



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**AÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE
PLÂNTULAS E CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO.**

CAIO MÁRCIO GUIMARÃES SANTOS

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
FEVEREIRO – 2004

**AÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE
PLÂNTULAS E CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO.**

CAIO MÁRCIO GUIMARÃES SANTOS

Engenheiro Agrônomo

Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 2001.

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal 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 DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2004

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Elvis Lima Vieira
Escola de Agronomia – UFBA
(Orientador)

Dr. Domingo Haroldo Reinhardt
Embrapa Mandioca e Fruticultura - CNPMF

Prof. Dr. Clóvis Pereira Peixoto
Escola de Agronomia - UFBA

Homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias da
UFBA em.....

Conferindo o grau de Mestre em Ciências Agrária em

DEDICATÓRIA

Aos meus pais José Souza Santos e Laura Rêgo Guimarães Santos que contribuíram e muito para a minha formação sociocultural, e profissional. Às minhas irmãs Joara M. G. Santos e Laiara M. G. Santos que mesmo distantes fisicamente durante os meus estudos, desde a graduação, até a pós-graduação, transmitiam-me palavras de amor e carinho.

Aos meus tios e tias, especialmente: Nenza, Sandra, Dilma, Vilma, Vanzinha, Dadá, Sueli, Cissa, Zinho e Chico, pessoas humildes e batalhadoras.

Aos meus primos e primas, especialmente: Suze e Taís que sempre contribuíram direta ou indiretamente na minha vida pessoal.

Especialmente aos meus avós Aida Rêgo Guimarães Magalhães e Rosalvo Amaral Guimarães (*in Memoriam*) que juntos trabalharam, conviveram e presenciaram o auge da cotonicultura no "Vale do Iuiu" Região de Guanambi em que o algodão foi considerado o "Ouro Branco".

AGRADECIMENTOS

À Santíssima Trindade (Pai, Filho e o Espírito Santo) pela força, proteção e iluminação. Pois, estão comigo sempre, ajudando me em todas as minhas dificuldades, para trilhar sempre o caminho da verdade e da luz.

À primeira Escola de Agronomia da América Latina – Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, pelos conhecimentos adquiridos, e pela possibilidade de ter aprendido a viver e conviver com pessoas das mais diferentes cidades do interior da Bahia.

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

Ao professor orientador Elvis Lima Vieira pela orientação e amizade transmitida durante o curso.

Ao professor co-orientador Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão, “Expoente da cotonicultura brasileira”, pela atenção despendida, sugestões no projeto inicial de dissertação e auxílio em material bibliográfico e sementes.

Ao Técnico Agrícola da Embrapa Algodão, Gleibson pela disponibilidade de me acomodar em sua residência durante visita à Embrapa Algodão.

A todos os meus colegas de curso, especialmente, Suane, Elaine, Bruno, Wuiratan, Joaquim, Saulo, Tuffi, Lícia, Maxuel, Aurélio, Elvis, Tibério, Maiara, Luís Cláudio, Célia, Leonardo, Rejane e Renatinha, pela amizade formada.

Ao professor José Torquato de Queiroz Tavares, orientador durante o curso de graduação em Engenharia Agrônômica, quando iniciei os trabalhos com a pesquisa científica.

Ao Dr. Carlos da Silva Lêdo pelo auxílio e correções na análise estatística

Ao Professor Nelson Nascimento da Silva pelo auxílio na tradução dos resumos para a língua inglesa.

Aos funcionários da biblioteca da Escola de Agronomia, Ednáide, Neide, Isaelce, José Júlio e seu Edinho, pela simpatia no atendimento aos alunos.

Às funcionárias Ozelita e Edmária, pela amizade e por sempre estarem dispostas a ajudar-me no que fosse necessário.

Ao colega e amigo Jairo Costa Fernandes, pela amizade formada e as proveitosas discussões sobre trabalhos realizados.

A Stoller do Brasil – Divisão Arbore, pelo fornecimento do bioestimulante Stimulate® e dos rizotrons utilizados neste estudo.

A todos os Cruzalmenses, os quais, fortaleci laços de amizade, especialmente, Edvaldo e familiares; Antônio Carlos e familiares.

A Tássia Oliveira Barbosa, “Minha Namorada”, pelos momentos de felicidade compartilhados juntos, a partir da tomada de decisão em fazer o mestrado em Cruz das Almas.

Aos colegas e amigos Laércio e Edmilson pela amizade formada desde a graduação.

Aos republicanos Caio Mário, José Augusto, Cecínio, Maurício, Luciano, Leandro, Wilson, Jairo, Helder e Valdiney, pelos trabalhos realizados, aventuras e muitos bons momentos de minha vida, que vão ser sempre lembrados quando bater a saudade.

À Fernanda a secretária da república, mulher de fibra, trabalhadeira e que sempre divertia os republicanos com suas risadas e seus casos, se mostrando alegre mesmo quando tivesse motivos para chorar.

E a todas as pessoas que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste sucesso profissional.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| RESUMO | |
| ABSTRACT | |
| INTRODUÇÃO..... | 01 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 07 |
| Capítulo 1 | |
| AÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DO ALGODOEIRO..... | 11 |
| RESUMO | |
| ABSTRACT | |
| INTRODUÇÃO | 14 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 15 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 17 |
| CONCLUSÕES | 21 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 22 |
| Capítulo 2 | |
| AÇÃO DE BIOESTIMULANTE NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO SISTEMA RADICULAR DO ALGODOEIRO EM CONDIÇÕES DE RIZOTRON..... | 34 |
| RESUMO | |
| SUMMARY | |
| INTRODUÇÃO | 37 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 38 |
| RESULTADOS | 43 |
| DISCUSSÃO | 50 |
| CONCLUSÕES | 55 |
| LITERATURA CITADA | 56 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 59 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 61 |

AÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO

Autor: Caio Márcio Guimarães Santos

Orientador: Elvis Lima Vieira

RESUMO: Objetivou-se Avaliar diferentes concentrações do bioestimulante vegetal “Stimulate®” (0,009 % de citocinina, 0,005 % de ácido giberélico e 0,005 % de ácido indolbutírico), em aplicação via sementes, nas concentrações de 3,5; 7,0; 10,5; 14,0; 17,5 e 21,0 mL / 0,5 kg de sementes e como controle 10,5 mL de água destilada / 0,5 kg de sementes, observando-se as reais vantagens na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento e desenvolvimento do algodoeiro. O estudo foi realizado em laboratório e casa de vegetação, avaliando-se porcentagem de germinação; porcentagem de plântulas normais, comprimento da raiz; comprimento e massa seca de plântulas 4 dias após a semeadura (4 DAS); porcentagem de emergência de plântulas em areia e terra vegetal aos 4 e 7 DAS respectivamente, altura e massa seca de plantas; número de folhas e área foliar aos 40 DAS, massa seca da raiz, parte aérea e total de plantas no 16º DAS; taxa de crescimento radicular vertical e o crescimento radicular vertical das plantas em condições de rizotron. Os resultados foram submetidos à análise de regressão. O Stimulate® afetou significativamente, o comprimento radicular e total, a porcentagem de emergência, e a massa seca de plântulas; a altura, área foliar, massa seca da raiz, parte aérea e total de plantas; a taxa de crescimento radicular vertical e o crescimento radicular vertical, em referência ao controle. A aplicação do bioestimulante nas sementes reduziu a massa seca da haste de plantas. Concentrações superiores a 6,5 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes, reduziram a taxa de crescimento radicular vertical. A utilização dos rizotrons proporcionou rápidas, fáceis e sucessivas avaliações do sistema radicular.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., estimulante vegetal, fisiologia, rizotron.

ACTION OF BIOSTIMULANT ON SEED GERMINATION, SEEDLING VIGOR AND COTTON PLANT GROWTH

Author: Caio Márcio Guimarães Santos

Adviser: Elvis Lima Vieira

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate different concentrations of vegetal biostimulant "Stimulate® (0.009% of citocinine, 0.005% of gibberelic acid and 0.005 of indolbutyric acid) applied through seeds, at concentrations of 3.5; 7.0; 10.5; 14.0; 17.5 and 21.0 ml / 0.5 kg of seeds and as a control 10.5 ml of distilled water / 0.5, observing its real advantages in seed germination, seedling vigor, growth and development of cotton plant. The study was carried out in a laboratory and greenhouse, evaluating germination percentage; normal seedling percentage; root length; length and dry mass of seedling 4 days after sowing; percentage of seedling emergence in sand and black earth 4 and 7 days after sowing respectively, height and dry mass of plants; number of leaves and foliar area 40 days after sowing, dry mass of root, aerial and total part of plants 16 days after sowing; rate of vertical root growth and the vertical root growth of plants in rizotron conditions. The results were submitted to regression analysis. Stimulate® affected significantly the root growth as well as the total growth, emergence percentage, and the dry mass of seedlings; the height, foliar area, dry mass of root, aerial part of plants as well as the total part of plants; rate of vertical root growth and vertical root growth, in reference to the control. The application of biostimulant on seeds reduced the dry mass of plant stems. Concentrations higher than 6.5 ml of Stimulate® / 0.5 kg in seeds reduced the rate of vertical root growth. The utilization of rizotrons provided quick, easy and successive evaluations of the cotton plant root system.

Key words: *Gossypium hirsutum* L., plant stimulant, physiology, rizotron.

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

No Brasil, a cotonicultura é um dos agronegócios de grande importância socioeconômica, refletida na grande ocupação de mão de obra direta e indireta no campo, e no setor industrial de manufaturados responsáveis pela geração de divisas para o país.

A cultura algodoeira no Nordeste caracteriza-se como uma das principais alternativas para a agricultura familiar, além de constituir fator fundamental na construção de alternativas viáveis ao desenvolvimento rural. O agronegócio do algodão é um dos principais geradores de emprego e de renda no plano global.

Para o sucesso de qualquer exploração agrícola e em especial na cotonicultura herbácea, duas rotas devem ser consideradas: a genética, onde se busca melhoria da qualidade da fibra, incremento na percentagem da fibra, aumento na produtividade e resistência ampla a pragas e doenças, visando reduzir os custos de produção e os níveis de agressão ao ambiente; e a rota denominada ambiental, onde se manipulam os insumos e alguns fatores de produção, além de aspectos culturais, como o espaçamento, o sistema de plantio, a época ideal de semeadura, os métodos de preparo do solo, entre outros, objetivando a produtividade máxima econômica, com sustentabilidade global (BELTRÃO, 1999).

Segundo Beltrão et al. (1997), o algodoeiro é uma lavoura complexa, pois tem crescimento indeterminado, apresenta dimorfismo de ramos, monopodiais e simpodiais, e elevada plasticidade fisiológica e fenotípica. O algodoeiro é também uma planta singular, apresentando metabolismo fotossintético C_3 e elevada taxa de fotorrespiração; no entanto, é extremamente heliófila, não se saturando em

condições de campo, mesmo com máximo da radiação solar, correspondente a 1,3 cal/cm²/min equivalente a 110.000 lux de brilho solar (BAKER et al., 1972).

O crescimento e o desenvolvimento de plantas são regulados tanto por fatores endógenos como por fatores ambientais. Os fatores endógenos são ativos não somente em nível celular e molecular, afetando os processos via transcrição e tradução, mas têm também a função de coordenação do organismo como um todo, realizado por meio dos hormônios vegetais. A importância ecológica dos hormônios vegetais está em sua função de substância transdutora; seguindo a percepção dos estímulos ambientais, todos os pontos da planta são informados sobre a situação de outra parte por meio da síntese ou de mudanças de concentração de um ou mais fitohormônios. A natureza do hormônio vegetal, que está envolvido em determinada ação depende do estágio de desenvolvimento e da atividade da planta, da natureza do estímulo externo, da parte da planta que está recebendo o estímulo e do tempo deste impacto (LARCHER, 2000).

Torrey (1976), abordou as raízes como fontes de síntese de hormônios para estudos dos efeitos destas substâncias na estrutura, funções e desenvolvimento de sistemas radiculares de plantas, encontrando forte evidência de que a maioria dos hormônios vegetais conhecidos possuem na raiz sítios de síntese e que freqüentemente estas substâncias são exportadas via xilema e/ou via floema, para outras partes da planta.

A germinação e o vigor das sementes são dois dos principais fatores iniciais para se garantir uma boa produtividade da cultura do algodão. Técnicas que induzam a melhora destes fatores são importantes para aumentar o potencial de desempenho das sementes e, por conseguinte, a uniformidade das plantas em condições de campo (ARAGÃO et al., 2001).

Para Nóbrega et al. (1999) a alta produtividade do algodoeiro pode ser obtida quando se tem o equilíbrio entre o crescimento e o desenvolvimento vegetativo das plantas. Isto é devido ao hábito de crescimento indeterminado do algodoeiro, contribuindo para que ocorra competição por assimilados entre os drenos reprodutivos (botões florais, flores e frutos) e os drenos vegetativos (raiz, caule e folhas).

É necessário haver um equilíbrio entre o crescimento e o desenvolvimento do algodoeiro para que ele cresça bem, porém sem exagero, e invista no sistema

foliar (fonte fisiológica) para depois investir nos órgãos de reprodução, em especial nos frutos que, quando estão no pico do crescimento, chegam a importar, das folhas, cerca de 150 mg/fruto/dia de açúcares. De acordo com Mutsaers, (1976) para cada 100g de fitomassa de fruto a planta gasta 165,4g de carboidratos e 15,4 g de aminoácidos.

Na busca de melhorias nos atuais níveis de produtividade e redução nos custos de produção do algodoeiro no Brasil, novas tecnologias vêm sendo incorporadas ao sistema de produção. Entre as novas tecnologias em estudo, a manipulação da arquitetura das plantas do algodoeiro com biorreguladores é uma das estratégias agrônômicas para o incremento da produtividade (HODGES et al. 1991).

O uso de reguladores vegetais na agricultura tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja uma prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico. Com a descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias de crescimento, muitos outros compostos e combinações desses produtos têm sido pesquisados com a finalidade de melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade das culturas (CASTRO e VIEIRA, 2001).

Os reguladores de crescimento são substâncias orgânicas e sintéticas não produzidas 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.

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, 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 comprometidas com o processo de tradução genética, além de estimular a divisão e o alongamento celular, 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, 1998). O etileno, mesmo sendo um gás, passou a ser considerado um hormônio vegetal por ser um produto de ocorrência natural nas plantas, promovendo alterações no seu crescimento e desenvolvimento. Os efeitos mais marcantes do etileno ocorrem no amadurecimento de frutos, na abscisão de folhas e frutos, na floração e na senescência (CASTRO e VIEIRA, 2001). Os inibidores são substâncias que retardam os processos de crescimento e desenvolvimento das plantas. Podem agir como antagonistas de promotores como auxinas, giberelinas e citocininas ao inibir o alongamento de raízes e caules, a germinação de sementes e o brotamento de gemas (SAMPAIO, 1998).

