

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

**DESEMPENHO DE BIOESTIMULANTES E SUA VIABILIDADE ECONÔMICA
NA CULTURA DA SOJA**

TATIANA CARVALHO FARIA

Orientadora:

Profª. Drª. Eli Regina Barboza de Souza

Coorientadores:

Prof. Dr. Rommel Bernardes da Costa

Profª. Drª. Patrícia Pinheiro da Cunha

Fevereiro – 2017

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Nome completo do autor: Tatiana Carvalho Faria

Título do trabalho: **DESEMPENHO DE BIOESTIMULANTES E SUA VIABILIDADE ECONÔMICA NA CULTURA DA SOJA**

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura do (a) autor (a) ²

Data: 14 / 02 / 2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

²A assinatura deve ser escaneada.

TATIANA CARVALHO FARIA

**DESEMPENHO DE BIOESTIMULANTES E SUA VIABILIDADE ECONÔMICA
NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Eli Regina Barboza de Souza

Coorientadores:

Prof. Dr. Rommel Bernardes da Costa

Prof^a. Dr^a. Patrícia Pinheiro da Cunha

Goiânia, GO - Brasil

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Carvalho Faria, Tatiana
DESEMPENHO DE BIOESTIMULANTES E SUA VIABILIDADE
ECONÔMICA NA CULTURA DA SOJA [manuscrito] / Tatiana Carvalho
Faria. - 2017.
62 f.

Orientador: Prof. Dr. Eli Barboza de Souza; co-orientador
Rommel Bernardes da Costa; co-orientador Patrícia Pinheiro da
Cunha.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia,
2017.

Bibliografia.
Inclui tabelas.

1. hormônio. 2. extrato vegetal. 3. alga. 4. biorregulador. 5.
estimulante vegetal. I. Barboza de Souza, Eli, orient. II. Título.

CDU 631/635

Permitida a reprodução total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor.




SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
 ESCOLA DE AGRONOMIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA




UFV

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos quatorze dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e dezessete (14.02.2017), às 14h00min, no Mini-auditório do PPGA, da Escola de Agronomia da UFV, reuniu-se a Banca Examinadora, composta pelos membros: Prof^a. Dr^a. Eli Regina Barboza de Souza - Orientadora e Presidente da Banca, Prof. Dr. Tomás de Aquino Portes e Castro e Prof. Dr. Paulo Alcanfor Ximenes, para a realização da sessão pública da defesa de Dissertação intitulada: "**Desempenho de Bioestimulantes e sua Viabilidade Econômica na Cultura da Soja**", de autoria de **Tatiana Carvalho Faria**, discente do curso de **Mestrado**, na área de concentração em **Produção Vegetal**, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFV. A sessão foi aberta pela presidente, que fez a apresentação formal dos membros da banca e deu início as atividades relativas à defesa da Dissertação. Passou a palavra a mestranda que em quarenta minutos apresentou o seu trabalho. Após a exposição, a candidata foi arguida sequencialmente pelos membros da banca. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. De acordo com a Resolução CEPEC 1403/2016, de 10 de junho de 2016 que regulamenta os Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* na UFV, a Banca Examinadora considerou a Dissertação "**APROVADA**", com as correções recomendadas, estando integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE** em Agronomia, na área de concentração em **PRODUÇÃO VEGETAL**, pela Universidade Federal de Goiás. A mestranda poderá efetuar as modificações sugeridas pela Banca Examinadora e encaminhar nova versão eletrônica da Dissertação à Secretaria do PPGA, no prazo máximo de trinta dias após a data da Defesa. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo(s) científico(s), oriundo(s) dessa Dissertação, em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de acatadas as modificações sugeridas. Para finalizar, a Presidente agradeceu os membros examinadores, congratulou-se com a mestranda e encerrou a sessão às 17h20min, para constar, eu Welinton Barbosa Mota, secretário do PPGA, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada pelos membros da Banca Examinadora, em quatro vias de igual teor.


 Prof^a. Dr^a. Eli Regina Barboza de Souza
 Presidente da Banca - EA/UFV


 Prof. Dr. Tomás de Aquino Portes e Castro
 Membro - ICB/UFV


 Prof. Dr. Paulo Alcanfor Ximenes
 Membro - EA/UFV

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai, Antonio Carlos Faria, pela ajuda indispensável para a conclusão não só dos experimentos desta dissertação, como de todo o mestrado.

A amiga Lázara Santos, pelos conselhos, companheirismo, paciência e solicitude com que sempre me recebeu em sua casa nesta jornada de estudos.

A prima querida, engenheira agrônoma, Thuana Faria que foi companheira e não dispensou esforços para a implantação e condução dos experimentos.

Ao meu tio Wilson Faria e equipe da Agrifaria que foram fundamentais na implantação dos campos experimentais.

Aos professores: Eli Regina Barboza de Souza, orientadora; Rommel Bernardes da Costa e Patrícia Pinheiro Cunha, coorientadores, que prestaram contribuição na formulação e execução de todo o trabalho.

Aos professores João Batista, Alexandre Coelho, ambos da pós-graduação em Melhoramento de Plantas (UFG) e Kássia Barbosa (FAFICH – Goiatuba, GO) pelas orientações estatísticas das análises de dados.

Ao professor Klaus de Oliveira Abdala, do Setor de Desenvolvimento Rural da Escola de Agronomia da UFG, pela contribuição na análise da viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes.

Ao Programa de Pós-Graduação da Escola de Agronomia da UFG e Capes pelo fornecimento da bolsa de estudos que fomentou parte deste estudo.

Aos representantes Marcelo Miranda e Leonardo Pighini (Solução Agro-Rural); Osvaldo Júnior (Santa Clara); Régis Vitória (Produquímica); Laércio (Duquima), que disponibilizaram informações técnicas e os produtos testados.

À comissão julgadora pelas valiosas correções e sugestões.

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 CULTURA DA SOJA	8
2.2 HORMÔNIOS VEGETAIS	8
2.2.1 Auxina	10
2.2.2 Giberelina	12
2.2.3 Citocinina	14
2.3 AGROQUÍMICOS DE CONTROLE HORMONAL E OUTROS FITOQUÍMICOS	15
2.3.1 Biorreguladores	17
2.3.2 Bioestimulantes	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 EXPERIMENTO EM TELADO	24
3.2 EXPERIMENTO EM CAMPO.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 EXPERIMENTO EM TELADO	26
4.2 EXPERIMENTO EM CAMPO.....	33
4.3 ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA DOS EXPERIMENTOS.....	43
4.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE BIOESTIMULANTES.....	47
5 CONCLUSÕES	51
6 REFERÊNCIAS	52

RESUMO

FARIA, T. C. **Desempenho de bioestimulantes e sua viabilidade econômica na cultura da soja**. 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.¹

