMENTO COM
STIMULATE® EM CONDIÇÕES DE RIZOTRON**

CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE SOJA SOB TRATAMENTO COM STIMULATE[®] EM CONDIÇÕES DE RIZOTRON

Cícera Régis Siqueira dos Santos

Elvis Lima Vieira

RESUMO: O trabalho objetivou estudar o crescimento inicial de plantas de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) em condições de rizotron sob tratamento com Stimulate[®]. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Utilizaram sementes de soja cv. BRS - Barreiras e o biorregulador vegetal Stimulate[®] (0,009% de cinetina, 0,005% de ácido indolbutírico e 0,005% de ácido giberélico) nas doses de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 mL Stimulate[®] kg⁻¹ sementes e como controle (0,0) 6,0 mL H₂O kg⁻¹ sementes e via pulverização foliar (mL Stimulate[®] L⁻¹ de solução aquosa) seis dias após a semeadura. Para melhor visualizar o crescimento e desenvolvimento das raízes das plantas de soja, a semeadura foi realizada em rizotrons. Avaliou-se o comprimento total da raiz pivotante, comprimento total das raízes pivotante e secundárias, altura das plantas, massa seca de haste, raiz, folhas e total, utilizou-se sete tratamentos com quatro repetições, contendo uma planta cada rizotron. Simultaneamente, em sacos de polietileno preto de 2 kg, foram semeadas sementes tratadas e não tratadas com Stimulate[®]. As plantas originadas foram pulverizadas (2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 e 12,0 mL de Stimulate[®] mL⁻¹ de solução e como controle (0,0) 6,0 mL H₂O destilada) aos dez dias após a semeadura (DAS), observando-se a altura de plantas, número de folhas, massa seca de haste, caule, folhas e total e área foliar. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado e os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial. O Stimulate[®] confere às plantas de soja maiores alturas e maior acúmulo de massa seca, quando ministrado via sementes e pulverização foliar.

Palavras-chave – Biorregulador vegetal, *Glycine Max*, raiz, desenvolvimento

INITIAL GOWTH OF SOYBEAN PLANTS UNDER TREATMENT WITH STIMULATE[®] UNDER RIZOTRON CONDITIONS

Cícera Régis Siqueira dos Santos

Elvis Lima Vieira

ABSTRACT: The work aimed to study the initial growth of soybean plants (*Glycine Max* (L.) Merrill) in rhizotron conditions under treatment with Stimulate[®]. The experiment was carried out in greenhouse in the UFRB Center of Biological, Environmental and Agricultural Sciences. The seeds used were soybean cv. BRS – Barreiras and the vegetal bio regulator Stimulate[®] (0.009% of kinetin, 0.005% of gyberelic acid, 0,005% of indolebutyric acid) doses of 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 mL Stimulate[®] kg⁻¹ of seeds and as control (0,0) 6,0 mL H₂O kg⁻¹ seeds and by leaf spraying (mL Stimulate[®] L⁻¹ of aqueous solution) six days after the sowing. To a better visualization of the soy bean seedling root growth and development, the sowing was made in rhizotron. The evaluated characteristics: full length of the primary and secondary roots, plant height, stem roots, leave and full dry mass, seven treatments were used wit four repetitions, each rhizotron containing one plant. Simultaneously, in black 2-kilo polyethylene bags were sowed seeds not treated with Stimulate[®]. The originated plants were sprayed (2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 and 12,0 mL of Stimulate[®] mL⁻¹ of solution and as control (0,0) 6,0 mL distilled H₂O) ten days after the sowing (DAS), observing the plant height, number of leaves, stem, leaves and full dry mass, and leaf area. The design used was entirely random and the data were submitted to polynomial regression variance analysis. The Stimulate[®] provide the soy bean plants higher heights and bigger accumulation of dry mass when applied through the seeds and leaf spraying.

Key words: Vegetal bio regulator, *Glycine max*, root, development.

INTRODUÇÃO

O uso de reguladores vegetais na cultura da soja ainda não é uma prática rotineira, apesar desta já ter atingido um alto nível tecnológico. Mas, segundo Santos (2004) sabe-se que a utilização dessas substâncias interfere no crescimento das plantas, possibilitando uma relação mais equilibrada entre a parte reprodutiva e vegetativa.

Os reguladores vegetais são compostos orgânicos não nutrientes que afetam os processos fisiológicos do crescimento e desenvolvimento quando aplicados em baixas concentrações (CASTRO; MELOTO, 1989). De acordo com Castro e Vieira (2001), estimulante vegetal ou bioestimulante é a mistura de reguladores vegetais, ou de um ou mais reguladores com outros compostos de natureza bioquímica diferente (aminoácidos, nutriente ou vitaminas).