A aplicação de reguladores de crescimento em algodoeiro tem assumido destaque especial dentre as técnicas culturais, devido à possibilidade de controlar o desenvolvimento das plantas em solos de fertilidades variáveis, controlar o sombreamento do baixeiro, o apodrecimento de maçãs, a concentração de carga no ponteiro causando tombamento das plantas, a ineficiência no controle de pragas, a dificuldade na colheita mecânica e a perda de tipo e qualidade da fibra.

Com a utilização de substâncias que interferem no crescimento das plantas, é possível que se tenha uma relação mais equilibrada entre a parte reprodutiva e vegetativa. De acordo com Zhao e Oosterhuis (1998), os efeitos dos reguladores de crescimento sobre o algodoeiro são dependentes das condições climáticas. Os reguladores de crescimento podem promover a redução do porte da planta e aumentar a produção de algodão em caroço (BOLONHESI, 1997). Lamas (1997), também constatou que a utilização de reguladores de crescimento proporciona redução na altura das plantas e no tamanho dos ramos laterais, permitindo melhores condições de cultivo, aumentando a precocidade e favorecendo o desempenho da colheita, principalmente a mecanizada.

Santos (1998), relata que o uso do regulador de crescimento é também utilizado para adequar as plantas às pulverizações para controle de pragas e doenças e proporcionar maior precocidade do algodoeiro. Ou seja, o redutor de crescimento uniformiza o crescimento da planta facilitando a penetração da calda no interior da vegetação melhorando a eficiência de controle de pragas e doenças.

Segundo McConnell et al. (1992) os efeitos potenciais dos reguladores de crescimento, na cultura do algodoeiro são a redução do crescimento vegetativo, a melhora da arquitetura da planta, o aumento da retenção de frutos nas primeiras posições dos ramos frutíferos, o aumento da precocidade, e as melhorias na eficiência da colheita e na qualidade dos frutos colhidos. Lamas (2003), relatou redução do tamanho dos internódios, do número de nós e do número de frutos danificados, coloração verde mais intensa e aumento dos pesos de capulho e de 100 sementes.

Para se tirar o máximo proveito do regulador de crescimento deve-se procurar aplicar quando as plantas não estiverem em estresse, especialmente hídrico e sem chuvas no momento da aplicação e logo depois, pois pode interferir na absorção do produto.

De acordo com Lamas (2003), para a tomada de decisão sobre a aplicação de regulador de crescimento, na cultura do algodoeiro, deve-se levar em consideração os seguintes aspectos: crescimento das plantas, fertilidade do solo, condições climáticas (temperatura e umidade), cultivar, população de plantas e época de semeadura, sendo recomendada à aplicação somente em condições favoráveis ao crescimento. Beltrão (1996) mencionou que a aplicação de regulador de crescimento pode ser feita em uma única vez ou parcelada, dependendo do produto, das condições ambientais e da própria planta, envolvendo o tamanho e o estágio de desenvolvimento.

O cloreto de mepiquat (cloreto 1,1 – dimetil piperidino) é atualmente o produto mais usado em algodoeiro no Brasil. Sua aplicação visa a redução da altura da planta, tornando-a mais compacta o que facilita o uso de defensivos e a colheita mecânica (CARVALHO et al., 1994).

Oosterhuis (1994), fazendo uma revisão dos efeitos do PGR-IV (Plant Growth Regulator) no crescimento e rendimento do algodoeiro, encontrou que estudos em câmara de crescimento com o regulador aplicado no sulco de plantio, mostraram aumentos no comprimento, peso seco e número de raízes laterais por planta, além da assimilação de nutrientes uma semana após o plantio.

Segundo Vieira (2001), bioestimulantes ou estimulantes vegetais referem-se as misturas de reguladores vegetais ou de reguladores vegetais com outros compostos de natureza bioquímica diferente (aminoácidos, micronutrientes,

vitaminas). Segundo Casillas et al. (1986), essas substâncias são eficientes quando aplicadas em baixas concentrações favorecendo o bom desempenho dos processos vitais da planta, permitindo assim a obtenção de maiores e melhores colheitas. Podendo ainda, em condições ambientais adversas, garantir o rendimento das mesmas.

O Stimulate é um bioestimulante líquido da Stoller Interprise Inc., composto por três reguladores vegetais: 0,009 % de cinetina (citocinina), 0,005 % de ácido giberélico (giberelina) e 0,005 % de ácido indolbutírico (auxina). Esse produto 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 (STOLLER DO BRASIL, 1998).

Milléo (2000), avaliando a eficiência agrônômica do Stimulate, aplicado via semente e foliar na cultura da soja, verificou que o produto foi eficiente agronomicamente e que proporcionou maior produção de vagens e de grãos.

Outros produtos químicos, como desfolhantes e maturadores, cujos princípios ativos atualmente mais utilizados são o thidiazuron e o ethephon, respectivamente, atuam no balanceamento de hormônios, promotores como ácido 3-indolacético (AIA) e retardadores como o etileno (LAMAS, 2003).

Segundo Becker et al. (1999), os reguladores de crescimento de plantas podem ser utilizados em fases iniciais do desenvolvimento do algodoeiro com o objetivo de melhorar a germinação, emergência, crescimento e o desenvolvimento inicial das plantas. Na fase inicial, no estabelecimento do stand de plantas, muitos fatores podem influenciar negativamente o desempenho das plantas, como: germinação desuniforme e lento desenvolvimento do sistema radicular. Assim, existe alta correlação entre o desenvolvimento inicial das plântulas e a produtividade da lavoura, por isso é necessária a adoção de práticas que possam ajudar o algodoeiro a superar os estresses existentes nas primeiras fases do seu desenvolvimento.

Considerando a importância da cotonicultura para o Brasil, e dos baixos índices de produtividade alcançados, o que acarreta baixo retorno econômico, surge então a necessidade de incorporar inovações tecnológicas ao seu cultivo.

Neste trabalho procurou-se avaliar os efeitos de diversas concentrações do bioestimulante, Stimulate®, aplicado via sementes, na germinação de sementes,

vigor de plântulas e crescimento inicial de plantas do algodoeiro. Numa segunda etapa foram determinados os efeitos do produto sobre o crescimento radicular inicial de plantas de algodão, em condições de rizotron.

Referências Bibliográficas

ARAGÃO, C. A.; LIMA, M. W. DE P.; MORAIS, O. M.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor de plântulas de milho super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.62 - 67, 2001.

BAKER, D. N.; HESKETH, J. D.; DUNCAN, W. G. Simulation of growth and yield in cotton: I. Gross photosynthesis, respiration and growth. **Crop Science**, v. 12, p. 431 – 435, 1972.

BECKER, W. D.; HOPPER, N. W.; MCMICHAEL, B. L.; JIVIDEN, G. M. Seed applied plant growth regulators effects on cotton germination, emergence and growth. In: PROCEEDINGS BELTWISE COTTON CONFERENCE, v.1, San Diego, 1999. **Proceedings**. Memphis: National Cotton Council of America, 1999. p. 625 - 627.

BELTRÃO, N.E. de M. Uso de herbicidas, desfolhantes e hormônios no algodoeiro. In: SEMINÁRIO ESTADUAL COM A CULTURA DO ALGODÃO EM MATO GROSSO, 3., 1996, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá : EMPAER-MT, 1996. p.85-101. (EMPAER-MT. Documentos, 21).

_____. N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de; VIEIRA, D. J.; NÓBREGA, L. B. da.

Recomendações técnicas e considerações gerais sobre o uso de herbicidas, desfolhantes e reguladores de crescimento na cultura do algodão. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997. 32p. (Embrapa Algodão. Documentos, 48).

_____. N. E. de M. Algodão brasileiro em relação ao mundo: situação e perspectivas In: BELTRÃO, N. E. de M. (org). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa CTT/Embrapa-CNPA, 1999. p.15-25.

BOLONHEZI, A. C. Remoção da gema apical da haste principal e a aplicação de reguladores de crescimento em algodoeiro herbáceo 'IAC 20'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1., Fortaleza, 1997. **Anais**. Campina Grande: EMBRAPA, CNPA, 1997. p. 48 - 50.

CARVALHO, L. H.; CHIAVEGATO, E.J.; CIA, E.; KONDO, J. I.; SABINO, J. C.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; BORTOLETTO, N.; GALLO, P. B. Fitorreguladores de crescimento e capação na altura do algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n.2, p. 247-254, 1994.

CASILLAS, V. J. C.; LONDOÑO, I. J.; GUERRERO, A. H.; BUITRAGO, G. L. A. Análisis cuantitativo de la aplicacion de cuatro Bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronômica**, v.36, n.2, p.185-195, 1986.

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

HODGES, H.F.; REDDY, V.R.; REDDY, K.R. Mepiquat chloride and temperature effects on photosynthesis and respiration of fruiting cotton. **Crop Science**, Madison, v.31, n.5, p.1302-1308, Sept./Oct. 1991.

LAMAS, F. M. **Cloreto de mepiquat, thidiazuron e ethephon aplicados no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), Ponta Porã – MS**. Jaboticabal, 1997. 129p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

_____. F. M. Monitoramento do crescimento do algodoeiro e uso de reguladores de crescimento. In: FREIRE, E. C.; MORELLO, C. de L. Org. **Cultura do Algodoeiro em Goiás**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. p. 14-16 (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 68).

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos-SP: RIMA Artes e Textos, 2000. 734 p.

McCONNELL, J. S.; BAKER, W. H.; FRIZZEL, B. S.; VARVIL, J. J. Response of cotton to nitrogen fertilization and early multiple applications of mepiquat chloride. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v. 15, n. 4, p. 457 – 468, 1992.

MILLÉO, M. V. R. **Avaliação da eficiência agronômica 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. 18p. (Relatório Técnico).

MUTSAERS, H. J. W. Growth and assimilate conversion of cotton boll (*Gossypium hirsutum* L.). 1. Growth of fruits and substrate demand. **Annals of Botany**, v. 40, p. 301 –315, 1976.

NÓBREGA, B. N. da.; VIERIA, D. J.; BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. de. Hormônios e reguladores de crescimento e desenvolvimento. In: BELTRÃO, N. E. M. **O Agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicações para Transferência de Tecnologia, 1999. V. 2, p. 587 – 602.

OOSTERHUIS, D. M. Effects of PGR-IV on the growth and yield of cotton: a review. In: WORLD COTTON RESEARCH CONFERENCE, 1., 1994, Brisbane. **Proceedings...** Melbourne; CSIRO, 1994. p. 29 - 39.

SAMPAIO, E. S. de.; **Fisiologia Vegetal: teoria e experimentos**. Ponta Grossa, Editora UEPG, 1998. 190p.

SANTOS, W. J. dos. Planejamento e manejo integrado de pragas do algodoeiro. In: ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO ALGODOEIRO, 1. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. p. 27 – 64.

STOLLER DO BRASIL. **Stimulate Mo em hortaliças**: informativo técnico. Cosmópolis: Stoller do Brasil. Divisão Arbore, 1998. 1v.

TORREY, J. G. Root hormones and plant growth. **Annual Review of Plant Physiology**, v.27, p.435-459, 1976.

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.). ESALQ, 2001. 122p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ZHAO, D.; OOSTERHUIS, D. Evaluation of plant growth regulators for effect on the growth and yield of cotton. In: PROCEEDINGS BELTWIDE COTTON CONFERENCE. San Diego, 1998. **Proceedings**. Memphis: National Cotton Council of América, 1998. p. 1482 – 1484.

CAPÍTULO 1

AÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DO ALGODOEIRO¹

¹ Artigo submetido ao Conselho Editorial do periódico científico Revista Brasileira de Sementes

Ação de bioestimulante sobre sementes, plântulas e plantas do algodoeiro

AÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DO ALGODOEIRO¹.

CAIO MÁRCIO GUIMARÃES SANTOS², ELVIS LIMA VIEIRA³

RESUMO - Objetivou-se avaliar a ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial de plantas do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) cultivar BRS 201. Utilizou-se o bioestimulante líquido Stimulate® (0,009 % de citocinina, 0,005 % de ácido giberélico, 0,005 % de ácido indolbutírico e 99,981 % de ingredientes inertes), em aplicação via semente, nas concentrações de 3,5; 7,0; 10,5; 14,0; 17,5 e 21,0ml / 0,5 kg de sementes e como controle 10,5 ml de água destilada / 0,5 kg de sementes. Realizaram-se testes de germinação de sementes e vigor de plântulas em laboratório e avaliação do crescimento inicial de plantas em casa de vegetação. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 4 repetições. As variáveis avaliadas foram: porcentagem de germinação; porcentagem de plântulas normais, comprimento da raiz; comprimento e massa seca de plântulas aos 4 dias após a semeadura (4 DAS); porcentagem de emergência de plântulas em areia e terra vegetal 4 e 7 DAS respectivamente, altura e massa seca de plantas; número de folhas e área foliar (40 DAS). Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão. O bioestimulante aumentou o comprimento radicular e total de plântulas, porcentagem de emergência de plântulas em areia e em terra vegetal. A maior concentração do bioestimulante, 21,0 mL / 0,5 kg de sementes, proporcionou o maior rendimento de massa seca de plântulas, e o menor rendimento de massa seca da haste. O bioestimulante, na concentração de 13,9 mL / 0,5 kg de sementes, proporcionou plantas mais altas. A concentração de 9,8 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes promoveu a máxima área foliar de plantas.

Termos de indexação: *Gossypium hirsutum* L., estimulante vegetal, fisiologia desenvolvimento.

ACTION OF BIOSTIMULANT ON SEED GERMINATION, SEEDLING VIGOR AND INITIAL GROWTH OF COTTON PLANT¹

CAIO MÁRCIO GUIMARÃES SANTOS², ELVIS LIMA VIEIRA³

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the action of biostimulant on seed germination, seedling vigor and initial growth of cotton plant (*Gossypium hirsutum* L.) cv BRS 201. Liquid biostimulant Stimulate® (0.009% of citocinine, 0.005 of gibberelic acid, 0.005% of indolbutyric acid and 99.98% of inert ingredients) was used. Tests for seed germination and seedling vigor were carried out in a laboratory, whereas the evaluation of the initial growth of plants was done in a greenhouse. The experimental design was fully randomized with 7 treatments and 4 replications. The variables evaluated were germination percentage; normal seedling percentage, length of root; length and dry mass of seedlings 4 days after sowing; emergence percentage of seedlings grown in sand and black earth 4 and 7 days after sowing respectively, height and dry mass of plants; number of leaves and foliar area 40 days after sowing. The data obtained were submitted to regression analysis. The biostimulant increased the root length, as well as the total plant length, emergence percentage of seedlings in sand and black earth. A higher concentration of biostimulant, 21.0 ml/0.5 kg of seeds, provided a bigger yield of dry mass in plants, and a smaller yield of dry mass in the plant stem. The biostimulant, at a concentration of 13.9 ml / 0.5 kg of seeds provided taller cotton plants. The concentration of 9.8 ml of Stimulant® / 0.5 kg of seeds promoted the maximum foliar area of plants.