O uso de bioestimulante tem sido amplamente aplicado na produção agrícola, especialmente em soja, e desempenha um papel importante no crescimento e desenvolvimento da planta. O presente trabalho objetivou avaliar bioestimulantes em soja, segundo a época de aplicação e ambiente, atentando para os aspectos agrônômicos, produtividade e viabilidade econômica. Foram implantados dois experimentos sendo um em ambiente com telado e outro no campo. O delineamento foi inteiramente ao acaso, esquema fatorial 6 x 3, com 4 repetições. Os tratamentos foram: testemunha, sem aplicação de produto; Stimulate[®], 250 mL ha⁻¹; Matriz G[®], 200 mL ha⁻¹; Vitakelp[®], 250 mL ha⁻¹; Agrostemin[®], 30g ha⁻¹; Improver[®], 120 mL ha⁻¹. As épocas de aplicação foram: em tratamento de sementes, aos 40 ou 60 dias após o semeio. Em telado, a testemunha, o Agrostemin[®] e o Improver[®] obtiveram a mesma média de altura de inserção de primeira vagem e foram superiores ao Vitakelp[®]. Em relação à massa seca de raiz, o Matriz G[®] foi superior ao Vitakelp[®]. No campo, em relação à altura de inserção de primeira vagem o Agrostemin[®] foi melhor que o Improver[®] e o Stimulate[®], o Matriz G[®] superou o Improver[®] e a aplicação via semente e com 60 dias após o semeio foram melhores. Em relação à altura de planta, em tratamento de sementes, a testemunha e o Stimulate[®] foram melhores que o Matriz G[®] e o Improver[®]. Quando aplicados aos 40 dias após o semeio, o Stimulate[®] teve maior altura que o Matriz G[®]. Nesta variável a época melhor para aplicação dos produtos foi aos 40 dias após o semeio. Em número de ramos por planta, no tratamento de sementes, a testemunha e o Stimulate[®] tiveram mais ramificações que o Vitakelp[®] e o Improver[®]. Na análise de variância conjunta dos experimentos a altura de inserção de primeira vagem, número de vagens, grãos e ramos por planta, massa de grãos e produtividade foram melhores em ambiente com telado. A altura de planta se destacou no campo. Todos os tratamentos foram melhores no campo em altura de planta e melhores em telado na massa de grãos e produtividade. Concluiu-se que as condições climáticas, nutricionais e sanitárias favoráveis durante o ciclo da cultura atenuam os efeitos dos bioestimulantes nas plantas. A altura de inserção de primeira vagem, altura de planta, massa seca de raiz e número de ramos por planta, os bioestimulantes contribuem de forma positiva. A época de aplicação influencia, aumentando a altura de inserção de primeira vagem, altura de planta e número de ramos por planta. O cultivo em ambiente com telado traz melhores resultados. Não é viável economicamente o uso de bioestimulantes.

Palavras-chave: hormônio, extrato vegetal, alga, biorregulador, estimulante vegetal.

¹ Orientadora: Prof^a. Dr^a Eli Regina Barboza de Souza. EA - UFG
Coorientadores: Prof. Dr. Rommel Bernardes da Costa. EA - UFG
Prof. Dr^a. Patrícia Pinheiro da Cunha. EA - UFG

ABSTRACT

FARIA, T. C. **Performance of the biostimulants and economic viability in soybean.** 2017. 61 f. Dissertation (Master in Agronomy: Plant Production) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.¹

The use of biostimulants has been widely applied in agricultural production, in soybean especially, and perform an important role in the growth and development of plants. The present study objectified to evaluate the biostimulants in soybean, about the application time and the environment, considering the agronomic aspects, productivity and economic viability. Two experiments were implanted, one in the greenhouse and other in the field. The design was completely randomized, factorial 6 x 3 with 4 repetitions. The treatments were: control, without product application; Stimulate[®], 250 mL ha⁻¹; Matrix G[®], 200 mL ha⁻¹; Vitakelp[®], 250 mL ha⁻¹; Agrostemin[®], 30g ha⁻¹; Improver[®], 120 mL ha⁻¹. The times of application were in seed treatment, to 40 or 60 days after sowing. In the greenhouse, the control, Agrostemin[®] and Improver[®] obtained the same mean of the first legume insert and were higher to Vitakelp[®]. In the dry root mass, the Matrix G[®] was higher than Vitakelp[®]. In the field, in relation to first legume insert the Agrostemin[®] was better than the Improver[®] and Stimulate[®], the Matrix G[®] surpassed the Improver[®] and the application via seed and 60 days after sowing were better. In relation to plant height in seed treatment, the control and the Stimulate[®] were better than Matrix G[®] and the Improver[®]. When applied 40 days after sowing, the Stimulate[®] had greater height than the Matrix G[®]. In this variable the best time for of the products application was 40 days after sowing. In number of branches, in the seed treatment, the control and the Stimulate[®] had more branches than Vitakelp[®] and Improver[®]. In the analysis of joint variance of the experiments the height of first legume insert, number of pods, grains and branches per plant, grain mass and productivity were better at greenhouse. Plant height stood out in the field. All treatments were better in the field at plant height and better at greenhouse in grain mass and productivity. It is concluded that the climate, nutritional and health conditions favorable for the crop cycle attenuate the effects of biostimulants in plants. The first legume insert, plant height, root dry mass and number of branches per plant, the biostimulants contribute positively. The application time influences the first legume insert, plant height and number of branches per plant, increasing them. Growing in a greenhouse brings better results. The use of biostimulants is not economically viable.

Key words: hormone, plant extract, algae, biorregulator, plant stimulant.

¹ Adviser: Prof^a. Dr^a Eli Regina Barboza de Souza. EA - UFG
Co-advisers: Prof. Dr. Rommel Bernardes da Costa. EA - UFG
Prof. Dr^a. Patrícia Pinheiro da Cunha. EA - UFG

1 INTRODUÇÃO

O Agronegócio é um setor estratégico para a economia brasileira e, especialmente em 2016, pode ser o grande condicionante do seu desempenho. Representando 23% do PIB brasileiro, ele pode ser o único setor com crescimento mais expressivo diante da indústria claudicante e dos serviços em processo de exaustão. Indiretamente, por ser importante gerador de divisas estrangeiras, respondendo por 40% do faturamento das exportações brasileiras e grande responsável pelos superávits comerciais do País (Cepea, 2016).

A produção mundial de soja nas últimas décadas está entre as atividades econômicas que apresentaram crescimentos mais significativos. O desenvolvimento e estruturação de um sólido mercado internacional relacionado com o comércio de produtos do complexo soja; a capacidade de atender demandas crescentes dos setores ligados à produção de produtos de origem animal e a geração e oferta de tecnologias, que modernizaram e ampliaram a expansão da exploração do grão para diversas regiões do mundo, foram alguns dos fatores que influenciaram neste crescimento (Hirakuri & Lazarotto, 2011).

Algumas plantas cultivadas já atingiram estágios de evolução que exigem elevado nível técnico para alcançar maior produtividade. Nessas condições, a economicidade da utilização de tecnologia avançada tem levado ao emprego dos biorreguladores, que podem frequentemente mostrar-se altamente compensadores (Castro, 2010).

Dentre os biorreguladores estão os bioestimulantes que são misturas de produtos a base de hormônios, micronutrientes, aminoácidos, vitaminas, que contêm princípio ativo ou agente orgânico isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade (Kelting, 1997).

Esses produtos vêm sendo alvo de pesquisa em diversas culturas como a soja (Castro et al., 2008; Vieira, 2001; Vieira & Castro, 2004; Batista Filho et al., 2013; Santini

et al., 2015; Kavalcol et al., 2014; Albrecht et al., 2011, 2012; Mortelet et al., 2008; Bertolin et al., 2010; Binsfeld et al., 2014); o milho (Conceição et al., 2010; Dourado Neto et al., 2004, 2014; Santos et al., 2013) e outras. No entanto ainda existem muitas lacunas e controversas sobre o modo seu de ação, como influenciam na produtividade, qual a melhor idade fenológica e dose para a aplicação.

Os reguladores vegetais podem influenciar a resposta de muitos órgãos da planta, pois estão envolvidos em processos de crescimento e desenvolvimento de um órgão ou tecido vegetal. Porém essa resposta está condicionada a alguns fatores como a fase fenológica da planta em que são aplicados e vários fatores ambientais (Castro et al., 2012). Cobucci et al. (2005) comentaram a importância da fase fenológica da planta no momento da aplicação, mostrando que o produto aplicado na mesma dose em estádios fenológicos diferentes não proporcionou os mesmos resultados para a produtividade.

As plantas desenvolvem-se bem quando o ambiente é favorável e, sob estas condições, os efeitos dos bioestimulantes podem não ser facilmente identificados (Castro, 2010). No caso do ambiente protegido, por exemplo, existe a vantagem da diminuição de incidência de doenças e pragas (Silva et al., 2012) e melhor aproveitamento da água pela planta (Dantas & Escobedo, 1998). No campo a planta tem melhores condições para desenvolver seu sistema radicular e assim angariar mais nutrientes e água proporcionando um desenvolvimento mais adequado (Almeida et al., 2015).

O estudo do custo e viabilidade econômica de novos produtos é importante, pois busca avaliar a real eficiência, não levando em consideração somente o ganho de produção, mas também o ganho econômico, podendo chegar a maior receita da produção e fornecer o real custo-benefício dessa prática como uma linha a ser adotada (Crepaldi, 1998). No estado de Goiás não há quantidade expressivas de estudos que demonstrem a eficácia e viabilidade técnico-econômica dessa tecnologia, comprovando a necessidade de estudos a respeito de bioestimulantes (Santini et al., 2015).