O produto Stimulate[®] é um biorregulador vegetal que possui a capacidade, em função de sua composição, propriedades e características químicas, de favorecer um adequado equilíbrio hormonal, incrementar o crescimento, desenvolvimento e produção, estimular divisão, diferenciação e alongamento celular, melhorar crescimento e desenvolvimento radicular e, com isso, a capacidade de absorção e utilização da água e dos nutrientes minerais pelas plantas superiores. Age de forma eficiente e eficaz na germinação de sementes, vigor inicial, crescimento e desenvolvimento radicular e foliar, e produção de compostos orgânicos, processos esses que contribuirão significativamente para os altos índices de produção com excelente qualidade dos produtos finais (VIEIRA; CASTRO, 2004).

Vieira (2001) observou que o Stimulate[®] promoveu acréscimos na massa seca, crescimento radicular e produção de grãos na cultura da soja. O mesmo autor, na cultura do feijoeiro, encontrou incrementos significativos sobre a germinação de sementes e massa seca de raízes, quando utilizou as doses 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 mL de Stimulate[®] 0,5 Kg⁻¹ de sementes.

Santos (2004) utilizando Stimulate[®] encontrou resultados positivos em algodão. Na dose de 9,8 mL de Stimulate[®] 0,5 Kg⁻¹ de sementes observou uma

máxima área foliar e na dose de 21,0 mL Stimulate® 0,5 Kg⁻¹ de sementes encontrou valores máximos de massa seca em relação ao controle.

Milléo (2000), avaliando a eficiência do Stimulate®, aplicado via foliar na cultura da soja, observou que o produto em todas as concentrações (250,0 mL e 500 mL) foi eficiente agronomicamente e que promoveu maior produção de vagens e de grãos.

Contudo, nesse tipo de estudo, há uma dificuldade freqüente em relação ao desenvolvimento de um método eficaz não destrutivo para se estimar o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular.

Entretanto, já existem diferentes métodos para obtenção de parâmetros que permitem caracterizar os aspectos relacionados com o crescimento, desenvolvimento e atividade dos sistemas radiculares de plantas, visando analisar a distribuição das raízes no perfil do solo. Segundo Glinski et al. (1993), planos de visão transparente são métodos não destrutivos de monitoramento e quantificação do crescimento radicular de plantas. A utilização de planos deste tipo, pode ser de três maneiras: rizotrons, minirizotrons e recipientes com uma face claramente fixa.

Rizotrons são laboratórios de observação de raízes subterrâneos, que contém uma superfície transparente colocada contra o solo. Minirizotrons já utilizam estreitos tubos de diâmetro, geralmente menor que 10 cm, inseridos dentro do solo, podendo usualmente possuir uma pequena câmara de vídeo colocada ao longo do tubo, permitindo assim observações do sistema radicular das plantas. Os recipientes com uma face claro-transparente fixa e inclinados 25° com a vertical, oferecem uma alternativa em relação aos sistemas mais caros como rizotrons e minirizotrons (SANTOS, 2004).

Em relação aos estudos de crescimento de raízes em plantas, Voorhees (1976), relatou que estes são freqüentemente realizados em caixas com fronteiras de vidro em uma das faces, inclinadas de 25° com a vertical, na qual várias e contínuas observações de parâmetros de crescimento radicular são realizadas. Essas observações são geralmente assumidas para extrapolar o crescimento radicular das plantas em condições de campo.

Conforme Vieira (2001), algumas questões podem ser estudadas em experimentos utilizando-se rizotrons. Esta técnica não destrutiva de mensurações

sucessivas do crescimento do sistema radicular, reduz a variância introduzida pela variabilidade de planta para planta, o que geralmente aumenta sensivelmente as diferenças entre tratamentos. São várias as questões relevantes a respeito do crescimento, desenvolvimento e atividade do sistema radicular, que podem ser respondidas por meio de observações naturais realizadas, com auxílio de instrumentos, em rizotrons.

Objetivou-se estudar os efeitos do biorregulador vegetal Stimulate[®] no crescimento inicial de plantas de soja cv. BRS – Barreiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, no município de Cruz das Almas - BA. As avaliações foram feitas em plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv. BRS - Barreiras) originadas de sementes tratadas com Stimulate[®] e posteriormente pulverizadas com soluções de Stimulate[®]. O biorregulador vegetal Stimulate[®] que é um produto líquido composto de três reguladores vegetais: 0,009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina), 0,005% de ácido indolbutírico (auxina) e 99,981% de ingredientes inertes (STOLLER DO BRASIL, 1998).

O biorregulador nas doses de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 e 12,0 mL Stimulate[®] kg⁻¹ de sementes e como controle (0,0) 6,0 mL H₂O destilada kg⁻¹ de sementes, foram aplicadas diretamente sobre as sementes com o auxílio de uma pipeta graduada, que estavam acondicionadas em sacos plásticos transparentes, com capacidade de 1,0 kg, contendo 250g de sementes de soja. Após a aplicação do produto e água destilada (controle) sobre as sementes, os sacos contendo as sementes mais produto, foram inflados com ar e agitados por 2 minutos, objetivando homogeneizar a distribuição dos tratamentos sobre as sementes. A seguir, as sementes tratadas com Stimulate[®] foram postas para secar a sombra por 1 hora. Após este período os ensaios foram instalados.