Index terms: *Gossypium hirsutum* L., plant stimulant, physiology, development.

¹ Aceito para publicação em.....; parte da Dissertação de Mestrado em Fitotecnia pelo primeiro autor apresentada à Escola de Agronomia/UFBA, Cruz das Almas, BA

² Eng^o Agr^o, Mestrando em Ciências Agrárias/UFBA, Cruz das Almas-BA, 44380-000; e-mail: caiomaguisa@ig.com.br

³ Eng^o Agr^o, Dsc. Fitotecnia; Prof. Fisiologia Vegetal, Depto. Fitotecnia da Escola de Agronomia/UFBA, Cruz das Almas-BA, 44380-000; e-mail: elvieira@ufba.br

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do algodão é um dos principais agronegócios do Brasil e do mundo, empregando mais de um milhão de pessoas diretamente, apenas nos setores industriais, e gerando, somente na indústria brasileira, mais de US\$ 1,5 bilhões por ano. A utilização pelos produtores, de técnicas de produção adequadas, desde a escolha da semente, até o momento da colheita, resulta em fibras com qualidade e expressão internacional, conquistando importantes mercados. Na busca de melhorias nos atuais níveis de produtividade e redução nos custos de produção do algodoeiro no Brasil, novas tecnologias vêm sendo incorporadas ao sistema de produção. Entre as novas tecnologias em estudo, a manipulação da arquitetura das plantas do algodoeiro com biorreguladores é uma das estratégias agronômicas para o incremento da produtividade (Hodges et al., 1991).

Reguladores de crescimento de plantas, usualmente são definidos como compostos orgânicos não nutrientes, que afetam os processos fisiológicos do crescimento e do desenvolvimento quando aplicados em baixas concentrações. Segundo McConnell et al. (1992), os efeitos potenciais dos reguladores de crescimento, na cultura do algodoeiro são a redução do crescimento vegetativo, a melhoria da arquitetura da planta, o aumento da retenção de frutos nas primeiras posições dos ramos frutíferos, o aumento da precocidade, e as melhorias na eficiência da colheita e na qualidade dos frutos colhidos.

Lamas e Athayde (1999), estudando o efeito do Cloreto de Mepiquat (CM) e do Thidiazuron sobre algumas características das sementes do algodoeiro, observaram aumento do peso de 100 sementes e da massa seca de plântulas, nas doses 50, 75, 100 e 125 g ha⁻¹ de CM em três épocas de aplicação; 42, 60 e 73 dias após a emergência (DAE).

Para Bewley e Black (1994), os reguladores endógenos podem estar envolvidos em vários processos durante o desenvolvimento das sementes como: no crescimento e desenvolvimento da semente, tecidos extra seminais, na acumulação e armazenamento de reservas e diversos efeitos fisiológicos em tecidos e órgãos.

De acordo com Castro e Vieira (2001), estimulante vegetal ou bioestimulante refere-se à mistura de reguladores vegetais, ou de um ou mais

reguladores com outros compostos de natureza bioquímica diferente (aminoácidos, nutrientes, e vitaminas), como, por exemplo o Stimulate®. Essa substância 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 (Stoller do Brasil, 1998).

Milléo (2000), avaliando a eficiência agrônômica do Stimulate®, aplicado via semente e foliar na cultura da soja, verificou que o produto foi eficiente agronomicamente e que proporcionou maior produção de vagens e de grãos. Segundo Vieira (2001), a ação do bioestimulante Stimulate®, nas concentrações: 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 mL / 0,5 Kg de sementes de feijoeiro, demonstraram incrementos significativos sobre as variáveis germinação de sementes, massa seca de raízes e número de plântulas normais, e redução na porcentagem de plântulas anormais.

Belmont et al. (2003), avaliando o efeito do Stimulate® (10, 15, 20 e 25,0 mL / 0,5 kg de sementes) sobre a germinação de sementes de três cultivares de algodão (CNPA 7H, BRS Verde e Aroeira do Sertão) registraram resposta positiva na germinação de sementes.

No presente estudo, objetivou-se avaliar a ação do bioestimulante Stimulate® aplicado via sementes, na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) cultivar BRS 201.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal e em Casa de Vegetação do Departamento de Fitotecnia da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, no município de Cruz das Almas-BA nos meses de fevereiro, março e abril de 2003. Foram utilizadas sementes de algodoeiro deslindadas, cultivar BRS 201, e o bioestimulante Stimulate®, um produto líquido composto de três reguladores vegetais: 90 mg L⁻¹ (0,009 %) de cinetina (citocinina), 50 mg L⁻¹ (0,005 %) de ácido giberélico (giberelina), 50 mg L⁻¹ (0,005 %) de ácido indolbutírico (auxina) e (99,981 %) de ingredientes inertes (Stoller do Brasil, 1998). As concentrações utilizadas foram: 3,5; 7,0; 10,5; 14,0; 17,5 e 21,0

mL / 0,5 kg de sementes e como controle 10,5 mL de água destilada / 0,5 kg de sementes.

Aplicou-se o Stimulate® com o auxílio de uma pipeta graduada, diretamente sobre as sementes acondicionadas em sacos plásticos transparentes com capacidade de 2,0 kg. Após a aplicação do produto ou da água destilada (controle) sobre a massa de sementes, os sacos contendo as sementes mais produto ou água destilada foram inflados com ar e agitados vigorosamente durante 1 a 2 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. Após este intervalo de tempo, os ensaios foram instalados.

Os efeitos do Stimulate® foram determinados mediante testes de germinação de sementes, e de vigor de plântulas e a avaliação do crescimento inicial das plantas. **Germinação de sementes** – O estudo foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes por repetição, para cada concentração do Stimulate®. Utilizou-se papel toalha previamente umedecido na proporção de duas vezes e meia o volume de água em relação a massa do papel (Marcos Filho et al. 1987). Os rolos foram colocados em germinador, à temperatura de 25º C e as avaliações, diferentemente, ao previsto (4 a 12 dias) em Brasil (1992), ocorreram quatro dias após a semeadura (DAS), devido à completa finalização do teste. Os resultados foram computados em porcentagem. **Vigor de plântulas** - Foi avaliado juntamente com o teste de germinação verificando-se a porcentagem média de plântulas normais (primeira contagem de germinação), aos quatro DAS. O comprimento e a massa seca de plântulas foram determinados aos quatro DAS, usando-se quatro repetições de 10 sementes. **Emergência de plântulas em areia** – Foi determinada aos quatro e sete DAS – em sete caixas de isopor (67,0 cm x 34,0 cm x 12,0 cm) em forma de tubetes, contendo areia lavada, peneirada e umedecida com água. Utilizou-se quatro repetições de 25 sementes para cada concentração estudada. Em estudo paralelo foi acompanhada a emergência de plântulas em terra vegetal utilizando-se quatro repetições de 4 sementes para cada concentração em sacos de polietileno preto com capacidade para 3 kg. Os resultados foram registrados em porcentagem: **Crescimento inicial** – Este estudo foi feito durante o período de 40 dias, usando-se quatro repetições com quatro sementes para cada concentração, acondicionadas em sacos de polietileno preto

com terra vegetal e capacidade para 3 kg. Aos 15 DAS realizou-se um desbaste, permanecendo uma planta / saco, onde determinou-se: altura de planta com uma régua milimetrada; número de folhas / planta por meio da contagem direta; massa seca de planta, em estufa à 80 °C por 24 horas e área foliar pelo método do disco foliar (Johnson, 1967). **Análise estatística dos resultados** - O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições. Os dados coletados foram submetidos à análise estatística de variância e em função do nível de significância no teste de F para doses (fator quantitativo) de Stimulate®, procedeu-se ao estudo de regressão polinomial, utilizando-se o programa estatístico SAEG (Ribeiro júnior, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis, porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas normais, número de folhas e massa seca de planta, não foram significativamente influenciadas pelo bioestimulante, Stimulate® (Tabela 1).

Os resultados demonstraram efeito significativo (Tabela 2) para o comprimento das raízes ($P < 0,01$) e das plântulas ($P < 0,05$) do algodoeiro em função das concentrações do bioestimulante aplicado via semente. Derivando-se as seguintes equações de regressão estimadas, $\hat{Y} = - 0,0147x^2 + 0,5123x + 9,7945$ e $\hat{Y} = - 0,0145x^2 + 0,5071x + 14,937$, às quais, apresentaram boa qualidade de ajuste constatada pelos valores dos coeficientes de determinação de 73,2 % e 69,7 % respectivamente. Verificou-se que os máximos comprimentos das raízes (14,25 cm) e total de plântulas (19,37 cm) foram obtidos para as concentrações de 17,4 e 17,5 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes, respectivamente, registrando-se um aumento de 45,5 % no comprimento radicular e 29,7 % no comprimento total de plântulas em relação ao tratamento controle. Vieira (2001), estudando a ação do Stimulate® em sementes de arroz e feijão observou que o comprimento radicular total dos sistemas radiculares aumentou em 37,7 % para a concentração de 2,3 mL de Stimulate® nas plantas de arroz e 19,8 % para a concentração de 5,0 mL de Stimulate® / 0,5 Kg de sementes, no feijoeiro.

Nas Figuras 1 e 2 dentre as concentrações utilizadas em comparação aos valores das concentrações estimadas pelas equações de regressão, as doses de

14,0 e 17,5 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes proporcionaram os maiores valores de comprimento de raízes e total de plântulas de algodoeiro em relação ao controle. Para Bewley e Black (1978), a expansão celular em tecidos de plantas é geralmente considerado como sendo regulado por hormônios, especialmente auxinas e giberelinas. Existe relativamente, pouca evidência de que tais substâncias reguladoras do crescimento funcionam como uma chave regulatória na emergência da radícula “raiz primária”, entretanto, encontra-se bem estabelecido que aplicações exógenas de certos reguladores vegetais em sementes, promovem sua germinação.

Gomes et al. (2003), avaliando nas variedades de feijoeiro ‘Valente’ e ‘Talismã’ 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 da raiz e parte aérea das plântulas, concluíram que o produto comercial Stimulate® apresentou efeitos positivos na variedade Valente, enquanto que na variedade Talismã o efeito positivo da inoculação predominou sobre o efeito do produto.

O modelo cúbico, $\hat{Y} = 0,024x^3 - 0,8503x^2 + 7,7302x + 46,929$, com coeficiente de determinação de 82,8 %, foi significativo para representar a porcentagem de emergência em areia no 4º DAS. De acordo com a equação, a concentração de 6,1 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes (ponto de máximo) apresentou 67,9 % de plântulas emersas, com incremento de 44,7 % em relação à concentração controle. Lima et al. (2003), estudando o efeito do Stimulate® sobre a germinação e o desenvolvimento inicial do algodoeiro “BRS Marron” em substrato com 80 % de areia e 20 % de esterco curtido registraram 100 % de emergência das sementes na dose de 25,0 mL Kg⁻¹ de sementes aos quatro dias após o início da emergência. Isto evidencia a influencia do fator genético na resposta do algodoeiro ao tratamento com Stimulate®. No presente estudo com a cultivar BRS 201, doses elevadas do bioestimulante provocaram efeitos prejudiciais à emergência, devido, provavelmente, a algum desequilíbrio hormonal interno das plântulas que nessa fase de desenvolvimento requerem eficiência nos processos metabólicos e morfogenéticos.

Por outro lado, isto não ocorreu para a emergência em terra vegetal, que apresentou um comportamento linear, $\hat{Y} = 2,1684x + 22,768$, com 63 % de coeficiente de determinação (Figura 4). A cada aumento unitário (1,0 mL) na

concentração de Stimulate® / 0,5 kg de sementes, aumentou em 2,2 % a porcentagem de emergência de plântulas, obtendo-se o valor máximo estimado para a maior concentração estudada.

A massa seca de plântulas também apresentou efeito linear, $\hat{Y} = 0,0019x + 0,0764$ com o maior valor 0,1163 g de matéria seca obtida para a concentração mais elevada de Stimulate® (21,0 mL / 0,5 kg de sementes), superando em 52,2 % do tratamento testemunha (Figura 5). O ajuste (R^2) de 51,6 % para a equação, com um relativo distanciamento da média dos tratamentos pode estar relacionado com o desigual crescimento e desenvolvimento da raiz e do hipocótilo. Sendo a radícula, geralmente, o primeiro ponto de crescimento formado pela semente (Coll et al., 1992), além de ser sítio de síntese e liberação de hormônios vegetais, como a auxina à qual é muito sensível em baixas concentrações, o seu crescimento e desenvolvimento é mais rápido e pronunciado do que o do hipocótilo, provavelmente, o que lhe confere a facilidade de interagir com o produto.

O Stimulate® age de forma eficiente e eficaz sobre diversos processos fisiológicos fundamentais das plantas superiores, como: germinação de sementes, vigor inicial de plântulas e produção de compostos orgânicos (Vieira e Castro, 2004). Assim, observa-se um rápido crescimento e desenvolvimento das plântulas avaliadas após o início do processo germinativo. O bioestimulante pode ter influenciado positivamente nas reações metabólicas, principalmente entre as concentrações trabalhadas de 10,5 e 21,0 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes.

Para a variável massa seca da haste de plantas, o modelo de regressão cúbico, $\hat{Y} = -0,0002x^3 + 0,0042x^2 - 0,0237x + 0,2748$, com 85,94 % de coeficiente de determinação, apresentou dois pontos limites, um de máximo (10,0 mL) e outro de mínimo (3,9 mL). A Figura 6 apresenta um decréscimo nos valores de massa seca da haste após a concentração zero até o ponto de mínimo, com uma redução de 16,3 % (0,23 g), depois os valores começaram a crescer até atingir o ponto de máximo que por sua vez, também provocaram uma redução de 9,0 % (0,25 g) em comparação ao controle. A aplicação do produto fez com que todas as concentrações do bioestimulante contribuíssem negativamente no incremento de massa seca da haste, sendo até 16,3 % inferior ao controle. Diferentemente dos valores estimados pela equação de regressão, as concentrações avaliadas; 10,5; 14,0 e 17,5 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes demonstraram-se

favoráveis ao incremento de massa seca, enquanto, a concentração mais elevada (21,0 mL) limitou o crescimento vegetal. Todavia, a massa seca de plantas é um dos melhores indicadores do crescimento de plantas.