No início do século XXI, de acordo com a avaliação dos peritos e cientistas do mundo inteiro o aumento de rendimentos na produção de plantas, estará baseado nos biorreguladores do crescimento de origem natural, na bioengenharia, nas novas variedades de plantas e, principalmente, em uma fotossíntese mais eficiente (Almeida, 2012).

Diante dessas informações o objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficiência de bioestimulantes em soja em relação à época de aplicação e ao ambiente, atentando para os aspectos agrônômicos e viabilidade econômica desta técnica de manejo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DA SOJA

Os ancestrais da soja eram plantas rasteiras e se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente na China. Com o aparecimento de plantas vindas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem, os cientistas da antiga China começaram a domesticar e melhorar a espécie. Até por volta de 1894 a produção de soja ficou restrita à China e mesmo sendo conhecida e consumida pela civilização oriental por milhares de anos, só foi introduzida na Europa no final do século XV nos jardins botânicos da Inglaterra, França e Alemanha (Embrapa, 2016).

Na segunda década do século XX, o teor de óleo e proteína do grão despertou o interesse das indústrias mundiais. Porém, as tentativas de introdução comercial do cultivo do grão na Rússia, Inglaterra e Alemanha não tiveram sucesso, devido às desfavoráveis condições climáticas. Já no final da década de 60, no Brasil, a soja surgia como uma opção de safra de verão em sucessão ao trigo que era a principal cultura do Sul, quando também se iniciava a produção de suínos e aves, gerando demanda por farelo de soja (Embrapa, 2016).

Em 1966, a sua produção comercial já atingia cerca de 500 mil toneladas no país, mas o interesse maior, por parte dos agricultores e do governo brasileiro, veio com a explosão do seu preço no mercado mundial, em meados de 1970. O Brasil teve como vantagem competitiva, em relação a outros países, o escoamento da safra em plena entressafra americana, momento em que os preços se elevam (Embrapa, 2016).

Atualmente o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja atrás apenas dos EUA. Na safra 2015/2016, a cultura ocupou uma área de 33,2 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 95,4 milhões de toneladas. A produtividade média brasileira foi de 2.870 kg por hectare (Conab, 2016).

2.2 HORMÔNIOS VEGETAIS

Por volta da segunda metade do século XIX, o botânico alemão Júlio Sachs iniciou estudos propondo que o crescimento e desenvolvimento das plantas e de seus órgãos seriam controlados por substâncias de distribuição localizada, ação específica e que poderiam ser afetadas por condições ambientais; tais substâncias são hoje classificadas como hormônios vegetais (Castro, 1998).

Os hormônios são mensageiros químicos, produzidos em uma célula, que modulam os processos celulares em outra célula, interagindo com proteínas específicas que funcionam como receptores ligados a rotas de transdução de sinal. A maioria é sintetizada em um tecido e age sobre sítios-alvo específicos em outro tecido; são chamados endócrinos quando transportados para sítios de ação em tecidos distantes do local de síntese e parácrinos quando agem em células adjacentes ao local de síntese (Taiz & Zeiger, 2013a).

Para serem efetivos como sinalizadores do desenvolvimento, os hormônios precisam ter vida curta e não devem se acumular durante todo o tempo (Taiz & Zeiger, 2013a), ou seja, precisa manter a homeostasia, balanço relativo entre a biossíntese e desativação hormonal (Taiz & Zeiger, 2013c). Sua ação depende da concentração; do estágio de desenvolvimento e da atividade da planta; de estímulos externos como os climáticos; da parte da planta que está recebendo o estímulo e do tempo deste impacto. São encontrados na forma conjugada, ou seja, ligados a outras substâncias orgânicas ou livres (Larcher, 2006).

Para que haja resposta, promoção, inibição ou alteração metabólica, do vegetal a um determinado hormônio, este deve estar na quantidade suficiente nas células adequadas; ser reconhecido e capturado por receptores específicos localizados na membrana plasmática de células vegetais; ter seus efeitos amplificados por mensageiros secundários e posteriormente ocorrer à indução de enzimas específicas que irão ocasionar a inibição ou alteração metabólica ou efeito fisiológico desejado no vegetal (Salisbury & Ross, 2013).

Existe uma faixa de concentração ótima para que o hormônio seja efetivo, abaixo dela não há resposta fisiológica e acima dessa faixa ocorrerá um efeito inibitório. Normalmente são obtidas respostas de crescimento com baixíssimas concentrações hormonais. Como a concentração ideal é crítica, existem nas plantas mecanismos de controle fino de quantidade de hormônios livres, são eles: a taxa de síntese do hormônio, desencadeada pela atividade da enzima chave; inativação temporária pela formação de

conjugados; compartimentalização, ou seja, a estocagem em organelas como cloroplastos e vacúolos; a degradação irreversível feita por enzimas hidrolíticas (Ferri, 1985).

O mecanismo de ação dos hormônios se dá primeiro pela percepção do sinal através de mudanças no ambiente ou no desenvolvimento da planta. Os hormônios são reconhecidos e selecionados pelas células alvo através de receptores protéicos presentes na membrana plasmática. Durante a ligação com o hormônio a proteína receptora sofre alteração conformacional que leva a mudanças metabólicas. Ocorre então a transdução e amplificação do sinal hormonal ou produção de mensageiros secundários que são responsáveis pela resposta fisiológica da planta a esse hormônio (Salisbury & Ross, 2013).

Entre os hormônios é comum acontecer uma interação, sendo que podem interagir entre si regulando um conjunto comum de genes alvos; interferir um na sinalização do outro; mudar a taxa de produção de um em resposta a outro (Alonso & Ecker, 2007). O desenvolvimento vegetal é regulado por seis tipos principais de hormônios: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico e brassinosteroides.

2.2.1 Auxina

As auxinas constituem um grupo de hormônios capazes de promover vários aspectos do crescimento e desenvolvimento vegetal, são hormônios produzidos, principalmente, nas regiões apicais. A primeira e mais importante auxina isolada foi o ácido indolilacético (IAA), responsável por inúmeros processos biológicos nos vegetais (Awad & Castro, 1992). Entretanto, dependendo da espécie, da idade da planta, da estação do ano e das condições sob as quais a planta se desenvolve, outras auxinas naturais podem ser encontradas, como um análogo clorado do AIA, o ácido 4-cloroindolil-3-acético (4-cloro-AIA), o ácido fenilacético e o ácido indol-3-butírico (AIB) (Kerbaudy, 2013a).

Pelo fato de a estrutura do AIA ser simples são sintetizadas uma extensa relação de moléculas com atividade de auxina (Taiz & Zeiger, 2013a). Dentre as auxinas sintéticas encontram-se o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) e o ácido 2-metoxi-3,6-diclorobenzoico (dicamba) e o ácido 4-amino-3,5,5-tricloropicolínico (picloram) (Kerbaudy, 2013a).

Em geral essas auxinas sintéticas são denominadas de substâncias reguladoras do crescimento vegetal enquanto o emprego do termo hormônio ou fitormônio tem ficado restrito às auxinas naturais (Kerbaudy, 2013a). As auxinas sintéticas são eficientes porque

não são metabolizadas pela planta tão rapidamente quanto o AIA. Elas vêm sendo utilizadas comercialmente na agricultura e horticultura para prevenir abscisão de frutos e folhas, promover o florescimento, induzir o desenvolvimento de frutos partenocárpicos e enraizar estacas para propagação vegetal. O 2,4-D, dicamba e picloram são amplamente utilizados como herbicidas que induzem a expansão celular em excesso e consequente morte da planta (Taiz & Zeiger, 2013a).