As concentrações utilizadas para as pulverizações foliares foram 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 e 12,0 mL Stimulate[®] L⁻¹ de solução aquosa e como controle (0,0 de

Stimulate[®]) utilizou-se água destilada, iniciadas seis dias após a semeadura (DAS) nos rizotrons durante cinco dias consecutivos, sempre nas primeiras horas da manhã.

1.1. Crescimento inicial de plantas de soja em rizotron

Com a finalidade de observar os efeitos do Stimulate[®] sobre o crescimento inicial radicular da soja, utilizou-se 28 rizotrons de formato retangular com uma altura de 50,0 cm, largura com 39,0 cm e 3,0 cm de espessura, dispostos em bancadas com 25° de inclinação com a horizontal, para melhor visualizar o crescimento e desenvolvimento das raízes das plantas de soja. Os rizotrons foram constituídos de PVC de poliestileno protegido, vidro transparente (4,0 mm), canaletas de alumínio e madeira, com volume de 5.850 cm³ (Figura 1).

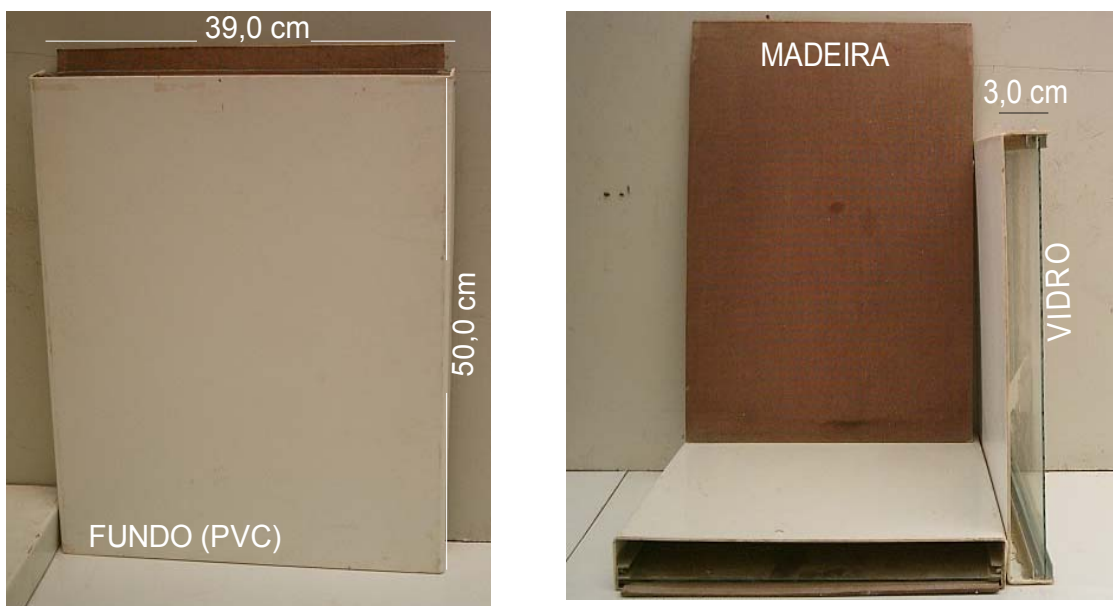


Figura 1: Rizotrons utilizados para o estudo do crescimento radicular de plantas de soja.

Os rizotrons foram preenchidos com o solo Latossolo Amarelo, peneirado e colocados em Casa de Vegetação (Figura 2) sobre mesas de madeira e levemente inclinados, formando um ângulo de 25° com a vertical (VOORHEERS, 1976; GLINSKI et al., 1993). Tal inclinação favoreceu o crescimento e o desenvolvimento das raízes sobre a face interna do vidro do rizotron, facilitando as visualizações, as mensurações e a obtenção dos desenhos dos sistemas

radiculares das plantas. Cada rizotron foi umedecido inicialmente de forma a manter o substrato próximo à capacidade de campo, sem provocar um encharcamento. Os rizotrons foram vedados na parte superior com papel alumínio para evitar a perda de água por evaporação direta.



Figura 2: Rizotrons com inclinação de 25° para facilitar o crescimento do sistema radicular das plantas em casa de vegetação.



Figura 3: Disposição das sementes nos Rizotrons.

Em seguida foi realizada a semeadura (Figura 3), onde cada rizotron recebeu inicialmente quatro sementes tratadas conforme os tratamentos estabelecidos, colocadas com muito cuidado em contato com a face interna do vidro, na região superior central. Dois dias após a semeadura (DAS), efetuou-se um desbaste, deixando-se apenas uma plântula por rizotron, momento em que se deu início às medições de comprimento em centímetros da raiz pivotante (primária, principal). Para isso foram utilizadas folhas plásticas transparentes, identificadas e afixadas na face externa do vidro e canetas de retroprojeter nas cores vermelha e azul, registrando o crescimento radicular vertical (CRV) diário, até que as primeiras raízes atingissem a base do rizotron (Figura 4).