O modelo de regressão, $\hat{Y} = -0,005x^3 + 0,1306x^2 - 0,7315x + 18,869$, com alta qualidade de ajuste ($R^2 = 0,97$) foi encontrado para a variável altura de plantas, onde a concentração de 13,9 mL de Stimulate®, o ponto de máximo da equação, promoveu um aumento de aproximadamente de 8,6 % , representando 20,5 cm (Figura 7). A concentração de 3,5 mL , representando o ponto de mínimo, reduziu em 6,24 % a altura de plantas correspondendo ao valor de 17,7 cm em comparação ao controle com 18,9 cm de altura. Segundo o modelo de regressão a concentração 13,9 mL promoveu um incremento de 1,64 cm em relação ao controle, e a concentração de 3,51 mL do produto reduziu em 1,17 cm a altura das plantas de algodoeiro. Os melhores resultados para a variável altura de plantas encontram-se entre as concentrações; 10,5 e 14,0 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes, sendo que concentrações inferiores e/ou superiores foram incapazes de estimular significativamente o crescimento e podendo até mesmo ter provocado algum efeito fitotóxico, como registrado na maior concentração trabalhada (21,0 mL). Onde verifica-se os menores valores de altura de plantas dentre todos os tratamentos.

Para a variável área foliar aumentos de até 61,2 % foram alcançados correspondendo a concentração de 9,8 mL do produto por 0,5 kg de sementes segundo o modelo de regressão quadrático, $\hat{Y} = -0,5137x^2 + 10,074x + 80,666$, com 56,3 % de coeficiente de determinação. Proporcionou também o maior número de folhas das plantas de algodoeiro. Podendo-se atribuir aos reguladores vegetais presentes no produto, em uma proporção equilibrada e favorável, um efeito biológico positivo no crescimento das folhas, através da divisão, expansão e diferenciação celular (Sampaio, 1998). Diferentemente, a concentração mais alta de 21,0 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes proporcionou para a expansão foliar, os menores incrementos na área foliar.

CONCLUSÕES

- O Stimulate® administrado via sementes, aumenta o comprimento radicular e total de plântulas, e a porcentagem de germinação de plântulas em areia, principalmente, as concentrações de 17,4; 17,5 e 6,1 mL / 0,5 kg de sementes, respectivamente.
- Incrementos de 1,0 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes, aumenta significativamente em 2,2 % a porcentagem de emergência de plântulas em terra vegetal.
- A maior concentração do bioestimulante, 21,0 mL / 0,5 kg de sementes, proporciona o maior rendimento de massa seca de plântulas e o menor rendimento de massa seca da haste.
- O bioestimulante, na concentração de 13,9 mL / 0,5 kg de sementes, proporciona plantas mais altas.
- A concentração de 9,8 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes promove a máxima área foliar de plantas.
- A concentração 10,5 mL / 0,5 kg de sementes do bioestimulante apresenta no cômputo geral, os resultados mais favoráveis sobre a emergência, o vigor de plântulas e o crescimento inicial das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELMONT, K. P. DE C.; BRUNO, R. de L. A.; BELTRÃO, N. E. de M.; COELHO, R. R. P.; SILVA, M. T. C. Ação de fitorregulador de crescimento na germinação de sementes de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., Goiânia, 2003. **Anais**. Goiânia, 2003, 4p. CD – ROM.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**. New York: Springer – Verlag; Berlin: Heidelberg, 1978. 306p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: Physiology of development and germination. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. 2ed. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 1992, 365p.

CASTRO, P. R. C. & VIEIRA, E.L. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba-RS: Agropecuária, 2001, 132 p.

COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S.; TAMÉS, R. S. **Fisiologia vegetal**. Madrid: Piramide, 1992. 662p.

GOMES, G. F.; MARTIN-DIDONET, C. C. G.; DIDONET, A. D. Bioensaio com plântulas de feijoeiro tratadas com Stimulate® e inoculadas com *Azospirillum brasilense* Sp 245. **Brasilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v. 15, p. 426, 2003. Suplemento

HODGES, H.F.; REDDY, V.R.; REDDY, K.R. Mepiquat chloride and temperature effects on photosynthesis and respiration of fruiting cotton. **Crop Science**, Madison, v.31, n.5, p.1302-1308, Sept./Oct. 1991.

JOHNSON, R. E. Comparison of methods for estimating cotton leaf area. **Agronomy Journal**, v. 59, 1967. p. 493 – 494.

LAMAS, F. M.; ATHAYDE, M. L. F. Efeito do cloreto de mepiquat e do thidiazuron sobre algumas características das sementes do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2015 - 2019, nov. 1999.

LIMA, C. L. D. de; FARIAS, V. de A.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. Efeito de regulador de crescimento sobre a germinação e desenvolvimento inicial do algodoeiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO**, 4., Goiânia, 2003. **Anais**. Goiânia, 2003, 5p. CD – ROM.

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

McCONNELL, J. S.; BAKER, W. H.; FRIZZEL, B. S.; VARVIL, J. J. Response of cotton to nitrogen fertilization and early multiple applications of mepiquat chloride. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v. 15, n. 4, p. 457 – 468, 1992.

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. 18p. (Relatório Técnico).

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SAMPAIO, E. S. de. **Fisiologia Vegetal: teoria e experimentos**. Ponta Grossa, Editora UEPG, 1998. 190p.

STOLLER DO BRASIL. **Stimulate® Mo em hortaliças**: informativo técnico. Cosmópolis: Stoller do Brasil. Divisão Arbore, 1998. 1v.

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.)**. ESALQ, 2001. 122p. 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. 47p.

TABELA 1. Resumo da análise de variância para as variáveis germinação, plântulas normais, número de folhas e massa seca de planta para a cultura do algodoeiro, em resposta ao tratamento de sementes com sete concentrações do bioestimulante, Stimulate®.

| QM | | | | | |
|--------------|----|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|
| FV | GL | Germinação (%) | Plântulas normais (%) | Nº de folhas (unidade) | Massa seca de planta (g) |
| Concentração | 6 | 8,9523 ^{ns} | 21,1428 ^{ns} | 0,3214 ^{ns} | 0,0918 ^{ns} |
| Erro | 21 | 10,9047 | 42,2857 | 0,5000 | 0,0766 |
| CV (%) | | 3,6000 | 9,3700 | 15,2300 | 32,2200 |
| Média Geral | | 91,7857 | 69,4285 | 4,6428 | 0,8592 |

ns- não significativo

TABELA 2. Resumo da análise de variância para as variáveis (Craiz, Ctotal, EMa, Emt, MSpl, MShas, Altp, e AF)¹ para a cultura do algodoeiro, em resposta ao tratamento de sementes com sete concentrações do bioestimulante Stimulate®.

| FV | GL | QM | | | | | | | |
|--------------|----|------------|-------------|------------|-------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| | | Craiz (cm) | Ctotal (cm) | EMa (%) | EMt (%) | MSpl (g) | MShas (g) | Altp (cm) | AF (cm ²) |
| Concentração | 6 | 15,5426 | 16,0526 | 281,1429 | 1703,8690 | 0,00167 | 0,0155 | 13,3832 | 4141,9076 |
| Linear | 1 | 57,4289 | 56,5302 | 28,0000 | 6450,8929** | 0,0052 ⁺ | 0,0057 | 4,8057 | 698,2511 |
| Quadrática | 1 | 10,8289** | 10,5754* | 457,3333 | 267,8571 | 0,0006 | 0,0340 | 34,0744 | 13304,9879** |
| Cúbica | 1 | 17,5617 | 20,9440 | 912,6667** | 0,0000 | 0,0007 | 0,0400 ⁺ | 39,2704 ⁺ | 442,5568 |
| Desvio | 3 | 2,4788 | 2,7554 | 96,2857 | 1168,1548 | 0,0014 | 0,0043 | 0,7162 | 3468,5500 |
| Erro | 21 | 1,1699 | 1,8385 | 63,2381 | 706,8452 | 0,0015 | 0,0101 | 9,8080 | 1709,3917 |
| CV (%) | | 8,4200 | 7,5500 | 13,8500 | 58,3900 | 39,4600 | 38,2800 | 16,8700 | 39,5100 |
| Média Geral | | 12,8403 | 17,9550 | 57,4285 | 45,5357 | 0,0968 | 0,2629 | 18,5607 | 104,6393 |

** Significativo a nível de 1 % de probabilidade, * Significativo a nível de 5 % de probabilidade, ⁺ Significativo a nível de 8 % de probabilidade ¹ **Craiz**-Comprimento da raiz; **Ctotal**-Comprimento total de plântulas; **EMa**-Emergência de plântulas em areia no quarto dia; **EMt**-Emergência de plântulas em terra vegetal no quarto dia; **MSpl**-Massa seca de plântulas; **MShas**-Massa seca da haste de planta; **Altp**-Altura de plantas e **AF**-Área foliar.

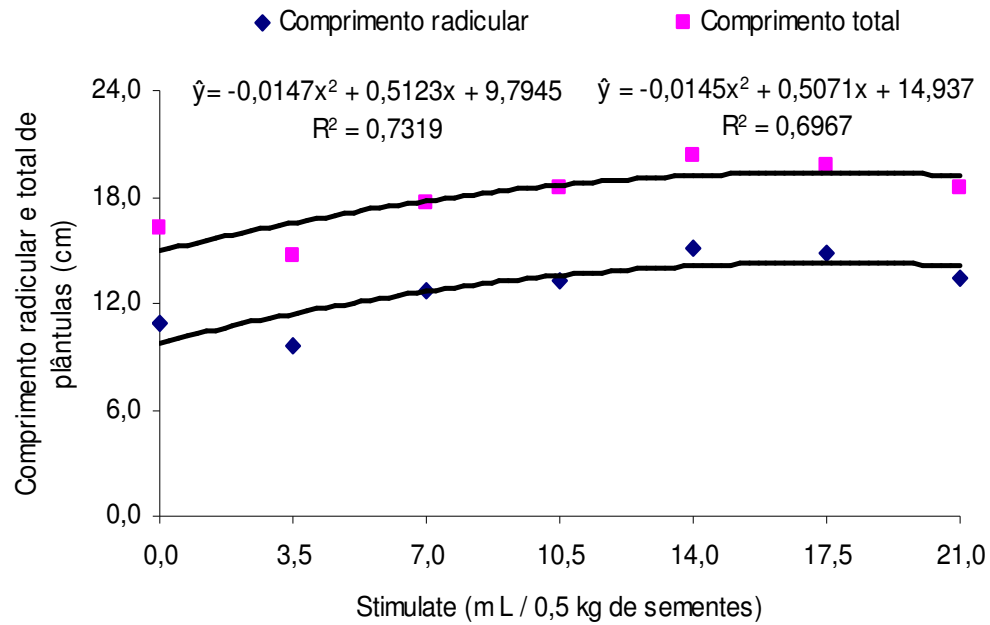


FIG. 1. Comprimento radicular e total de plântulas de algodoeiro aos quatro dias após a semeadura, com sementes submetidas a sete concentrações de Stimulate®

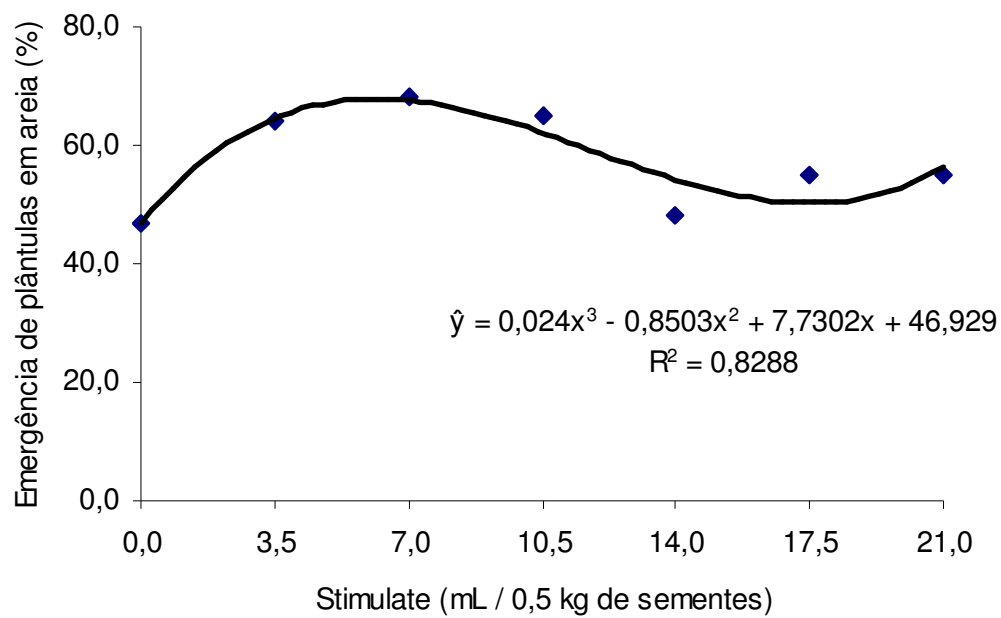


FIG. 2. Emergência de plântulas de algodoeiro em areia aos quatro dias após a semeadura, com sementes submetidas a sete concentrações de Stimulate®.

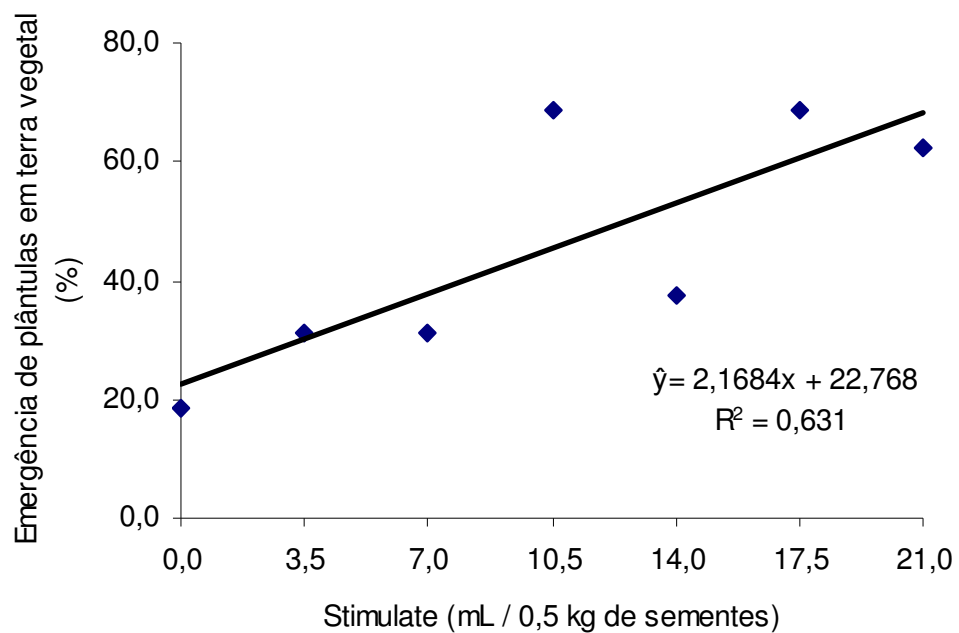


FIG. 3. Emergência de plântulas em terra vegetal aos quatro dias após a semeadura, com sementes submetidas a sete concentrações de Stimulate®.