A biossíntese de AIA está associada aos tecidos com divisão e crescimentos rápidos, principalmente partes aéreas. Mesmo que quase todos os tecidos vegetais produzam o AIA, os meristemas apicais de caules e as folhas jovens são os principais locais de síntese desse hormônio (Ljung et al., 2005). Assim, o conteúdo de auxina na planta tem relação direta com a taxa de crescimento de folhas jovens, sendo centro ativo de síntese; sua concentração diminui com a idade das folhas. As raízes são extremamente sensíveis à auxina, quando aplicadas em pequenas quantidades ocorre um aumento na resposta, contudo o aumento na concentração pode ocasionar efeito inibitório (Ferri, 1985).

As auxinas são os únicos fitormônios transportados polarmente, isto é, o transporte se faz unidirecionalmente, ocorrendo do ápice para a base (transporte basípeto) das plantas, feito célula a célula, saindo da membrana plasmática, difundindo-se pela lamela média composta e entrando na célula adjacente através de sua membrana plasmática. Esse transporte é regulado pela transcrição gênica e mecanismos pós-transcricionais (Taiz & Zeiger, 2013a). No entanto, existe também um transporte apolar através do floema, como, por exemplo, em folhas maduras, onde a maior parte do AIA aí sintetizado pode ser transportado para as demais partes da planta. Em coleóptilos e em ramos vegetativos, o transporte basípeto predomina, não sendo afetado pela gravidade, isto é, o movimento se dá independente da orientação do tecido. O principal local por onde se dá o transporte basípeto em caules e folhas é o parênquima vascular (Kerbauy, 2013a).

Nas raízes, o transporte da base para o ápice (movimento acrópeto) ocorre através do parênquima xilemático, entretanto a principal via de acesso desse fitormônio ao ápice radicular faz-se por meio do tecido floemático. Uma pequena quantidade da auxina que alcança o ápice da raiz é redistribuída para as células do córtex e da epiderme, sendo assim transportada de volta à região basal (movimento basípeto radicular) até a zona de alongamento, em baixas concentrações, regula o alongamento das células radiculares (Kerbauy, 2013a).

A auxina promove a expansão e alongamento celular através do crescimento ácido que se dá devido ao estímulo da célula a excretar prótons, diminuindo o pH, acidificando a parede celular e ativando enzimas que causam o afrouxamento da mesma, ao mesmo tempo em que ocorre a absorção de água pelo protoplasma. Esse crescimento é contínuo devido ao estímulo da absorção de solutos osmóticos e biossíntese de polissacarídeos da parede celular. Participa também da divisão celular em conjunto com a citocinina e da diferenciação de elementos vasculares (Kerbaudy, 2013a).

Regula o tropismo dos vegetais através da sua redistribuição que resulta em crescimento celular em forma de curvatura, em resposta à luz ou à gravidade. Participa do controle da dominância apical, fenômeno em que o crescimento da gema apical, desencadeado pela produção de auxina nestes meristemas, inibe o crescimento das gemas laterais. Estimula o crescimento das raízes laterais e adventícias quando em altas concentrações ao contrário da raiz primária que se alonga em baixas concentrações de auxina (Ferri, 1985).

Influencia na senescência da planta, retardando o início da abscisão foliar através da redução da sensibilidade da camada de abscisão ao hormônio etileno (Kerbaudy, 2013a). Participa do desenvolvimento dos frutos, já que após a fertilização, o crescimento do fruto depende da auxina produzida nas sementes em desenvolvimento ou ainda estimula a paternocarpia (Arteca, 1996).

2.2.2 Giberelina

As giberelinas são um segundo grupo de hormônios descobertos na década de 1950. É caracterizada como um grande grupo de compostos relacionados, muitos dos quais biologicamente inativos, definidos mais por sua estrutura química do que por sua atividade biológica (Taiz & Zieger, 2013c). Pelo menos 136 naturais foram identificadas (MacMillan, 2002), dentro de uma ampla gama de diferentes formas, o ácido giberélico (GA₃) o principal componente bioativo na maioria das plantas (Kerbaudy, 2013c).

Constituem uma grande família de ácidos diterpênicos tetracíclicos sintetizados pela rota de terpenoides. A biossíntese está sob um estrito controle genético, ambiental e de desenvolvimento, por exemplo, o fotoperíodo e a temperatura podem modificar a transcrição gênica de enzimas biossintéticas de giberelina. Ocorre em múltiplos órgãos

vegetais, como sementes em desenvolvimento, embriões em germinação, ápices de caules e raízes e anteras, e em múltiplos sítios celulares (Taiz & Zeiger, 2013c).

São móveis e podem atuar localmente ou distante de seus sítios de síntese (Taiz & Zeiger, 2013c). Aquelas armazenadas nas sementes são transportadas pelo floema nas formas livres ou conjugadas; a partir das raízes, são transportadas via xilema (Kerbaudy, 2013c). Atuam em diversos fenômenos fisiológicos, no entanto, o gênero ou a espécie, somados a outros fatores, podem determinar o efeito específico na resposta (Higashi et al., 2002).

Controlam vários processos da germinação de sementes, incluindo a quebra de dormência e a mobilização das reservas do endosperma. Pode afetar a transição do estado juvenil para o maduro, bem como a indução da floração, a determinação do sexo e o estabelecimento do fruto (Taiz & Zeiger, 2013c).

São compostos envolvidos, principalmente, no controle do alongamento e divisão celular, principalmente, nos tecidos caulinares (Davies, 1995). O GA₃ (ácido giberélico) ativa os meristemas apical e subapical produzindo um grande número de células que se alongam e determinam o comprimento do caule (Sidahmed, 1978). Além disso, participa de processos fisiológicos como a germinação de sementes, mobilização de reservas armazenadas no endosperma, crescimento da parte aérea, florescimento, desenvolvimento de flores e frutificação (Higashi et al., 2002).

A giberelina atua em oposição ao ácido abscísico na dormência das sementes. Ela induz a síntese de enzimas hidrolíticas que degradam as reservas nutritivas acumuladas no endosperma ou embrião à medida que a semente amadurece, assim disponibiliza alimento e energia para sustentar o crescimento da plântula (Taiz & Zeiger, 2013c). Além de atuarem na superação mecânica da casca da semente por enfraquecimento dos tecidos ao redor da radícula (Kerbaudy, 2013c).

Aplicações de produtos comerciais à base de giberelinas podem estender o período de produção, permitindo aos produtores programar a colheita e obter melhores preços (Kerbaudy, 2013c). O GA₃ é produzido comercialmente em fermentações de *Gibberella* (fungo) em escala industrial. Seus principais usos comerciais, quando aplicado por aspersão ou imersão, incluem o controle do cultivo de frutas (aumento no comprimento do pedúnculo de uvas sem sementes), a maltagem da cevada e o aumento da produção de açúcar em cana-de-açúcar (Taiz & Zeiger, 2013c).

Quando aplicado antes do florescimento, induz a um crescimento vegetativo intenso em diversas culturas. Neste caso, nutrientes e fotossintetizados são direcionados ao crescimento vegetativo, em detrimento ao desenvolvimento de estruturas reprodutivas (Leite et al., 2003). Em muitas coníferas a fase juvenil pode ser encurtada e plantas muito jovens podem ser induzidas a entrar na fase reprodutiva precocemente, quando tratadas. Em algumas plantas a redução na altura pode ser desejável, sendo que pode ser obtido por meio do uso de inibidores da síntese de giberelinas. (Taiz & Zeiger, 2013c).

2.2.3 Citocinina

As citocininas estão envolvidas ou têm efeitos na diferenciação celular, alongamento, crescimento e senescência foliar, dominância apical, germinação, desenvolvimento de organelas, atividades enzimáticas, desenvolvimento de frutos e hidrólise das reservas de sementes. A grande diversidade dos efeitos das citocininas dificulta o conhecimento do seu modo de ação em nível molecular e celular (Salisbury & Ross, 2013).

Embora as citocininas regulem muitos processos celulares, o controle da divisão celular é o processo fundamental. A primeira a ser descoberta foi a cinetina sintética, que não ocorre naturalmente, sendo um subproduto da degradação induzida pelo aquecimento do DNA. A zeatina foi a primeira citocinina natural a ser descoberta e é a predominante nos vegetais superiores (Taiz & Zeiger, 2013b).