Figura 4: Sistema radicular de planta de soja nos rizotrons.

Aos doze dias após a semeadura (DAS), concluiu-se as medições e desenhos de todo o sistema radicular, desenhando-o sobre as folhas plásticas transparentes. A partir destes desenhos, foi possível determinar o crescimento radicular vertical (CRV), a taxa de crescimento radicular vertical (TCRV) diário da raiz principal (cm dia^{-1}) e o comprimento radicular total (CRT) das raízes das plantas. Em seguida as plantas foram retiradas dos rizotrons com o auxílio de jato de água da torneira para evitar que as raízes sofressem danos, e acondicionadas em sacos de papel identificados e levados para estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas para obtenção da matéria seca, o mesmo procedimento foi feito com a parte aérea, onde a mesma foi medida e em seguida separou-se hastes e folhas colocando-os também em sacos de papel, passando pelo mesmo processo de secagem das raízes.

1.2. Crescimento de plantas de soja

Simultaneamente, em casa de vegetação, utilizando-se substrato de areia lavada com terra vegetal na proporção 1:1, foi instalado um ensaio, utilizando-se 70 sacos de polietileno preto com capacidade de 2 kg com 3 sementes cada, sendo 35 sacos com sementes tratadas com Stimulate[®] e os outros 35 com sementes não tratadas, com 7 tratamentos e 5 repetições. Foram utilizadas as mesmas dosagens (2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 e 12,0 mL Stimulate[®] kg^{-1} de sementes) e como controle (0,0) 6,0 mL H_2O destilada kg^{-1} de sementes. Foram realizadas cinco pulverizações consecutivas, durante cinco dias, dez dias após a semeadura (DAS) nas concentrações 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 e 12,0 mL Stimulate[®] L^{-1} de solução aquosa, e como controle (dose zero de Stimulate[®]) e utilizou-se água destilada.

Para a massa seca da parte aérea, o material foi colhido e colocado em sacos de papel branco com identificação e acondicionados em estufa de circulação forçada de ar a 65°C , por 72h para determinação da massa seca, realizada com auxílio de uma balança analítica de precisão. A determinação da área foliar foi mediante a relação da massa seca dos discos e a massa seca total das folhas. Os discos foram obtidos com auxílio de um perfurador de área

conhecida conforme descrito em Camargo (1992), Peixoto (1998), Brandelero (2001) e Benincasa (2003). retirando-se de dez a 15 discos foliares de cada planta (repetição).

1.3. Modelo estatístico

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com sete tratamentos de acordo com as doses do biorregulador vegetal Stimulate® e quatro repetições, constituindo 28 parcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância em função do nível de significância no Teste F, usando o programa estatístico Sisvar (Ferreira,2000) e a análise de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comprimento da raiz principal, velocidade diária, comprimento total das raízes, massa seca de haste e de folhas, não foram afetados de modo significativo pelos tratamentos com Stimulate® ministrado via sementes e foliar, resultados que podem ser observados na análise de variância (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para o comprimento da raiz principal (CRP), velocidade diária (VD), comprimento total das raízes (CTR), altura (ALT), massa seca de raiz (MSR), massa seca de haste (MSH) e massa seca de folhas (MSF) e massa seca total (MST) das plântulas de soja, mantidas em rizotrons em resposta à aplicação de diferentes concentrações do Stimulate® aplicado via sementes e pulverizações foliares.

FV	GL	Quadrados Médios							
		CRP	VD	CTR	ALT	MSR	MSH	MSF	MST
Tratamentos	6	4,376 ^{ns}	0,074 ^{ns}	1088,939 ^{ns}	10,819*	0,000509*	0,0002 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0019*
Erro	21	8,420	0,136	646,797	1,159	0,000197	0,0001	0,0002	0,0006
CV (%)		6,88	7,01	17,99	8,80	49,21	93,66	67,64	38,44
Média Geral		42,196	5,271	141,396	12,228	0,028	0,014	0,023	0,0660

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns – não significativo

A massa seca total apresentou significância, porém não foi possível o ajuste de uma equação de regressão com valores de coeficiente de determinação (R^2) significativos (Tabela 1).

Almeida (2008), em seu trabalho com fumo, afirma que a aplicação de Stimulate[®], em condições de viveiro, reduziu a massa seca da haste, massa seca da raiz, massa seca de folha e área foliar. Entretanto, o Stimulate[®], via pulverização foliar, foi eficiente no aumento do número de folhas e comprimento da haste, no fumo Tipo Brasil-Bahia. A campo, o Stimulate[®], aplicado na fase vegetativa, não foi eficiente no aumento da produção de folhas, porém incrementou a altura e a massa seca do caule em *Nicotiana tabacum* L. Tipo Brasil-Bahia.