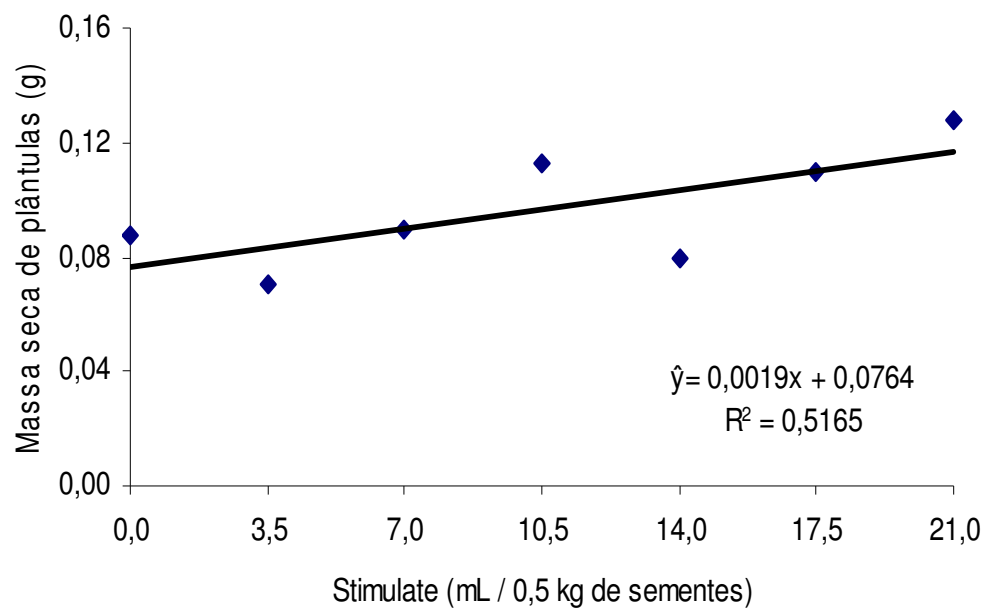


FIG. 4. Massa seca de plântulas aos quatro dias após a semeadura, com sementes submetidas a sete concentrações de Stimulate®.

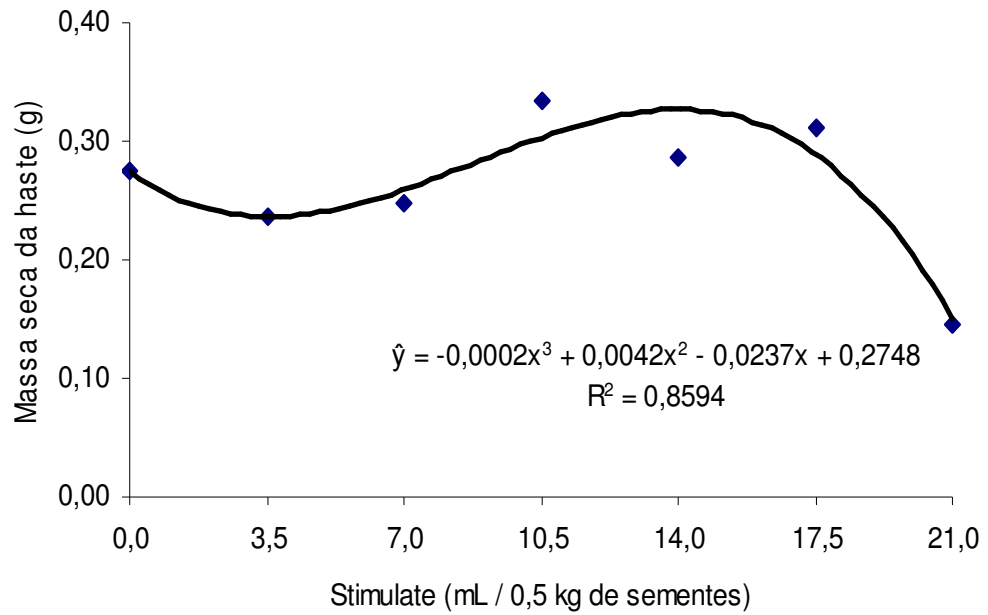


FIG. 5. Massa seca da haste aos quatro dias após a semeadura, com sementes submetidas a sete concentrações de Stimulate®.

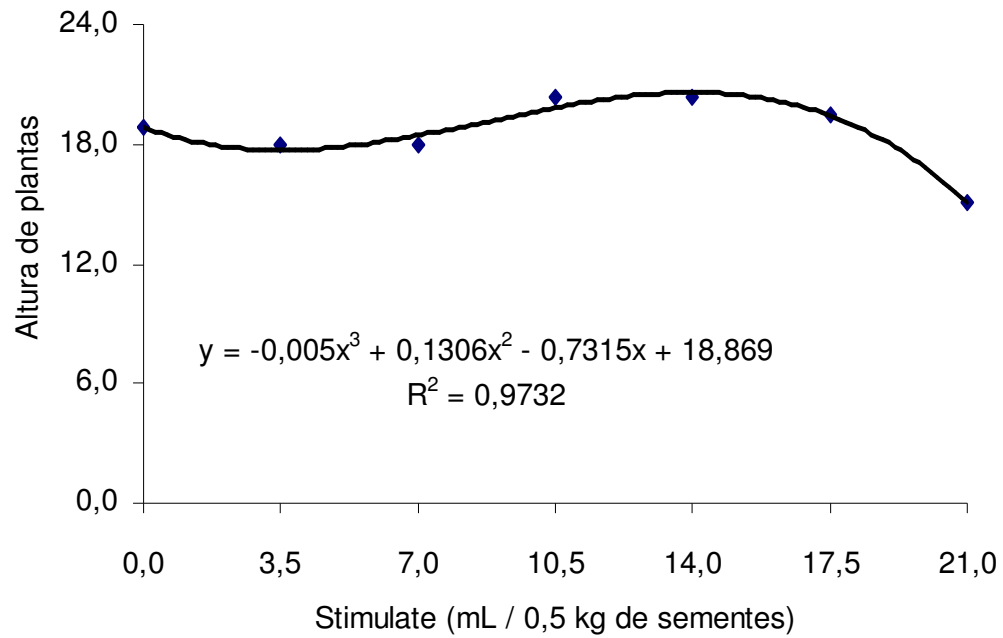


FIG. 6. Altura de plantas aos quatro dias após a semeadura, com sementes submetidas a sete concentrações de Stimulate®.

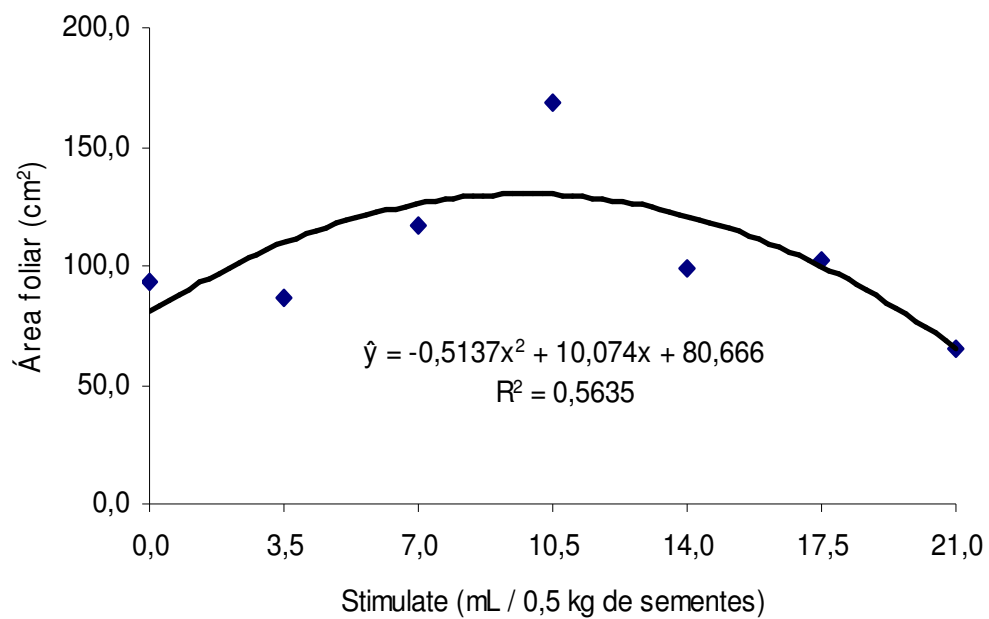


FIG. 7. Área foliar aos quatro dias após a semeadura, com sementes submetidas a sete concentrações de Stimulate®.

CAPÍTULO 2

AÇÃO DE BIOESTIMULANTE NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO SISTEMA RADICULAR DO ALGODOEIRO EM CONDIÇÕES DE RIZOTRON¹

¹Artigo ajustado para submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Revista Brasileira de Ciência do Solo

AÇÃO DE BIOESTIMULANTE NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO SISTEMA RADICULAR DO ALGODOEIRO EM CONDIÇÕES DE RIZOTRON¹.

C. M. G. Santos², E. L. Vieira³

RESUMO - Objetivou-se determinar os efeitos do bioestimulante Stimulate®, aplicado via sementes, sobre o crescimento e desenvolvimento inicial do sistema radicular do algodoeiro em condições de rizotrons. Utilizaram-se sementes da cv. CNPA ITA 90 e o bioestimulante Stimulate® (0,009 % citocinina, 0,005% de ácido giberélico, 0,005 % de ácido indolbutírico e 99,981 % de ingredientes inertes), nas concentrações de 3,5; 7,0; 10,5; 14,0 e 17,5 mL / 0,5 kg de sementes e como controle 10,5 mL de água destilada / 0,5 kg de sementes. Os rizotrons semicirculares foram construídos com tubos de PVC, e instalados em casa de vegetação, contendo uma planta cada. O delineamento foi inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 4 repetições. Determinou-se as massas secas de raiz, parte aérea e total das plantas no 16º dia após a semeadura (DAS), a taxa de crescimento radicular e o crescimento radicular vertical das plantas em condições de rizotron. Os resultados foram submetidos à análise de regressão. O Stimulate® aumenta a produção de massa seca da raiz, parte aérea e total no período de 16 DAS, bem como a taxa de crescimento radicular vertical e o crescimento radicular vertical, no período de treze dias. Concentrações superiores a 6,5 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes reduz a taxa de crescimento radicular vertical. A concentração de 8,5 ml / 0,5 kg de sementes proporciona um crescimento radicular vertical superior em 13,6 % ao controle. A utilização dos rizotrons proporciona rápidas, fáceis e sucessivas avaliações do sistema radicular de plantas de algodoeiro.

Termos de indexação: *Gossypium hirsutum* L., estimulante vegetal, fisiologia, raiz.

ACTION OF BIOSTIMULANT ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF COTTON PLANT ROOT SYSTEM IN RIZOTRON CONDITIONS¹

C. M. G. Santos², E. L. Vieira³

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the effects of biostimulant Stimulate®, applied through seeds, on the initial growth and development of cotton plant root system in rizotron conditions. Seeds cv c. NPA ITA 90 and biostimulant Stimulate® (0.009% citocinine, 0.005% of gibberelic acid, 0.005% of indolbutyric acid and 99.98% of inert ingredients) were used. The semicircular rizotrons made out of PVC were installed in a greenhouse, each containing one plant. The experimental design was fully randomized with 6 treatments and 4 replications. The dry mass of root, aerial and total part of plant were determined 16 days after sowing, and the rate of root growth and the vertical root growth of plants in rizotron conditions. The results were submitted to regression analysis. Stimulate® increased the production of dry mass in roots, aerial and total part of plants 10 days after sowing, as well as the rate of vertical root growth and vertical root growth in a 13 – day period. Concentrations higher than 8.5 ml / 0.5 kg of seeds provided a vertical root growth 13.6% up on that of the control. The utilization of rizotrons provided quick, easy and successive evaluations of cotton root system.

Index terms: *Gossypium hirsutum* L., plant stimulant, physiology, root.

¹ Aceito para publicação em; parte da Dissertação de Mestrado em Fitotecnia pelo primeiro autor apresentada à Escola de Agronomia / UFBA, Cruz das Almas, BA

² Eng^o Agr^o, Mestrando em Ciências Agrárias / UFBA, Cruz das Almas – BA, 44.380-000; e-mail: caiomaguisa@ig.com.br

³ Eng^o Agr^o, Dsc. Fitotecnia; Prof. Fisiologia Vegetal, Depto. Fitotecnia da Escola de Agronomia/UFBA, Cruz das Almas-BA, 44380-000; e-mail: elvieira@ufba.br

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do sistema radicular do algodoeiro envolve estratégias que são comuns no desenvolvimento de órgãos de plantas e aspectos que são particulares das raízes. Todos os aspectos do desenvolvimento radicular são influenciados pelos hormônios vegetais, com fortes efeitos atribuídos a auxina, citocinina e etileno. Existe grande dificuldade na interpretação dos efeitos de aplicações exógenas de reguladores vegetais nas taxas hormonais internas, gerando considerável controvérsia na literatura (Schiefelbein & Benfey, 1991).

O termo arquitetura radicular tem sido utilizado em vários contextos para se referir aos aspectos da forma dos sistemas radiculares de plantas. Existe grande evidência de que a arquitetura radicular é um aspecto fundamental da produtividade das plantas, especialmente nos muitos ambientes caracterizados por uma baixa disponibilidade de água e nutrientes (Lynch, 1995).

Muito da pesquisa do envolvimento de substâncias de crescimento de planta no enraizamento tem parte com a relação entre as combinações conhecidas e a procura por novas combinações promotoras ou inibidoras, porém há um alto grau de variabilidade no processo de enraizamento.

Segundo Castro & Vieira (2001), bioestimulantes ou estimulantes vegetais referem-se às misturas de reguladores vegetais ou de reguladores vegetais com outros compostos de natureza bioquímica diferente (aminoácidos, micronutrientes, vitaminas). Segundo Casillas et al. (1986), essas substâncias são eficientes quando aplicadas em baixas concentrações favorecendo o bom desempenho dos processos vitais da planta, permitindo assim a obtenção de maiores e melhores colheitas, além de garantir rendimentos satisfatórios em condições ambientais adversas.