A biossíntese das citocininas acontece nas raízes principalmente, em embriões em desenvolvimento, folhas jovens, frutos. Podem ser sintetizadas por bactérias, fungos, insetos e nematoides associados às plantas (Taiz & Zeiger, 2013b). A maior parte encontra-se na forma conjugada com moléculas de açúcar e são tidas como fisiologicamente inativas (Kerbaudy, 2013b).

São transportadas principalmente pelo xilema sob a forma de ribosídeos e também pelo floema na forma de glicosídeos, sobretudo durante a translocação de assimilados de folhas senescentes (fontes) para as partes jovens da planta (drenos) (Kerbaudy, 2013b). As citocininas sintetizadas nas raízes parecem se mover pelo xilema até a parte aérea. Elas podem agir como um substância de sinalização a longas distâncias e como sinais locais ou parácrinos, por exemplo, quebrando a dormência de gemas apicais ou promovendo o egresso de células do meristema apical da raiz (Taiz & Zeiger, 2013b).

As citocininas podem estimular ou inibir uma variedade de processos metabólicos, fisiológicos e bioquímicos em plantas superiores. Elas estão envolvidas na regulação do crescimento e diferenciação, incluindo a divisão celular, dominância apical, formação de órgãos, retardamento da quebra de clorofila, desenvolvimento dos cloroplastos, senescência das folhas, abertura e fechamento dos estômatos, desenvolvimento das gemas e brotações, metabolismo dos nutrientes e como reguladores da expressão dos genes (Vieira & Monteiro, 2002).

Esta classe de hormônios está ligada à citocinese, ou seja, divisão celular. Regulam componentes específicos no ciclo celular como a atividade das ciclinas que são proteínas que controlam a divisão das células. Também promovem o crescimento da parte aérea da planta pelo aumento da proliferação celular no meristema apical do caule e influencia na quebra de dominância apical estimulando o crescimento da gema axilar através do estímulo da diferenciação celular e estabelecimento de drenos (Ferri, 1985).

Em relação ao sistema radicular, atua no aumento da taxa de diferenciação celular e promoção do egresso de células do meristema apical, diminuindo as células meristemáticas e conseqüentemente inibindo o crescimento da raiz. E mobiliza os nutrientes de partes da planta para as folhas, através do estabelecimento de drenos, processo que é influenciado pela concentração de nutrientes nas plantas e de fosfato no ambiente. (Taiz & Zeiger, 2013b).

Retarda a senescência foliar, pois acelera a síntese de RNAs e proteínas além de mobilizar metabólitos no interior desse órgão. Está envolvida na formação de nódulos fixadores de nitrogênio nas leguminosas, causando a indução da divisão das células corticais e ativação inicial de genes de nodulação (Taiz & Zeiger, 2013b).

A citocinina está ligada à biotecnologia de plantas, já que é pré-requisito indispensável para a divisão celular e, portanto, promove a multiplicação de células com a formação de tecidos e órgãos *in vitro*. Pode-se destacar a clonagem de plantas para micropropagação; a obtenção de plantas haploides; o cultivo e a fusão de protoplastos; a produção de substâncias comercialmente importantes e plantas transgênicas (Kerbaui, 2013b). Pode, ainda, ser usada para inibir a senescência e estender o período produtivo de órgãos fotossintéticos (Gan & Amasino, 1995).

2.3 AGROQUÍMICOS DE CONTROLE HORMONAL E OUTROS FITOQUÍMICOS

Com o desenvolvimento da biotecnologia, bioquímica e da fisiologia vegetal, novos compostos têm sido identificados nos vegetais. Os avanços tecnológicos propiciam a síntese de novas moléculas eficientes que, quando aplicadas nas plantas, melhoram sua proteção e aumenta a produtividade. Esses agroquímicos de controle hormonal, classificados como biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores, além de fitoquímicos antiestressantes, complexantes e condicionadores do sistema solo-planta, têm adquirido crescente importância na agricultura (Castro, 2006).

Os biorreguladores são compostos orgânicos, naturais ou sintéticos que aplicados exogenamente possuem ação similar aos grupos de hormônios vegetais conhecidos. O bioestimulante é a mistura de reguladores vegetais entre si ou com outros compostos de natureza bioquímica diferente. Os bioativadores são substâncias minerais ou orgânicas indutoras da síntese de hormônios endógenos, capazes de aumentar a produtividade das plantas (Castro, 2010).

Ainda, segundo Castro (2010), existem outros fitoquímicos: os antiestressantes que são substâncias minerais ou orgânicas capazes de atenuar os efeitos adversos dos estresses nas plantas Bion[®] (acibenzolar-S-metil), aminoácidos, algas, sacarídeos, fosfitos, rizobactérias estimulantes e outros); os complexantes que são substâncias minerais ou orgânicas capazes de formar complexos com íons podendo possibilitar sua disponibilidade para as plantas (aminoácidos, algas, fosfitos e outros); e os condicionadores do sistema solo-planta que são constituintes da matéria orgânica e dos sedimentos capazes de melhorar as propriedades do solo e o metabolismo das plantas (ácidos húmicos, fúlvicos e outros). Todos esses grupos de agroquímicos possuem potencial para melhorar e aumentar a produção de cultivos de forma econômica.

O extrato de algas tem sido utilizado como bioestimulante em diversas culturas e tem aumentado principalmente por ser alternativa ao uso de fertilizantes e por ser ecologicamente correto (Craigie, 2011). A espécie *Ascophyllum nodosum* (L.) é a mais pesquisada na agricultura por ter propriedades que estimulam o crescimento vegetal e a resistência de plantas às doenças (Ugarte et al., 2006). Resultados positivos têm sido alcançados com o uso de extrato de algas em soja (Marques et al., 2014; Frandoloso et al., 2012) e milho (Galindo et al., 2015), mas as pesquisas são mais intensas em outras culturas como o café (Fernandes & Silva, 2011), caju (Garcia et al., 2014) e demais frutíferas.

A atividade dos aleloquímicos, provenientes de extrato de plantas, tem sido usada como alternativa ao uso de herbicidas, inseticidas e nematicidas. A maioria destas

substâncias provém do metabolismo secundário, porque na evolução das plantas representaram alguma vantagem contra a ação de microrganismos, vírus, insetos, e outros patógenos ou predadores, seja inibindo a ação destes ou estimulando o crescimento ou desenvolvimento das plantas (Waller et al., 1999). O extrato da *Agrostemma githago* tem esse efeito alelopático e é utilizado como base de produtos bioestimulantes. Poucos trabalhos avaliando o efeito deste extrato foram desenvolvidos com soja (Fernandes et al., 1993, 1995; Inneco et al., 2010) e Almeida (2012) alcançou bons resultados com a cultura do pimentão.

2.3.1 Biorreguladores

Biorregulador ou regulador vegetal são compostos orgânicos, naturais ou sintéticos que em pequenas quantidades inibem ou modificam, de alguma forma, processos morfológicos ou fisiológicos do vegetal (Castro & Vieira, 2001). Suas formulações são à base de compostos hormonais, com ação fisiológica bem definida e a recomendação de sua aplicação é para regular ou modular um determinado processo (Castro, 2010).

Por possuírem efeitos similares aos hormônios vegetais, conseqüentemente quando aplicados nas plantas podem ocasionar aumento de qualidade e incremento na produção (Silva, 2010). Podem ser aplicados diretamente nas plantas, em folhas, frutos e sementes, provocando alterações nos processos vitais e estruturais (Castro & Melotto, 1989).

Os reguladores vegetais podem influenciar a resposta de muitos órgãos da planta, já que estão envolvidos em processos de crescimento e desenvolvimento de um órgão ou tecido vegetal, porém essa resposta depende de alguns fatores como: a espécie, parte da planta, estágio de desenvolvimento, concentração, interação entre outros reguladores e vários fatores ambientais (Salisbury & Ross, 2013).

Eles são transportados dentro da planta através das suas células, ativando várias reações fisiológicas como a expressão de proteínas. Estas proteínas interagem com vários mecanismos de defesa de estresses da planta, permitindo que ela enfrente melhor as condições adversas, tais como estiagens, baixo pH, alta salinidade de solo, radicais livres, estresses por temperatura alta, efeitos tóxicos de níveis elevados de alumínio, ferimentos causados por pragas, ventos, granizo, ataque de viroses e deficiência de nutrientes (Castro, 2006).