Castro e Vieira (1999), avaliando o efeito do Stimulate[®] aplicado via semente, no desenvolvimento do sistema radicular de plantas de soja cultivar IAC-19, em condições de rizotron durante dez dias, registraram as maiores velocidades médias de crescimento radicular diário nas concentrações de 2,0 mL (5,6 cm dia⁻¹) e 2,5 mL (5,4 cm dia⁻¹) de Stimulate[®] 0,5kg⁻¹ de sementes, superando o controle (0,0) com 4,8 cm dia⁻¹, em 16,6 e 12,5%, respectivamente.

Observou-se que houve um aumento progressivo em relação à altura de plantas de soja à proporção que se aumentava a concentração de Stimulate[®] (Figura 5), o que significa que as concentrações até 12,0 mL L⁻¹ não causaram efeito negativo e nem mesmo inibiram o crescimento das plantas, sendo portanto, um resultado altamente significativo (Tabela 1). Esse biorregulador vegetal promoveu uma tendência crescente na altura de plantas em função do aumento nas concentrações. A equação $\hat{Y} = 0,3509x + 10,123$ apresenta um coeficiente de determinação de 84,9%, o que demonstra uma elevada correlação com os resultados obtidos. A cada aumento unitário na concentração do produto, observa-se um acréscimo de aproximadamente 0,3509 cm na altura das plantas (Figura 5), verificando que na concentração de 12,0 mL L⁻¹ de Stimulate[®] a altura das plantas chegou a atingir 14,3 cm, apresentando um incremento de 41,5% em relação ao controle.

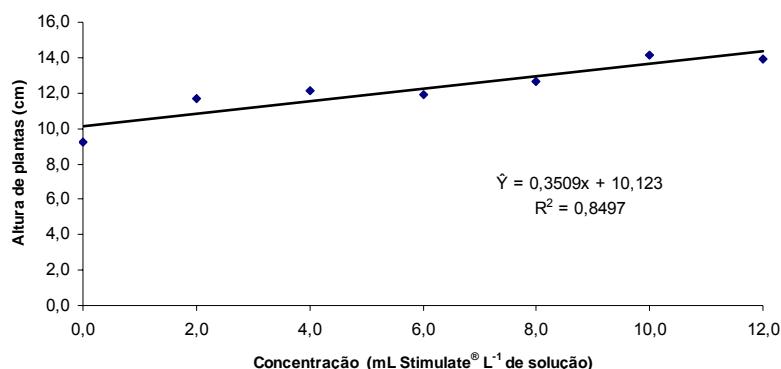


Figura 5 – Altura de plantas de soja submetida a diferentes concentrações de Stimulate® em condições de rizotron.

Dourado Neto et al. (2004) encontraram em seu experimento com plantas de milho com o Stimulate®, via pulverização foliar, promoveu efeito significativo sobre o crescimento em altura. Eles atribuíam o efeito à aplicação exógena de giberelina, componente do biorregulador. Já Albuquerque (2004), quando aplicou o mesmo regulador mamona (*Ricinus communis* L.) nas concentrações 0,0; 7,0; 14,0; 21,0 e 35,0 mL Stimulate® não observou diferenças significativas quanto a essa variável.

Por outro lado, Rodrigues e Domingues (2002), avaliando os efeitos do Stimulate® via tratamento de sementes e via pulverização foliar sobre a altura de plantas, número de folhas por planta, peso da matéria seca de folhas e caule de plantas de soja, registraram que o biorregulador vegetal apresentou resultados positivos, recomendando a utilização do Stimulate® como uma alternativa promissora para a cultura da soja.

A massa seca de raiz das plantas tratadas com Stimulate® (Figura 6) também apresentou respostas significativas. Mesmo apresentando um coeficiente de determinação relativamente baixo de 52,2%, pela equação quadrática $\hat{Y} = -0,0002x^2 + 0,001x + 0,0343$, verifica-se que o ponto de máximo foi 0,035 g de massa seca para a concentração estimada de 2,5 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, representando um aumento de 3,4% em relação ao controle. O valor mínimo para o intervalo estudado foi de 0,017 g para a concentração de 12,0 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, representando um decréscimo de 50,7% (Figura 6). Através do gráfico apresentado, fica evidente uma tendência de decréscimos na

massa seca de raiz de soja a partir do ponto de máximo até a concentração de 12,0 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução aquosa.