Vellini & Rosolem (1997), avaliando a eficiência agronômica do Stimulate® em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) concluíram que o produto teve efeito positivo sobre a produtividade, quando aplicado associado aos nutrientes minerais cobalto e molibdênio, aumentando também a produção de proteína.

Avaliando o efeito do Stimulate® (250, 375 e 750 mL ha⁻¹) aplicado nas sementes e em pulverizações (3º trifólio, 15 dias depois da aplicação no estágio de 3º trifólio e no início do florescimento), no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), Alleoni (1997), concluiu que houve um aumento

no desenvolvimento inicial das plantas em até 1,2 % quando o produto foi aplicado nas sementes e em até 4,3 e 2,9 % no desenvolvimento final.

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 subterrâneas, 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 clara-transparente fixa e inclinados 25° com a vertical, oferecem uma alternativa em relação aos sistemas mais caros como os rizotrons e minirizotrons.

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. Estas observações são geralmente assumidas para extrapolar o crescimento radicular das plantas em condições de campo.

Objetivou-se determinar os efeitos do bioestimulante Stimulate®, aplicado via sementes, sobre o crescimento e desenvolvimento inicial do sistema radicular do algodoeiro, em condições de rizotrons.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se sementes de algodão cv. CNPA ITA 90 e o bioestimulante Stimulate® 0,009 % de cinetina, 0,005 % de ácido giberélico e 0,005 % de ácido indolbutírico (Stoller do Brasil, 1998), nas concentrações de 3,5; 7,0; 10,5; 14,0 e 17,5 mL / 0,5 kg de sementes e 10,5 mL de água destilada / 0,5 kg de sementes como controle.

Aplicou-se o Stimulate® com o auxílio de uma pipeta graduada, diretamente sobre as sementes acondicionadas em sacos plásticos transparentes com capacidade de 2,0 kg. Após a aplicação do produto ou da água destilada (controle) sobre a massa de sementes, os sacos contendo as sementes mais produto ou água destilada foram inflados com ar e agitados vigorosamente durante 1 a 2 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. Após este intervalo de tempo, os ensaios foram instalados.

Com a finalidade de observar os efeitos do Stimulate® sobre o crescimento e desenvolvimento radicular do algodoeiro, utilizaram-se 24 rizotrons com altura de 0,59 m e diâmetro igual a 0,24 m, para as seis concentrações avaliadas, com quatro repetições cada, no delineamento inteiramente casualizado. O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação.

Os rizotrons semicirculares foram construídos com tubos de PVC, possuindo vidro comum com espessura de 4,0 mm na face plana frontal, protegido por uma folha de compensado de madeira, colocada em canaletas laterais de alumínio (Figura 1). Cada rizotron, com volume de 0,06266 m³, foi preenchido com terra originária de solo tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, corrigido com calcário dolomítico para V = 60 %. Foram então, colocados sobre mesas de madeira e inclinados em sua face plana frontal, formando um ângulo de 25° com a vertical (Glinski et al., 1993), o que favoreceu o crescimento e distribuição das raízes sobre a face interna do vidro do rizotron, facilitando a visualização, as mensurações e a obtenção dos desenhos dos sistemas radiculares das plantas. Os sistemas foram umedecidos de modo a manter o solo próximo à capacidade de campo, durante o período de 10 a 15 dias, tempo necessário para a realização das observações planejadas.

Em cada rizotron foram colocadas quatro sementes, em contato com a face interna do vidro, na região superior central. Quatro dias após a semeadura (DAS), realizou-se um desbaste deixando apenas uma plântula por rizotron, momento em que se iniciaram as medições do comprimento da raiz primária. Para isto, foram utilizadas folhas ou plásticos transparentes, identificados e afixados na face externa do vidro e canetas de retroprojeter de várias cores, registrando-se diariamente o crescimento radicular vertical (CRV), até o momento em que as

primeiras raízes atingiram a base do rizotron (Figura 2). Ao final das medições, todo o sistema radicular exposto neste plano, foi cuidadosamente desenhado sobre as folhas de transparências ou de plásticos. A partir desses desenhos foi possível determinar o crescimento radicular vertical (CRV), em cm, e a taxa de crescimento radicular vertical (TCRV) diário da raiz primária (cm dia⁻¹) (Vieira, 2001). Para o cálculo da TCRV utilizou-se a seguinte expressão matemática (Palma et al., 1992):

$TCRV = CRV_f - CRV_i / \Delta T$, onde:

CRV_f = crescimento radicular vertical final (cm)

CRV_i = crescimento radicular vertical inicial (cm)

ΔT = intervalo de tempo entre os registros do CRV (dia)

Simultaneamente e nas mesmas condições ambientais, e utilizando-se o mesmo tipo de substrato dos rizotrons, foi instalado um ensaio de acompanhamento. Utilizaram-se 24 vasos plásticos de polietileno preto com capacidade de 3,0 kg, contendo duas plantas cada, com a finalidade de avaliar o acúmulo de massa seca nas raízes e parte aérea das plantas, durante o mesmo período das mensurações do crescimento radicular das plantas de algodoeiro nos rizotrons. Para obtenção da massa seca da parte aérea das plantas, o material foi colhido, colocado em sacos de papel devidamente identificados e acondicionados em estufa à 65° C, durante 72 horas. Após este período o material foi pesado em balança com precisão de 0,001 g. As raízes das plantas foram separadas do solo com auxílio de jato d'água e peneira de malha 0,5 cm. Após este procedimento, as raízes foram submetidas ao mesmo processo descrito para a parte aérea, visando a obtenção da massa seca das mesmas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 4 repetições, em esquema de parcela subdividida no tempo. Em função do nível de significância no teste de F para concentrações de Stimulate® (fator quantitativo) procedeu-se ao estudo de regressão polinomial, utilizando-se o programa estatístico SAEG (Ribeiro júnior, 2001).



Figura 1. Rizotrons construídos a partir de tubos de PVC em formato semi-circular utilizados no experimento.

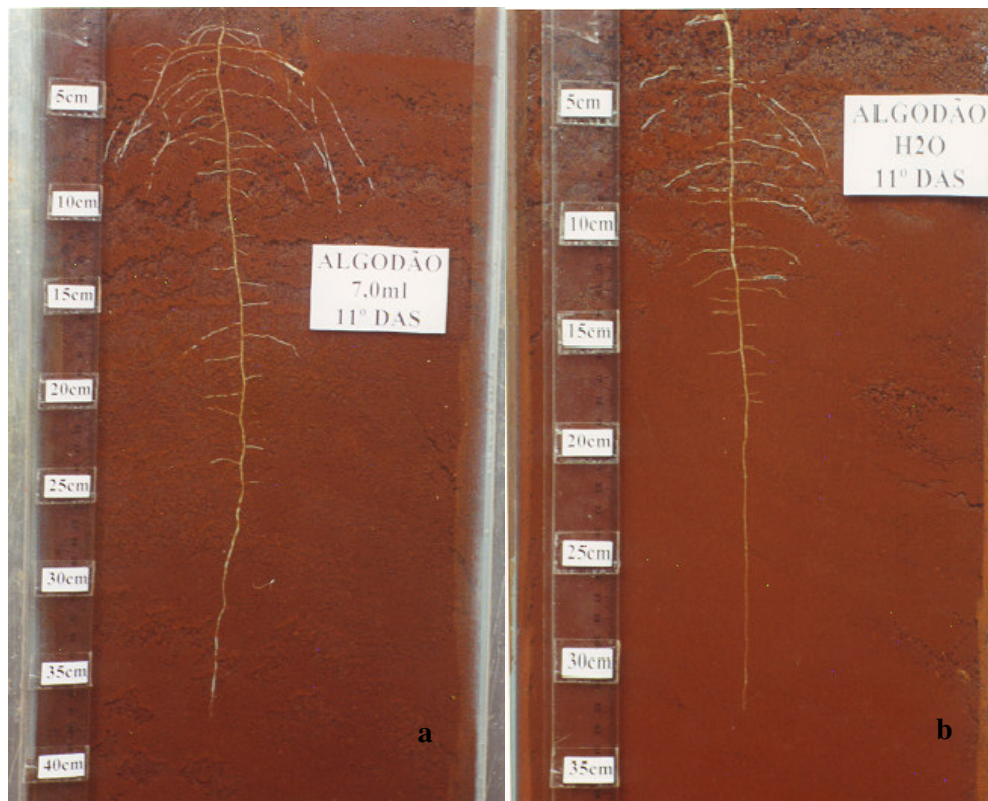


Figura 2. Distribuição do sistema radicular do algodoeiro, em condições de rizotron, em resposta ao tratamento das sementes com 7,0 mL de Stimulate® (a) e 10,5 mL de água destilada / 0,5 kg de sementes (b), aos 11 dias após a semeadura.

RESULTADOS

Quadro 1. Resumo da análise de variância para as variáveis (Msr, Mspa e Mstotal)¹, no 16º dia após a semeadura do algodoeiro cv. CNPA ITA 90 em resposta ao tratamento das sementes com seis concentrações do bioestimulante Stimulate®.

| QM | | | | |
|--------------|----|------------|-------------|----------------|
| FV | GL | Msr (g) | Mspa (g) | Mstotal (g) |
| Concentração | 5 | 0,0026 ** | 0,0112 ** | 0,0214 ** |
| Linear | 1 | 0,0063 ** | 0,0007 ns | 0,0114 ns |
| Quadrática | 1 | 0,0054 ** | 0,0476 ** | 0,0849 ** |
| Cúbica | 1 | 0,0009 ns | 0,0004 ns | 0,0001 ns |
| Desvio | 2 | 0,0002 ns | 0,0037 ns | 0,0053 ns |
| Erro | 21 | 0,0004 | 0,0026 | 0,0030 |
| CV (%) | | 30,7200 | 28,4700 | 22,0900 |
| Média Geral | | 0,0690 | 0,1778 | 0,2468 |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns = não significativo

¹ **Msr** (massa seca da raiz); **Mspa** (massa seca da parte aérea) e **Mstotal** (massa seca total)

Quadro 2. Resumo da análise de regressão com a equação estimada (\hat{Y}), coeficientes de determinação (R^2), concentração de ponto máximo de Stimulate® e o valor máximo das variáveis referentes ao desenvolvimento do algodoeiro cv. CNPA ITA 90, aos 16 dias após a semeadura.

| Variável | Equação estimada | R^2 | $X_{\text{máx.}}^{(1)}$ | $Y_{\text{máx.}}^{(2)}$ |
|-------------|--|--------|-------------------------|-------------------------|
| Msr (g) | $\hat{Y} = -0,0005x^2 + 0,0113x + 0,0254$ ** | 0,9067 | 11,3 | 0,09 |
| Mspa (g) | $\hat{Y} = -0,0015x^2 + 0,0264x + 0,1101$ ** | 0,8601 | 8,8 | 0,23 |
| Mstotal (g) | $\hat{Y} = -0,0019x^2 + 0,0377x + 0,1355$ ** | 0,8997 | 9,92 | 0,32 |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

⁽¹⁾ Concentração máxima de Stimulate® (mL / 0,5 kg de sementes).

⁽²⁾ Valor máximo da variável.

¹ **Msr** (massa seca da raiz); **Mspa** (massa seca da parte aérea) e **Mstotal** (massa seca total)

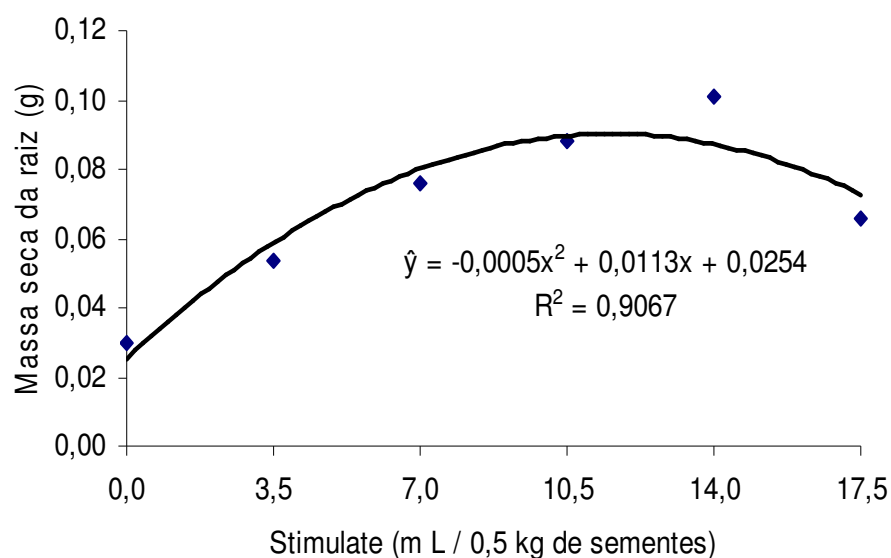


Figura 3. Massa seca da raiz do algodoeiro cv. CNPA ITA 90 aos 16 dias após a semeadura, em resposta ao tratamento das sementes com seis concentrações de Stimulate®.

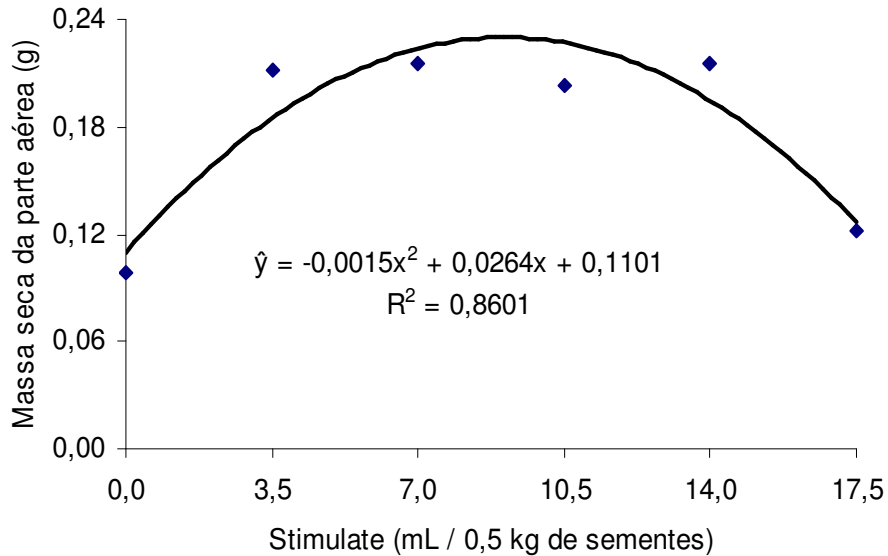


Figura 4. Massa seca da parte aérea do algodoeiro cv. CNPA ITA 90 aos 16 dias após a semeadura, em resposta ao tratamento das sementes com seis concentrações de Stimulate®.