Auxinas têm sido amplamente utilizadas no enraizamento de estacas para a propagação vegetativa. Também têm sido aplicadas para evitar a queda de frutos e para aumentar a produção de cultivos. Giberelinas incrementam a germinação de sementes e aumentam a biomassa na produção. Podem restringir ou promover o florescimento e incrementar a produtividade. Citocininas combinadas com auxinas atuam na morfogênese e organogênese em cultura de tecidos e ampliam a duração de hortaliças em pós-colheita (Castro, 2010).

2.3.2 Bioestimulantes

Desde a década de 1990, os bioestimulantes são utilizados em aplicações foliares como suprimento nutricional, ativador do crescimento vegetal e auxiliar no controle de pragas e doenças (Santos, 2004). O seu emprego, como técnica agrônômica para aperfeiçoar a produtividade de diversas culturas, tem crescido. Os hormônios contidos nos bioestimulantes são moléculas sinalizadoras, naturalmente presente nas plantas em concentrações pequenas, sendo responsáveis por efeitos marcantes no desenvolvimento vegetal (Castro, 2010).

Os bioestimulantes são definidos por Russo & Berlyn (1990) como produtos, os ácidos húmicos, algas marinhas, vitaminas, aminoácidos e ácido ascórbico que, quando aplicados nas plantas, reduzem a necessidade de fertilizantes e aumentam a produtividade e a resistência destas ao estresse hídrico e climático.

Vieira (2001) define os bioestimulantes como a mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou de reguladores vegetais com outros produtos. Eles podem incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular e também a diferenciação e o alongamento celular; esses efeitos dependem da concentração, da natureza e da proporção das substâncias presentes nos produtos. Também podem aumentar a absorção e utilização de água e dos nutrientes pelas plantas.

As plantas desenvolvem-se bem quando o ambiente é favorável e, sob estas condições, os efeitos dos bioestimulantes podem não ser facilmente identificados. Contudo, se as plantas estão sob estresse, apresentam melhor resposta, e seu desenvolvimento não fica prejudicado, devido a uma melhora em seu sistema de defesa resultante do aumento dos níveis de antioxidantes na planta (Karnok, 2000).

Nesta condição, os radicais livres ou espécies reativas de oxigênio (superóxido, radicais hidroxila, peróxido de hidrogênio) danificam as células e os antioxidantes diminuem a toxicidade destes radicais. Plantas com altos níveis de antioxidantes produzem melhor crescimento radicular e de parte aérea, mantendo um alto conteúdo de água nas folhas e baixa incidência de doenças, tanto quando elas estão sob condições ideais de cultivo quanto sob estresse ambiental (Hamza & Suggars, 2001).

Alguns podem aumentar a concentração de nutrientes no tecido foliar devido à presença de ácidos húmicos em sua composição, que afetam positivamente a retenção de água e atuam como reserva de nutrientes pelo fato de terem alta capacidade de formarem complexos com íons metálicos solúveis em água (Kelting, 1997).

O produto Stimulate[®], registrado como um bioestimulante, tem em sua constituição o ácido indolbutírico (auxina) 0,005%, cinetina (citocinina) 0,009% e ácido giberélico (giberelina) 0,005%, sendo eles biorreguladores de crescimento vegetal, que atuam como mediadores de processo fisiológicos. Possui a capacidade, em função de sua composição, propriedades e características químicas, de favorecer um adequado equilíbrio hormonal, incrementar o crescimento, desenvolvimento e produção, estimular divisão, diferenciação e alongamento celular, melhorar crescimento e desenvolvimento radicular e, com isso, a capacidade de absorção e utilização da água e dos nutrientes minerais pelas plantas superiores (Vieira & Castro, 2004).

Em trabalho realizado com a aplicação de bioestimulantes em *Phaseolus vulgaris* (L.), Vieira & Castro (2004) relatam que o bioestimulante Stimulate[®], aplicado via semente, proporcionou uma melhor uniformidade de germinação, favorecendo o surgimento de plântulas com qualidade superior, resultando em plantas com sistemas radiculares mais desenvolvidos, apresentando raízes mais vigorosas com massa seca, crescimento e comprimento total superiores aos encontrados nas plantas não tratadas. Aspecto que certamente influi positivamente na produtividade das plantas.

Produtos que têm em sua composição extrato de algas, têm sido utilizados como bioestimulantes em várias culturas (Mógor et al., 2008) por exibirem ação semelhante aos hormônios vegetais. Auxinas e citocininas podem ser identificadas em extratos de algas, porém, há controvérsias sobre haver uma relação direta entre os níveis de citocinina desses extratos e os dos tecidos das plantas que receberam a aplicação do produto. As respostas dependem da espécie de planta e da composição das substâncias húmicas e extratos de algas presentes nos produtos (Rodrigues, 2008).

A *Ascophyllum nodosum*, destaca-se entre as espécies de algas marinhas comumente utilizadas, é uma alga encontrada em águas temperadas do hemisfério norte, onde as temperaturas são extremamente baixas no inverno e ficam submetidas à submersão em água salgada na maré alta e à exposição ao solo na maré baixa, acredita-se que por esse motivo elas desenvolveram estratégias de sobrevivência, como a síntese de compostos anti-estresse (Rodrigues, 2008). Seu extrato possui a propriedade de estimular o crescimento vegetal devido à sua composição rica em nutrientes, carboidratos, aminoácidos e hormônios vegetais próprios, como por exemplo, a citocinina. Além disso o extrato de algas pode estimular a síntese de fitoalexina capsidiol e a peroxidase, aumentando a resistência das plantas às doenças (Abreu et al., 2008).

Fernandes & Silva (2011) avaliaram o extrato de *Ascophyllum nodosum* no desenvolvimento vegetativo e produtivo do cafeeiro. Foi aplicado via sistema de irrigação por gotejamento, em pré-florada (0,5 L ha⁻¹), 14 dias pós-florada (1,0 L ha⁻¹); 15 dias após a 2ª aplicação (2,0 L ha⁻¹); 15 dias após 3ª aplicação (3,0 L ha⁻¹); 15 dias após a 4ª aplicação (4,0 L ha⁻¹) e constataram aumento na produtividade da lavoura, de 37 a 70% comparando com a testemunha com aplicação de água.

Extratos de plantas também podem ser utilizados como bioestimulantes devido aos seus efeitos alelopáticos. A Alelopatia é um fenômeno causado por compostos secundários que podem ser lançados ao ambiente por lixiviação, decomposição dos tecidos ou volatilização. Os aleloquímicos podem ser absorvidos por outras plantas, afetando seu padrão de crescimento e/ou diferenciação de maneira favorável ou desfavorável (Ferreira & Áquila, 2000).

O produto comercial Agrostemin® é composto por 4% de extrato vegetal concentrado liofilizado de *Agrostemma githago* L. misturados com 96% de silicato de magnésio. A *Agrostemma githago* L. é uma planta daninha dos campos europeus aparecendo principalmente nos campos de trigo e milho. As substâncias do Agrostemin® simulam um ataque por plantas daninhas e quando a planta percebe a presença das substâncias ativas, são desencadeadas em seu interior, uma série de reações bioquímicas ainda não completamente elucidadas, atuando no metabolismo das células, tecidos, órgãos. Assim, ocorre uma influência nos processos de crescimento, desenvolvimento e reprodução da planta (Almeida, 2012).

Innecco et al. (2010) avaliaram o efeito alelopático da *Agrostemma githago* no cultivo de soja, com adubação em concentrações de 100%, 50% e ausência de 20-10-20

NPK (350 Kg ha^{-1}), utilizando sementes tratadas ou não com o Agrostemin[®]. Obtiveram como resultado um aumento de 45% da produtividade quando comparado com a mesma dose de adubação sem o Agrostemin[®]. Em relação ao peso de 1000 sementes, este foi 7% maior nos tratamentos com o extrato de algas do que nos tratamentos sem o produto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos sendo um em telado e outro no campo. A cultivar de soja utilizada foi da Nidera, NA5909 RG, pertencente ao grupo de maturação superprecoce, com ciclo de aproximadamente 112 dias. O solo foi retirado do local onde foi feito o experimento de campo, na Fazenda Pontal, município de Goiatuba, GO e classificado como Argissolo Vermelho distróférico de textura média (Embrapa, 2006).