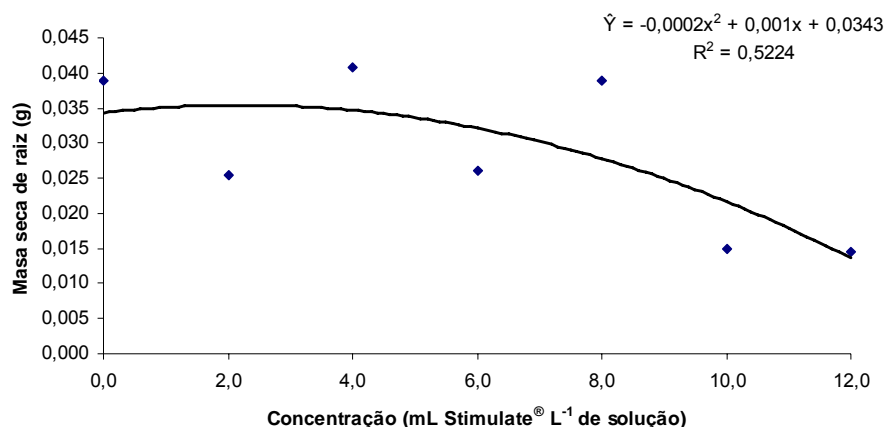


Figura 6 – Massa seca de raiz de plantas de soja submetida a diferentes concentrações de Stimulate® em condições de rizotron.

Os resultados demonstraram que para a massa seca de raiz, a partir de 10,0 mL, decréscimos foram registrados. Dario et al. (2005), justifica que a ação conjunta da citocinina e giberelina, pode diminuir os efeitos da giberelina. Segundo Taiz e Zeiger (2004) o balanço ideal para o crescimento dos diferentes órgãos vegetais é variável, podendo uma determinada concentração endógena, favorecer o crescimento de um órgão e inibir o crescimento de outro. Echer et. al. (2006), em seu trabalho com maracujá amarelo, observaram que a dose de 4,0mL de Stimulate® demonstrou maior eficiência, já que incrementou positivamente a massa seca de raiz.

Santos (2004), verificou que a aplicação do Stimulate® proporcionou um aumento na produção de massa seca de raiz do algodoeiro até a dose 11,3 mL do biorregulador (ponto de máximo), com um incremento de 254,3% em relação ao controle, representando um acúmulo de massa seca máxima estimada em 0,09 g, porém concentrações maiores promoveram um decréscimo na variável.

Vieira (2001), avaliando o efeito do Stimulate® na cultura do feijoeiro em relação à massa seca de raiz, verificou que no décimo sexto dia após a semeadura (DAS), não conseguiu estabelecer, entre as concentrações avaliadas, as concentrações máximas do produto, em função do modelo obtido ter sido linear e ascendente para essa variável. Contudo, a cada 1,0 mL de Stimulate® acrescentado nos tratamentos, aumentou-se em 0,04 g a massa seca de raízes.

As plantas que foram cultivadas em sacos de polietileno e mantidas em casa de vegetação, originadas de sementes tratadas e não tratadas com Stimulate® (mL kg⁻¹) e posteriormente pulverizadas com soluções de Stimulate® (mL L⁻¹) apresentaram resultados não significativos para o número de folhas, massa seca de raiz e área foliar (Tabela 2).

Almeida (2008), em seu trabalho com fumo, observou que o número de folhas evidenciaram efeito significativo ($P < 0,05$) das doses 0,0; 1,0; 3,0; 5,0 e 11,0 mL de Stimulate® L⁻¹, aplicado via pulverização foliar, onde o biorregulador promoveu um aumento crescente no número de folhas em função do aumento nas doses. Verificou ainda que o maior valor obtido foi de 6,25 folhas por planta para a dose de 11,0mL de Stimulate® L⁻¹, um aumento de 39% em relação ao controle.

Para a massa seca de folhas, haste e total observa-se que houve efeito significativo das dosagens de Stimulate®, verificado pela análise de variância, porém não foi possível o ajuste de uma equação de regressão com valores de coeficiente de determinação (R^2) com ótima qualidade (Tabela 2).

Nas plantas que foram cultivadas sem o tratamento via sementes com Stimulate®, porém com pulverizações foliares, a altura de plantas, número de folhas, massa seca de raiz, massa seca de haste, massa seca de folhas e área foliar não apresentaram respostas significativas conforme apresenta a anava (Tabela 2).

Resultados semelhantes foram os obtidos por Almeida (2008) em seu trabalho com fumo, registrando que em nível de campo o número de folhas, número de folhas viáveis, massa seca de folhas e área foliar não apresentaram respostas significativas em função da utilização do Stimulate®, porém a altura de plantas apresentou significância. Por outro lado, Castro e Vieira (1999) em um experimento com a cultura da soja registraram plantas com sistemas radiculares mais desenvolvidos e bem vigorosos, com crescimento e comprimento total superiores aos encontrados nas plantas não tratadas com Stimulate®. Santos e Vieira (2005) encontraram resultados similares em algodoeiro quando usaram a dose de 17,5 mL de Stimulate® e puderam registrar um aumento de 29,7% em relação ao controle.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para a altura(ALT), número de folhas (NF), massa seca de raiz (MSR), massa seca de haste (MSH), massa seca de folhas (MSF), massa seca total (MST) e área foliar (AF) das plantas de soja mantidas em sacos e submetidas a diferentes concentrações de Stimulate[®] via sementes e pulverizações foliares.