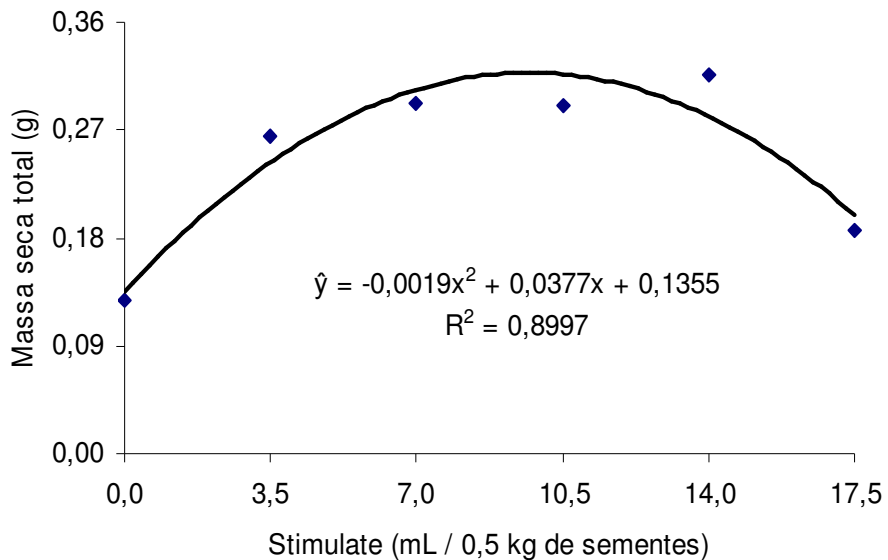


Figura 5. Massa seca total do algodoeiro cv. CNPA ITA 90 aos 16 dias após a semeadura, em resposta ao tratamento das sementes com seis concentrações de Stimulate®.

Quadro 3. Resumo da análise de variância para as variáveis do crescimento radicular (TCRV e CRV)¹ do algodoeiro, cv. CNPA ITA 90, obtidas em condições de rizotron, em resposta a tratamentos das sementes com seis concentrações do bioestimulante Stimulate®.

| FV | GL | QM | |
|--------------|-----|---|---------------------------|
| | | <i>TCRV</i> (cm dia ⁻¹) | <i>CRV</i> (cm) |
| Período | 12 | 13,3256 ** | 4522,6006 ** |
| Erro A | 39 | 0,5245 | 4,2630 |
| Concentração | 5 | 4,7405 ** | 286,8914 ** |
| Per*Concent. | 60 | 0,5214 ^{ns} | 5,1706 ^{ns} |
| Erro B | 195 | 0,6177 | 9,7838 |
| CV | | 22,06 | 10,40 |
| Média Geral | | 3,5634 | 30,0625 |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns = não significativo

¹ **TCRV** (Taxa de Crescimento Radicular Vertical); **CRV** (Crescimento Radicular Vertical).

Quadro 4. Resumo da análise de variância para as variáveis do crescimento radicular (TCRV e CRV)¹ do algodoeiro cv. CNPA ITA 90, obtidas em condições de rizotron, em resposta a tratamento das sementes com seis concentrações do bioestimulante, Stimulate®, no 13º dia de avaliação.

| QM | | | |
|--------------|----|--|--------------------|
| FV | GL | <i>TCRV</i> (cm dia ⁻¹) | <i>CRV</i> (cm) |
| Concentração | 5 | 0,3276 ^{ns} | 62,4916 * |
| Resíduo | 18 | 0,6833 | 18,0063 |
| CV | | 26,7400 | 8,5700 |
| Média Geral | | 3,0916 | 49,5333 |

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ns = não significativo

¹ TCRV (Taxa de Crescimento Radicular Vertical); CRV (Crescimento Radicular Vertical).

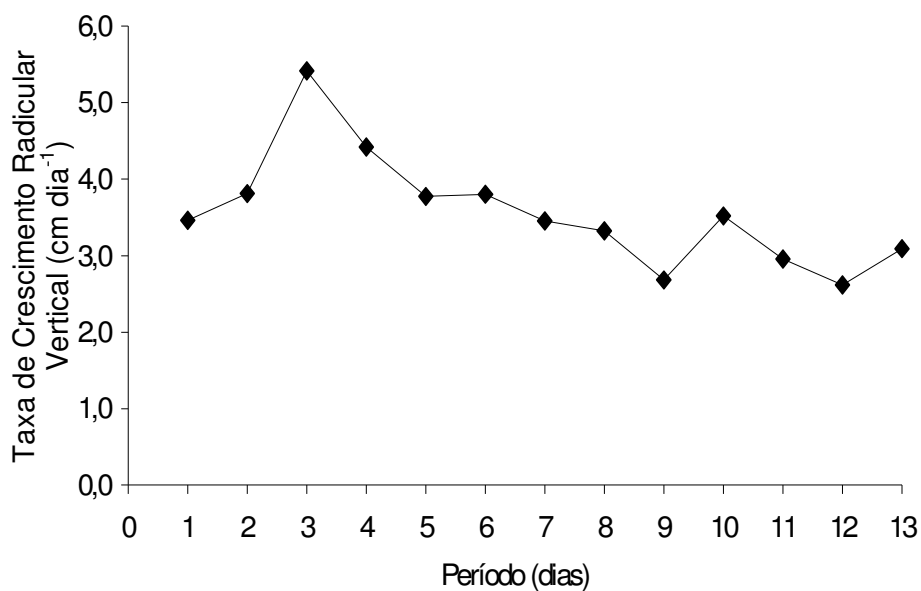


Figura 6. Modelo de dispersão das médias para a variável taxa de crescimento radicular vertical do algodoeiro cv. CNPA ITA 90, durante o período de treze dias.

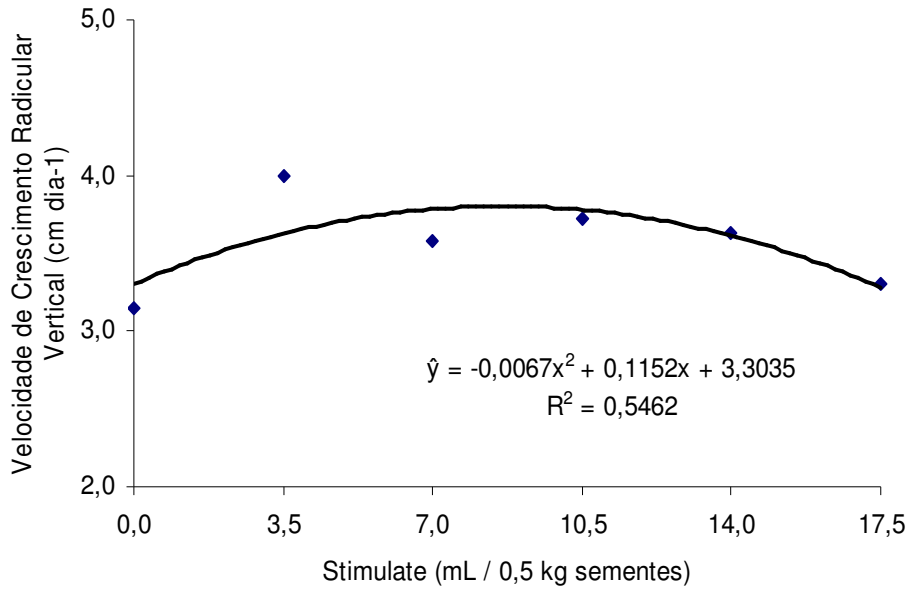


Figura 7. Modelo de regressão quadrático para a taxa de crescimento radicular vertical do algodoeiro cv. CNPA ITA 90, sob seis concentrações de Stimulate®.

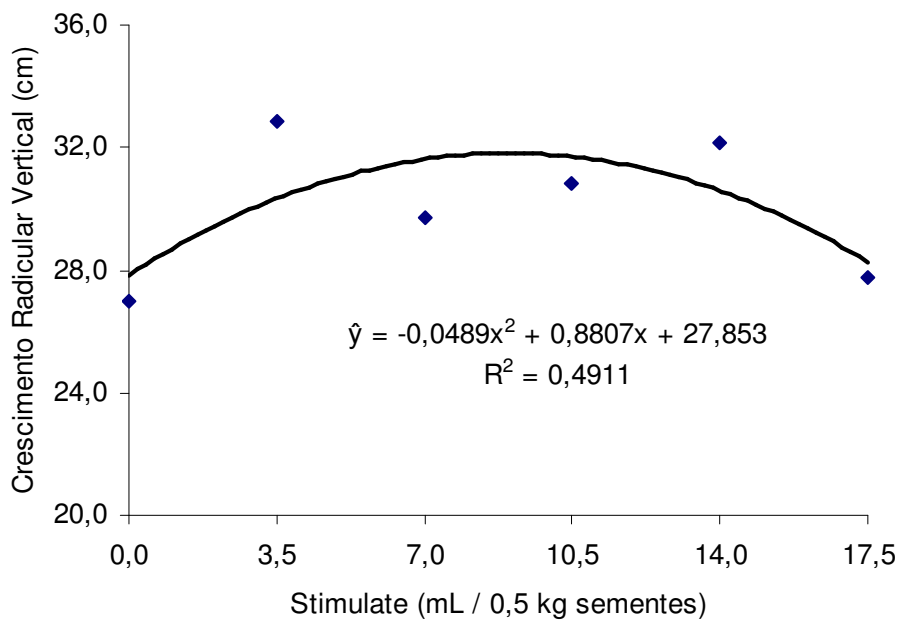


Figura 8. Modelo de regressão quadrático para o crescimento radicular vertical de plantas do algodoeiro cv. CNPA ITA 90 sob seis concentrações de Stimulate®.

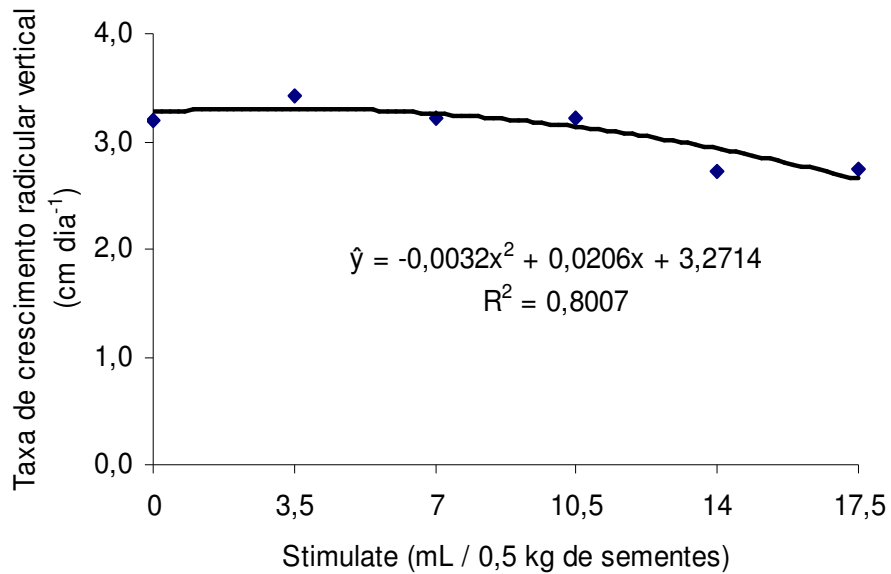


Figura 9. Modelo de regressão quadrático para a taxa de crescimento radicular vertical do algodoeiro cv. CNPA ITA 90, sob seis concentrações de Stimulate® no 13º dia de avaliação.

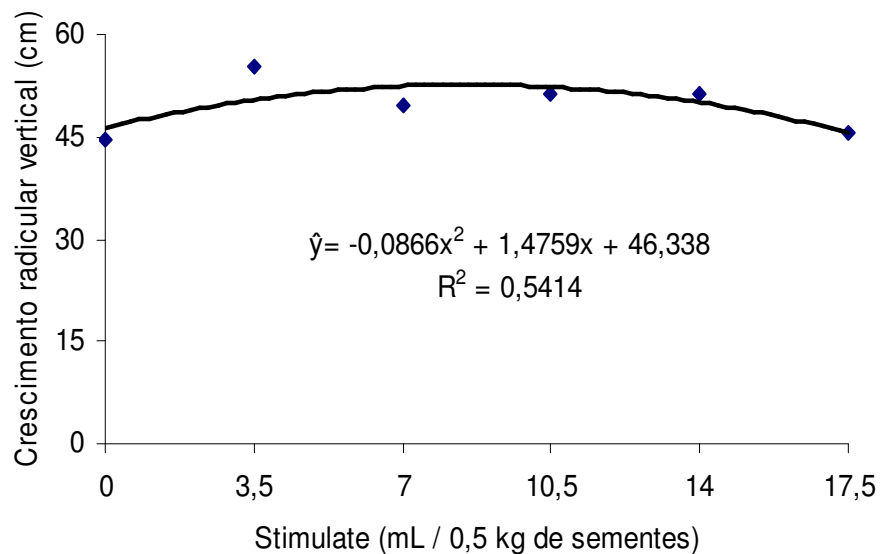


Figura 10. Modelo de regressão quadrático para o crescimento radicular vertical do algodoeiro cv. CNPA ITA 90, sob seis concentrações de Stimulate® no 13º dia de avaliação.

DISCUSSÃO

Observando-se o desdobramento da regressão nos três modelos avaliados (linear, quadrático e cúbico), nota-se que a regressão polinomial do segundo grau para as três variáveis analisadas foi significativa ($P < 0,01$) (Quadro 1).

As equações de regressão com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), máximas concentrações do produto que proporcionaram os melhores e os maiores resultados obtidos para as máximas concentrações estimadas, para as variáveis massa seca da raiz (Msr), massa seca da parte aérea (Mspa) e massa seca total (Mstotal) encontram-se no Quadro 2.

Considerando-se a massa seca total como resultado do somatório das massas secas da raiz e da parte aérea, podemos deduzir que o maior incremento na massa seca total provém da massa seca da parte aérea, com 72 %, sendo 28 % a contribuição da massa seca da raiz. Desta forma, comparando-se as concentrações máximas estimadas para as três variáveis. Observa-se que a Mspa, mostrou ser mais sensível ao efeito dos reguladores presentes no bioestimulante, obtendo-se o valor máximo da variável com a concentração de 8,8 mL de Stimulate®. Enquanto que a massa seca da raiz demonstrou-se menos responsiva à ação do produto, quando comparada a Mspa e Mstotal. Tendo obtido o valor máximo da variável com a concentração de 11,3 mL.