Realizou-se a análise química e sua interpretação. Na adubação de semeadura foram utilizados 350 kg ha^{-1} da formulação 0-20-20 de NPK. Durante o desenvolvimento da cultura, foram realizados todos os manejos fitotécnicos e fitossanitários necessários, segundo recomendações da Embrapa (2013). Em dias não chuvosos, no experimento em telado, realizou-se a irrigação uma vez ao dia, com 1,0 L de água por planta.

O delineamento foi inteiramente casualizado no esquema fatorial 6 (bioestimulante) x 3 (época de aplicação), com 4 repetições para cada tratamento. Os tratamentos foram: T1 - testemunha, sem aplicação de produto; T2 - auxina 0,005%; citocinina 0,009% e giberelina 0,005% e traços de sais minerais quelatizados (Stimulate[®]), 250 mL ha^{-1} ; T3 - auxina 0,005%; citocinina 0,010% e giberelina 0,005%, nutrientes, aminoácidos, ácidos húmicos e fúvicos (Matriz G[®]), 200 mL ha^{-1} ; T4 - extrato de alga *Durvillaea potatorum*, aminoácidos, 15% N e 1% K₂O (Vitakelp[®]), 250 mL ha^{-1} ; T5 - extrato vegetal de *Agrostemma githago*, aminoácidos, 96% de Silicato de Mg (Agrostemin[®]), 30 g ha^{-1} ; T6 - extrato de alga *Ascophyllum nodosum*, aminoácidos, carboidratos, promotores de crescimento (Improve[®]), 120 mL ha^{-1} , todos calculados para 100 L de calda. As épocas de aplicação foram: em tratamento de sementes e aos 40 ou 60 dias após o semeio.

O tratamento de sementes com os bioestimulantes foi realizado por ocasião da semeadura. As sementes foram mergulhadas na calda com os produtos por 2 minutos, retiradas e secas à temperatura ambiente por 1 hora, em seguida procedeu-se o tratamento padrão com a aplicação de 250 mL de fungicida (Carboxin + Thiram), para 100 kg de sementes, utilizando-se sacos plásticos para o acondicionamento das sementes e, por meio

de agitação manual, se promoveu maior contato entre as sementes e o produto. Logo após foi realizada a inoculação das sementes (*Bradyrhizobium japonicum*), na dose 250 g 50 kg⁻¹ de sementes. Para as testemunhas e tratamentos que receberam apenas aplicação foliar o tratamento de sementes foi o mesmo, porém sem a aplicação de bioestimulante.

As características avaliadas por planta foram: altura de planta, número de vagens, número de grãos e de ramos, massa seca de raiz (para o experimento em telado), altura de inserção de primeira vagem, massa de grãos. E também foi calculado massa de mil grãos e produtividade.

A altura de planta e inserção de primeira vagem foram medidas com auxílio de fita métrica milimetrada, a primeira medindo do colo à gema apical da haste principal da planta, a segunda do solo até a inserção da primeira vagem. A contagem de números de vagens, de ramos e grãos foi feita manualmente. A massa de grãos foi calculada pesando todos os grãos colhidos da planta, em balança analítica de precisão 0,0001g.

Apenas no experimento em telado o solo foi retirado dos sacos plásticos e passado em peneiras de malha de 2 mm, com auxílio de jatos de água, para a separação das raízes de soja; as mesmas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C por 48 horas, para a determinação da massa da matéria seca, em seguida pesada em balança analítica de precisão 0,001g.

A determinação da massa de mil grãos foi por meio da multiplicação da massa total de grãos do tratamento por 1000 e dividindo pelo número total de grãos do mesmo. Em relação ao rendimento dos grãos, foram estimadas as produtividades em kg ha⁻¹, multiplicando a massa total de grãos do tratamento pelo número de plantas ha⁻¹, segundo contagem de estande, dividindo pelo número de plantas da amostra e em seguida dividindo o valor por 1000. Para o cálculo do rendimento e da massa de mil grãos o grau de umidade foi corrigido para 13% (Brasil, 2009).

Os dados passaram por testes de normalidade e homogeneidade de variância. Uma vez atendidas às pressuposições estatísticas, realizou-se análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com nível de significância a 5%. E para análise da comparação das médias dos efeitos de tratamento e época de aplicação, utilizou-se o teste F com nível de significância de 5%. Foi feita a análise de variância conjunta de ambos os experimentos para determinar a influência do ambiente nos tratamentos. Todos os dados foram analisados com o programa estatístico R (R foundation, 2016).

Para a análise da viabilidade econômica foi adotada a técnica de orçamento parcial (Noronha, 1987). Essa técnica é utilizada para analisar decisões que envolvem modificações parciais na organização de uma atividade produtiva. Diante os tratamentos, as únicas modificações orçamentárias foram ao uso do bioestimulante. Procurou-se comparar os custos com os benefícios.

Calculou-se às receitas e os custos adicionais do uso dos biestimulantes considerando o preço do produto, cotado junto às revendedoras em setembro de 2016. Com base na produtividade média, calculou-se a diferença de produtividade entre o tratamento com o bioestimulante e a testemunha. O valor de produção marginal foi obtido multiplicando a produtividade adicional (saca) pelo preço cotado no mês de setembro de 2016 (Conab, 2016). A margem líquida foi obtida pela subtração do valor da produção marginal pelo custo marginal do uso do bioestimulante.

3.1 EXPERIMENTO EM TELADO

O experimento foi conduzido em telado, cercado e com cobertura de malha, 0,3 x 0,3 m, no período de novembro de 2015 a março de 2016, em Itumbiara, GO, localizada a uma latitude de 18° 25' 09" Sul e longitude de 49° 12' 55" Oeste de Greenwich e com altitude média de 450 m. A semeadura foi em 18/11/2015, em sacos plásticos, de medidas 0,40 x 0,30 x 0,15 m, capacidade para 10 L. Semeou-se 3 sementes em cada recipiente e 15 dias depois realizou-se o desbaste cortando a plântula ao nível do colo, deixando apenas uma por saco. Para a avaliação foram utilizadas todas as plantas, ou seja, 18 plantas por tratamento.

Nos tratamentos com aplicação foliar, aos 40 ou 60 dias após a semeadura, empregou-se pulverizador manual, com 1,0 L de calda, sendo 0,25 L planta⁻¹ para cada tratamento.

3.2 EXPERIMENTO EM CAMPO

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2015 a março de 2016, na Fazenda Pontal, em Goiatuba, GO; latitude 18°00'45" Sul, longitude 49°21'17" Oeste, com altitude média de 500 m. A semeadura foi realizada em 07/11/2015, com

espaçamento de 0,50 m entre as linhas e população recomendada pelo fabricante da cultivar de 440 mil plantas ha⁻¹.

As parcelas foram constituídas de quatro linhas de 4 m de comprimento. Para as avaliações, utilizaram-se como área útil, as duas fileiras centrais, 2 m de cada uma, descartando-se 1 m para cada extremidade como bordaduras.

Para as aplicações foliares, foi utilizado pulverizador costal com capacidade de 20 L, com bico 0,2 ADGA duplo leque sem indução de ar, propiciando um volume de calda de 200 L ha⁻¹. As testemunhas não receberam o tratamento.

As plantas foram colhidas manualmente, cinco dias após o estágio de desenvolvimento R8 que indica a maturação fisiológica (Fehr & Caviness, 1977). Para amostragem utilizou-se 10 plantas aleatórias da área útil de cada parcela, para a obtenção dos caracteres de interesse agrônomo, compondo a média de cada variável da unidade experimental. Após a colheita das plantas, as vagens foram debulhadas em máquina trilhadora estacionária, limpas com o auxílio de peneiras, secas em condições naturais e acondicionadas em sacos de papel kraft.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO EM TELADO

Por meio da análise dos dados obtidos por planta de soja, referente às variáveis: altura de planta, número de vagens, número de grãos, número de ramos e massa de grãos, verificou-se que não houve interação significativa ($P>0,05$) entre a época de aplicação e os tratamentos, assim como, em relação à massa de mil grãos e produtividade (Tabela 1).