FV	GL	Quadrados Médios													
		Sementes Tratadas							Sementes não Tratadas						
		ALT	NºF	MSR	MSH	MSF	MST	AF	ALT	NºF	MSR	MSH	MSF	MST	AF
Tratamentos	6	43,133**	4,790 ^{ns}	0,094 ^{ns}	0,020*	0,049*	0,393*	0,701 ^{ns}	13,958 ^{ns}	10,666 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,029 ^{ns}	0,034 ^{ns}	0,156 ^{ns}	33,794 ^{ns}
Erro	27	10,133	3,728	0,053	0,007	0,018	0,157	0,502	13,877	5,014	0,038	0,024	0,037	0,223	18,306
CV(%)		13,34	22,16	39,87	25,02	33,96	30,11	65,02	17,73	23,82	39,87	42,71	40,59	34,80	131,72
Média Geral		23,868	8,714	0,579	0,335	0,401	1,316	1,090	21,005	9,400	0,490	0,368	0,475	1,358	3,248

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, ns – não significativo

Echer et al. (2006), em seu trabalho com maracujá amarelo, verificaram que para a dose de 4,0 mL de Stimulate® promoveram incremento em relação à massa seca de raiz. Nas maiores doses do biorregulador, ainda obtiveram uma resposta satisfatória para a massa seca de folhas em maracujazeiro amarelo quando utilizaram as doses 0,0; 4,0; 12,0; 16,0 e 20,0 mL Stimulate®.

Klahold et al. (2006), não encontraram diferenças significativas para a massa seca das folhas em seu experimento com soja quando usaram as doses entre 0,0 e 5,0 mL Stimulate® L⁻¹ de solução bem como as dosagens entre 0,0 e 0,225 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução.

A resposta em altura de plantas foi altamente significativa devido aos tratamentos das sementes com Stimulate® seguido de pulverização foliar. Entretanto, não se obteve um coeficiente de determinação (47,39%) com qualidade ótima para a equação quadrática $\hat{Y} = -0,0268x^2 + 0,7964x + 20,483$, que demonstrou que à proporção que aumentava a dosagem de Stimulate® aumentava também a altura das plantas (Figura 7).

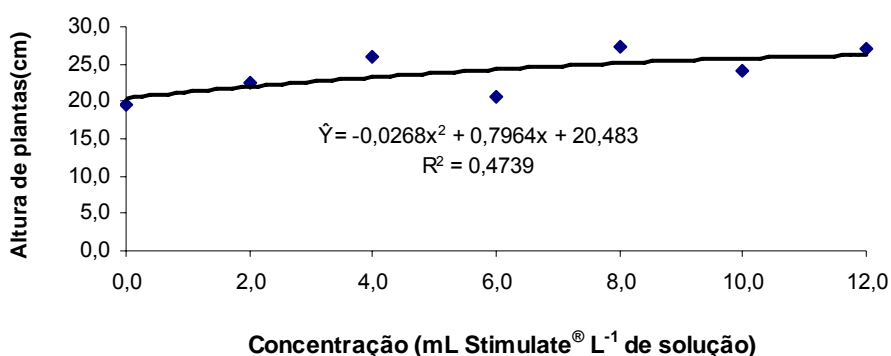


Figura 7 – Altura de plantas de soja mantidas em sacos de polietileno e submetidas a diferentes concentrações de Stimulate®, via sementes e pulverizações foliares.

Para a concentração de 12,0 mL, encontramos 26,2 cm de altura, superando o controle, que em percentagem corresponde a 21,7%. Logo, conclui-se que para a altura de plantas originadas de sementes tratadas, que os melhores resultados encontram-se em concentrações maiores. Observa-se que houve um aumento progressivo em relação à altura de plantas de soja à proporção que aumentava a concentração de Stimulate® (Figura 7), o que significa que as

concentrações até 12,0 mL não promoveram efeito negativo e nem prejudicaram o crescimento das plantas, favorecendo um resultado altamente significativo dos tratamentos ministrados. O biorregulador vegetal promoveu uma tendência positiva na altura de plantas em função do aumento nas concentrações.

Santos e Vieira (2005) em um trabalho com algodão, avaliando o efeito do Stimulate[®] aplicado via sementes para o teste de germinação, verificaram que os melhores resultados para a variável altura de plantas encontravam-se entre as doses; 10,5 e 14,0 mL de Stimulate[®] 0,5 kg⁻¹ de sementes, sendo que doses inferiores e/ou superiores foram incapazes de estimular significativamente o crescimento e podendo até mesmo ter provocado algum efeito fitotóxico, como registrado na maior dose trabalhada (21,0 mL), onde se verifica o menor valor de altura de plantas (12,3 cm), dentre todos os tratamentos e valores estimados.