O bioestimulante promoveu de forma significativa o acúmulo de matéria seca na planta em relação ao controle, podendo este fato influenciar positivamente o rendimento final.

Observando-se a equação de regressão, $\hat{Y} = 0,0005x^2 + 0,0113x + 0,0254$, em função das concentrações de Stimulate®, verifica-se um efeito quadrático para a massa seca de raiz, com um alto coeficiente de determinação de 90,7 %. A aplicação do Stimulate®, proporcionou uma ascendência na produção de massa seca de raiz, até a dose 11,3 mL de Stimulate® (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. Concentrações maiores promoveram um decréscimo na variável (Figura 3).

Vieira (2001), estudando o efeito do Stimulate® em relação à massa seca de raízes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no 16º 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 0,048 g a massa seca de raízes. Sendo que na maior concentração utilizada (5,0 mL) obteve-se o maior valor de massa seca de raiz.

Dentre as concentrações utilizadas no ensaio, em relação aos valores das concentrações estimadas pelas equações de regressão, as concentrações de 10,5 e 14,0 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes, proporcionaram os maiores valores de massa seca de raiz em relação ao controle, com incrementos de 250% e 237 %, respectivamente.

Para a variável massa seca da parte aérea, a concentração de 8,8 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes (ponto de máximo), segundo a análise de regressão, $\hat{Y} = - 0,0015x^2 + 0,0264x + 0,1101$, com 86 % de coeficiente de determinação, estimou a quantidade máxima de massa seca da parte aérea, em 0,23 g. Promovendo assim, um aumento de 108,9 % em relação ao controle. Os melhores resultados para a variável massa seca da parte aérea, encontram-se entre as concentrações 3,5 e 14,0 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes, contribuindo com um aumento de 67,3 % e 101,0 %, respectivamente, na conversão de matéria seca em referência ao controle (Figura 4).

Vieira (2001), registrou em plantas de arroz, efeito positivo do bioestimulante. Em que, a massa seca da parte aérea das plantas ao 16º DAS, foi crescente, alcançando o valor estimado máximo de 0,8545 g na concentração de 5,0 mL de Stimulate®, superando em 8 % o valor encontrado no controle.

O modelo quadrático, $\hat{Y} = - 0,0019x^2 + 0,0377x + 0,1355$, com coeficiente de determinação de 89,97 %, comprovou pela análise de regressão, como significativo para representar a massa seca total de plantas do algodoeiro no 16º DAS (Quadro 2).

De acordo à equação, a concentração de 9,9 mL de Stimulate® (ponto de máximo) foi a que proporcionou um maior incremento na massa seca total de plantas do algodoeiro no 16º DAS, superando o controle em 13, 2 %.

Na Figura 5, observa-se que dentre as concentrações estudadas, a melhor foi a de 14,0 mL do produto / 0,5 kg de sementes, promovendo um aumento da massa seca total de 114,7 % em relação ao controle.

De modo geral, a aplicação do bioestimulante nas concentrações compreendidas no intervalo (1,0 – 17,5 mL), estimulou o crescimento do sistema radicular, da parte aérea e total de plantas em relação ao controle. Confirmando assim, o efeito do Stimulate® como; estimulador da divisão celular, diferenciação e o alongamento das células, podendo também, aumentar a absorção e a utilização de água e dos nutrientes pelas plantas (Stoller do Brasil, 1998). Esses aspectos proporcionaram um melhor desempenho das plantas, indicando o Stimulate® como estimulador do crescimento e desenvolvimento radicular.

Milléo (2000), avaliando a eficiência agrônômica do Stimulate® (100; 150; 200; 250; 300 e 350 mL ha⁻¹), quando aplicado no tratamento de sementes e no sulco de plantio, na cultura do milho (*Zea mays* L. cv. Zeneca 8474), registrou que o bioestimulante proporcionou maior velocidade na emergência, maior produção de massa seca, maior número de fileiras de grãos por espiga e maior produção de grãos.

Incrementos significativos na massa seca total de plantas de arroz, representando um aumento de 11,2 % na concentração de 5,0 mL em comparação ao controle, foram encontrados por Vieira (2001). Ainda nessa variável, onde o modelo de regressão linear foi caracterizado por retas ascendentes, não foi possível o estabelecimento da massa seca total máxima dentro das concentrações de Stimulate® experimentadas no 16º DAS.

Para as variáveis, taxa de crescimento radicular vertical (TCRV) e o crescimento radicular vertical (CRV), em condições de rizotron durante o período de treze dias, as análises de variância demonstraram efeito significativo ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de F, em relação às concentrações de Stimulate® utilizadas no algodoeiro (Quadro 3). Observou-se efeito significativo ($P < 0,01$) para a fonte de variação período. No entanto, para a interação período x concentração não houve efeito significativo para as variáveis TCRV e CRV ($P > 0,05$).

Com relação ao último período de observação (13^o dia) do crescimento e desenvolvimento radicular, em condições de rizotron, a análise de variância (Quadro 4), mostrou efeito significativo ($P < 0,05$) apenas para a variável CRV, com média alcançada de 49,5 cm.

Para a taxa do crescimento radicular vertical durante o período experimental no rizotron, não houve um modelo de regressão significativo que explicasse de forma satisfatória a dispersão das médias obtidas.

No entanto, as maiores médias obtidas para a variável TCRV encontram-se entre o 1^o e o 5^o período, sendo o 3^o período, com o valor de 5,4 cm dia⁻¹ o que proporcionou o maior crescimento da raiz primária do algodoeiro. A partir deste ponto ocorreu uma redução progressiva da raiz principal, devido ao início da formação de raízes secundárias que são drenos preferenciais, em detrimento do crescimento da raiz primária (Figura 6).

Para Rosolem (1999), a raiz pivotante do algodoeiro penetra o solo rapidamente, podendo atingir uma profundidade de 25 cm ou mais por ocasião da abertura dos cotilédones. Durante esta fase a raiz deve crescer de 1,2 a 5 cm por dia se não houver impedimento.

Na Figura 7, observa-se que a taxa de crescimento radicular vertical no período de treze dias em função das concentrações de Stimulate® utilizados, apresentou um comportamento quadrático, $\hat{Y} = -0,0067x^2 + 0,1152x + 3,3034$, com a concentração de 8,6 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes (ponto de máximo) promovendo a máxima TCRV estimada de 3,8 cm dia⁻¹, o que implicou em um aumento de 15 % sobre a taxa obtida na concentração controle que foi de 3,3 cm dia⁻¹. Observa-se também na Figura 7, que a melhor concentração trabalhada, diferentemente dos valores estimados foi 3,5 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes, enquanto, a concentração mais elevada (17,5 mL) provocou efeito negativo na taxa de crescimento radicular vertical, sendo 1 % inferior em relação ao controle.

Para o CRV, o modelo de regressão quadrático, $\hat{Y} = -0,0489x^2 + 0,8807x + 27,853$, com 49,1 % de coeficiente de determinação, apresentou uma estimativa do crescimento radicular vertical máximo de 31,8 cm com a concentração de 9 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes (ponto de máximo). O que significou um incremento de 14,2 % na variável, em comparação ao controle que obteve 27,85 cm de comprimento. O melhor resultado para a variável crescimento radicular

vertical, encontra-se na concentração trabalhada de 3,5 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes (Figura 8).

A Figura 9 registra o comportamento quadrático $\hat{Y} = -0,0032x^2 + 0,0206x + 3,2714$, da variável taxa de crescimento radicular vertical de plantas do algodoeiro, sob seis concentrações de Stimulate® no último dia de observação (13º dia). A partir da concentração controle, a TCRV no último dia de avaliação, foi crescente, alcançando o valor máximo estimado de 3,3 cm dia⁻¹ na concentração de 3,2 mL de Stimulate® (ponto de máximo), superando em 1 % o valor encontrado no controle. A partir da concentração 6,5 mL de Stimulate® todas as concentrações estimadas contribuíram negativamente com a variável, com um redução de 19 % da maior concentração utilizada para a variável em relação ao controle.

Semelhantemente a TCRV (Figura 7) e ao CRV (Figura 8) no período de treze dias de observação em rizotron, a concentração utilizada que melhor respondeu à variável taxa de crescimento radicular vertical foi 3,5 mL de Stimulate® / 0,5 kg de sementes. Reghin et al. (2000), em trabalho feito com mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) constatou efeito significativo do Stimulate®, no número e comprimento de raízes de acordo com o aumento da concentração, até o limite de 7,0 mL L⁻¹. Indicando o bioestimulante ser estimulador do crescimento e desenvolvimento radicular.

O crescimento radicular vertical no último dia de avaliação (13º dia), apresentou segundo a equação de regressão, $\hat{Y} = -0,0866x^2 + 1,4759x + 46,338$, a concentração de 8,5 mL do bioestimulante no ponto de máximo. Essa concentração proporcionou um incremento radicular vertical estimado de 52,62 cm, com um aumento de 13,6 % em relação à concentração zero de Stimulate® (Figura 10).

Dentre as concentrações utilizadas, comparando-se aos valores das concentrações estimadas pelas equações de regressão, as concentrações; 3,5 e 14,0 ml de Stimulate® / 0,5 kg de sementes proporcionaram os maiores valores de crescimento radicular vertical de plantas de algodoeiro em relação ao controle, no último dia de avaliação, com incrementos positivos de 8,9 % e 8,0 % respectivamente. Podendo-se atribuir que neste intervalo de aplicação (3,5 - 14,0 mL), ocorreu uma melhor ação entre os reguladores promotores do crescimento radicular; auxina e citocinina, presentes no Stimulate®. A auxina e a citocinina

exercem uma importante regulação da alongação da raiz principal e na formação de raízes laterais (Marschner, 1995).

Registrou-se ainda na Figura 10, ação negativa do produto na concentração de 17,5 mL, com crescimento radicular 1,5 % inferior ao controle. Provavelmente, concentrações elevadas do produto, podem provocar algum efeito depreciativo no crescimento e desenvolvimento das raízes de algodoeiro, no período observado.

CONCLUSÕES

- 1.** O Stimulate® aumenta a produção de massa seca da raiz, parte aérea e total no período de 16 DAS, bem como a taxa de crescimento radicular vertical e o crescimento radicular vertical no período de treze dias
- 2.** Concentrações superiores a 6,5 mL de Stimulate® reduz a taxa de crescimento radicular vertical.
- 3.** O bioestimulante na concentração de 8,5 mL / 0,5 kg de sementes, proporciona um crescimento radicular vertical, superior em 13,6 % comparado ao controle.
- 4.** A utilização de rizotrons proporciona rápidas, fáceis e sucessivas avaliações do sistema radicular de plantas de algodoeiro.

LITERATURA CITADA

- ALLEONI, B. **Efeito do regulador vegetal Stimulate® no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris* L.). Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 1997. 15p. (Relatório Técnico).
- CASILLAS, V. J. C.; LONDOÑO, I. J.; GUERRERO, A. H.; BUITRAGO, G. L. A. Análisis cuantitativo de la aplicacion de cuatro bioestimulants en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronomica**, v.36, n.2, p.185-195, 1986.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132p.
- 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.
- LYNCH, J. Root architecture and plant productivity. **Plant Physiology**, v.109, p.7-13, 1995.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- MILLÉO, M. V. R. **Avaliação da eficiencia 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).
- PALMA, M. R.; BAENA G. D.; ESCOBAR, T. W. Propagacion vegetativa de la lima acida Tahiti *Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle, por meio de enraizamento de estacas. **Acta Agrônômica**, v.42, n.114, p.64-80, 1992.

- PEARSON, R. W.; LUND, Z. F. Direct observation of cotton root growth under field conditions. **Agronomy Journal**, v. 60, p.442-443, 1968.
- PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical**. Rio de Janeiro: Editora Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1998. 159p.
- REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; SILVA, J. B. C. “Stimulate® Mo” e proteção com tecido “não tecido” no pré-enraizamento de mudas de mandioquinha-salsa. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.1, p. 53-56, 2000.
- ROSOLEM, C. A. Ecofisiologia e manejo cultural do algodoeiro. In: **Mato Grosso: liderança e competitividade**. Rondonópolis: Fundação MT; Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1999. 182p. (Fundação MT. Boletim, 3).
- ROVIRA, L. A.; NEPTUNE, A. M. L. Morfologia inicial del sistema radicular Del *Phaseolus vulgaris* L. ‘Carioca’ en condiciones controladas. **Agronomia Tropical**, v.26, n.2, p. 109-116, 1976.
- SCHIEFELBEIN, J. W.; BENFEY, P. N. The development of plant roots: New approaches to underground problems. **The Plant Cell**, v.3, p.1147-1154, 1991.
- STOLLER DO BRASIL. **Stimulate® Mo em hortaliças**: informativo técnico. Cosmópolis: Stoller do Brasil. Divisão Arbore, 1998. 1v.
- VELLINI, E. D.; ROSOLEM, C. A. **Eficiência agrônômica de Stimulate®**. Botucatu: UNESP, Depto. Agricultura e melhoramento Vegetal, 1997. 8p. (Relatório Técnico).
- 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.)**. ESALQ, 2001. 122p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

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

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de biorreguladores na agricultura tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja uma prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico. A mistura de dois ou mais biorreguladores vegetais ou de biorreguladores vegetais com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas), é denominada de bioestimulante (Castro e Vieira, 20001).

Os estimulantes vegetais são substâncias eficientes na promoção do crescimento e desenvolvimento das plantas, conforme apontou o estudo de caso sobre o algodoeiro, influenciando desde a germinação até o crescimento e desenvolvimento inicial das plantas.

Com a utilização de metodologia adequada e a realização de testes em laboratório e casa de vegetação foi possível comparar diferentes concentrações de bioestimulante, e seus efeitos nos diferentes ambientes. A Stoller do Brasil (1998), considera que o Stimulate® pode, em função de sua composição, concentração e proporção das substâncias, incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, o alongamento e a diferenciação das células, podendo também, aumentar a absorção e a utilização de água e nutrientes pelas plantas. No entanto, novos estudos devem ser realizados a respeito da eficiência e eficácia do produto, tanto no algodoeiro como em outras culturas de interesse agrônômico e, também, em função da forma de aplicação. Sugere-se testes preliminares com aplicações via foliar, no sulco de plantio, além da aplicação via sementes.

Com a introdução de inovações tecnológicas, como a aplicação de bioestimulantes ou reguladores vegetais, que alterem a arquitetura da planta e o desenvolvimento radicular, aliado a um embasamento e acompanhamento

técnico-científico adequado, pode-se alcançar resultados em condições controladas que possam ser extrapolados para o campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

STOLLER DO BRASIL. **Stimulate® Mo em hortaliças**: informativo técnico. Cosmópolis: Stoller do Brasil. Divisão Arbore, 1998. 1v.