CONCLUSÕES

1 – O Stimulate[®] proporciona maior crescimento em altura e maior acúmulo de massa seca da parte aérea, quando ministrado via sementes e pulverização foliar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, R. C. Efeitos do bioestimulante Stimulate[®] em sementes pré-embecidas de mamona (*Ricinus communis* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA. Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa/Algodão, 2004. 1 CD ROM.

ALMEIDA, A. Q. de. **Ação de estimulante vegetal e giberelina no crescimento, desenvolvimento e produção de *Nicotiana tabacum* L.** UFRB, 2008 85p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas).** Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42p.

BRANDELERO, E. M. **Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no município de Cruz das Almas – BA.** 2001. 63f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2001.

CAMARGO, A. C. de. **Efeitos do ácido giberélico no crescimento invernal de dois cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.), sob condições de casa de vegetação.** 1992. 180f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Estadual paulista “Júlio Mesquita Filho”, Rio Claro, 1992.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical.** Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.

CASTRO, P. R.C.; MELOTTO, E. Bioestimulantes e hormônios aplicados via foliar. In: BOARETO, A. E.; ROSOLEM, C. A. **Adubação foliar.** Campinas: Fundação Cargill, 1989. v.1, p.191-235.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Utilização de rizotrons para avaliação do desenvolvimento do sistema radicular de sementes de soja (*Glycine max* L.) sob pré-tratamentos com Stimulate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 7., 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1999. p. 60.

DARIO, G. J. A. et al. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia,** Uruguaiana, v. 12, p. 126-134, 2005.

DOURADO NETO, D. et al. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia,** Uruguaiana, v. 11, p. 93-102, 2004.

ECHER, M. de M. et al. Uso de bioestimulante na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias,** Londrina, n. 27, p. 351-360, 2006.

GLINSKI, D. S.; KARNOK, K. J.; CARROW, R. N. Comparison of reporting methods for root growth data from transparent-interface measurements. **Crop Science,** v. 33, p. 310-314, 1993.

KLAHOLD, C. A. et al. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientia Agronômica,** n. 28, p. 179-185, 2006.

MILLEO, M.V.R. **Avaliação da eficiência agrônômica do produto Stimulate aplicado no tratamento de sementes e no sulco de plantio sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.).** Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. 18p. (Relatório técnico).

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja (*Glycine max* (L) Merrill) em três épocas de semeadura e três densidades de plantas.** São Paulo, 1998. 151f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escolar Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

RODRIGUES, J.D.; DOMINGUES, M.C.S. **Incrementos de produtividade na cultura da soja (*Glycine Max* L.) cultivar IAC – 18 com a aplicação do biorregulador Stimulate.** Botucatu: Instituto de Biociências, UNESP, 2002. 17p. (Relatório técnico).

SANTOS, C. M. G.. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento do algodoeiro.** 2004 61f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.

SANTOS, C. M.; VIEIRA, E. L. Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 17, n. 3, p. 124-130, 2005.

STOLLER DO BRASIL. **Stimulate® Mo em hortaliças.** Cosmópolis, 1998. v. 1 (Informativo técnico).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Artmed, Porto Alegre. 2004.

VIEIRA, E.L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* L.), feijoeiro (*Phjaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.).** 2001 122f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, São Paulo.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. **Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill).** Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2004. 47p.

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais. In: CASTRO, P.R.C.; SENA, J.O.A.; KLUGE, R.A. (Eds.). **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal.** Maringá: Eduem, 2002. p.79-104.

VOORHEES, W.B. Root elongation along a soil-plastic container interface. **Agronomy Journal**, v. 68, p. 143, 1976.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se a importância da cultura da soja para o Brasil e a sua expansão e potencialização no território brasileiro, aliado aos custos da pesquisa e aos problemas a serem ainda estudados, destaca-se o mérito das informações aqui apresentadas, as quais foram de grande valia para o meu crescimento profissional dentro do conhecimento técnico científico.

Os resultados desta pesquisa possibilitam detectar diferentes comportamentos ocorridos pela utilização do Stimulate[®] quando aplicado nas sementes e folhas, onde os resultados significativos encontrados demonstram que é possível a aplicação do Stimulate[®] na soja.

Com a utilização de metodologia adequada e a realização de testes em laboratório e casa de vegetação foi possível comparar diferentes doses do biorregulador Stimulate[®] e seus efeitos em sementes, plântulas e plantas de soja. Entretanto, para ratificar os resultados obtidos, novos estudos devem ser realizados para comprovação de sua eficácia e eficiência. Novas pesquisas variando doses, número de aplicações, estádios de crescimento, tipos de aplicação como via semente, via foliar, associando formas de aplicação nas sementes, foliar e sulco de plantio, devem ser implementadas.

Espera-se que, com a introdução de inovações tecnológicas, como a aplicação de substâncias reguladoras do crescimento que alteram o crescimento e o desenvolvimento de plantas, seja possível incrementar a quantidade e qualidade dos produtos obtidos da cultura da soja.