Tabela 1. Médias das variáveis avaliadas por planta de soja, massa de mil grãos e produtividade, em função do tratamento e da época de aplicação do produto. Itumbiara GO , 2016 (continua)

Época	Tratamento	Altura de planta (cm)	Nº vagens	Nº grãos	Nº ramos	Massa grãos (g)	Massa 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
TS ¹	Testemunha	39,00	40,66	87,00	6,67	12,40	145,50	5457,46
	Stimulate [®]	42,33	41,67	91,67	6,33	11,18	121,94	4920,67
	Matriz G [®]	38,33	47,00	77,67	6,00	13,19	175,31	5803,60
	Vitakelp [®]	41,00	43,00	88,00	6,00	13,06	148,50	5746,40
	Agrostemin [®]	38,66	33,00	55,00	5,00	11,17	226,57	4917,73
	Improver [®]	41,00	35,00	72,67	5,67	11,30	163,56	4973,47
	CV(%)	7,13	19,74	24,05	14,67	10,84	31,5	10,84
	F value	0,935	1,481	2,000	1,483	2,096	1,773	2,096
Pr(>F)	0,493	0,267	0,151	0,266	0,136	0,193	0,136	
40 dias ²	Testemunha	44,00	35,33	79,33	6,33	11,90	153,77	5237,47
	Stimulate [®]	40,00	39,33	78,00	3,33	11,57	148,07	5093,73
	Matriz G [®]	41,00	50,00	64,33	5,66	10,81	184,15	4757,87
	Vitakelp [®]	40,00	39,67	87,00	6,00	11,77	135,26	5181,73
	Agrostemin [®]	39,70	42,00	80,33	6,00	12,10	152,06	5326,93
	Improver [®]	38,00	35,00	65,33	5,67	10,62	162,72	4672,80
	CV(%)	7,92	15,64	15,49	11,43	11,23	11,33	11,23
	F value	1,251	0,691	1,187	1,200	0,588	0,737	0,588
Pr(>F)	0,345	0,640	0,371	0,366	0,709	0,610	0,709	

Época	Tratamento	Altura de planta (cm)	Nº vagens	Nº grãos	Nº ramos	Massa grãos (g)	Massa 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
60 dias ²	Testemunha	38,66	38,33	80,33	6,00	11,08	138,88	4875,20
	Stimulate [®]	41,00	40,00	78,67	5,67	11,64	149,25	5123,07
	Matriz G [®]	39,33	39,00	86,67	5,67	12,26	141,43	5394,40
	Vitakelp [®]	40,67	46,00	89,67	6,67	11,67	129,38	5137,73
	Agrostemin [®]	43,00	47,33	97,33	6,00	11,12	114,94	4892,80
	Improver [®]	42,67	19,67	82,00	6,00	11,15	139,56	4908,93
	CV(%)	11,28	12,62	13,08	14,67	11,21	12,24	11,21
	F value	0,342	2,239	0,990	0,800	0,307	1,649	0,307
Pr(>F)	0,878	0,117	0,463	0,571	0,899	0,221	0,899	

As médias não diferiram entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Tratamento de sementes.

² Aplicação via foliar equivalente a dias após o semeio.

A não existência de respostas para essas variáveis pode estar relacionada às condições climáticas, nutricionais e fitossanitárias favoráveis durante o ciclo da cultura, o que também favorece o desempenho da testemunha em relação aos tratamentos com bioestimulantes.

Os bioestimulantes quando aplicados exogenamente possuem ação similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos. Se não houver o estresse, em condições ótimas de fertilidade, os níveis e equilíbrio hormonais naturais são suficientes para manter o desenvolvimento da planta. Albrecht et al. (2011, 2012), testando bioestimulante em soja, conclui que doses crescentes têm um limite no efeito promotor; ultrapassando determinado limite ocorrem efeitos fisiológicos negativos ao crescimento e desenvolvimento vegetal em função do desbalanço hormonal. O mesmo que acontece quando a planta em condições favoráveis recebe hormônio exógenos.

Existe uma faixa de concentração ótima para que o hormônio seja efetivo, abaixo dela não há resposta fisiológica e acima dessa faixa ocorrerá um efeito inibitório. Normalmente são obtidas respostas de crescimento com baixíssimas concentrações hormonais. Como a concentração ideal é crítica, existem nas plantas mecanismos de controle fino de quantidade de hormônios livres (Ferri, 1985). Assim, nestas condições ideais, os hormônios contidos nos bioestimulantes não farão efeito ou poderão inibir a atividade de outros.

O resultado encontrado por este trabalho pode ser retificado com os trabalhos de Moterle et al. (2008) que não constataram diferença no tratamento com bioestimulante em soja, para altura das plantas, número de vagens por planta, massa de mil grãos e produtividade em relação ou não à época de aplicação. Quando repetiram o mesmo experimento em outro ano, onde houve estresse climático, constataram que o bioestimulante aplicado via foliar em fase reprodutiva, foi melhor que em fase vegetativa para a massa de mil grãos.

Klahold et al. (2006) constataram que a aplicação do Stimulate[®] proporcionou incremento no número de vagens e produtividade da soja, aplicado via tratamento de sementes e foliar. Batista Filho et al. (2013) obtiveram aumento de número de vagens, número de grãos por vagem e produtividade com o uso de bioestimulantes em soja. Santini et al. (2015) usaram bioestimulantes em tratamento de sementes de soja e obtiveram maiores valores de massa seca da parte aérea, acréscimo no número de vagens por planta e incremento de produtividade.

Na Tabela 2 não foi encontrada diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos, quando comparados, sem interação com as épocas de aplicação do produto, referente às variáveis por planta: altura, número de vagens, número de grãos, número de ramos e massa de grãos, assim como, em relação à massa de mil grãos e produtividade.

Tabela 2. Médias das variáveis avaliadas por planta de soja, massa de mil grãos e produtividade, em função do tratamento. Itumbiara GO, 2016.

Tratamento	Altura de planta (cm)	Nº vagens	Nº grãos	Nº ramos	Massa grãos (g)	Massa 1000 grãos(g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Testemunha	40,56	38,11	82,22	6,33	11,80	146,05	5190,04
Stimulate [®]	41,11	40,33	82,78	6,11	11,47	139,75	5045,82
Matriz G [®]	39,56	41,44	80,11	5,78	12,09	153,63	5318,62
Vitakelp [®]	40,55	42,89	88,22	6,22	12,17	137,71	5355,28
Agrostemin [®]	40,44	40,78	76,44	5,66	11,47	165,71	5045,82
Improver [®]	40,56	36,56	73,33	5,78	11,03	155,28	4851,73
CV(%)	8,86	16,28	18,11	11,47	11,14	22,76	11,14
F value	0,164	1,141	1,167	1,526	0,999	0,855	0,999
Pr(>F)	0,975	0,352	0,339	0,200	0,429	0,518	0,429

As médias não diferiram entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os bioestimulantes, além de atuar nos processos de divisão e de alongamento celular, podem aumentar a absorção e a utilização dos nutrientes atuando em diversas fases do metabolismo das plantas (Scalon et al., 2009). Porém, alguns trabalhos mostram que, em alguns casos, eles podem não favorecer ou até mesmo diminuir a absorção de nutrientes pelas plantas, indicando que as respostas às suas aplicações dependem de fatores como a espécie da planta, dose e a composição das substâncias presentes nos produtos (Ferreira et al., 2007).

Batista Filho et al. (2013) testaram várias doses de Stimulate[®] em soja e concluíram que a produtividade teve um aumento recíproco a dosagem de bioestimulante até a dose de 750 ml ha⁻¹, com posterior decréscimo mediante o aumento da dose. Isso evidencia que quando os níveis de hormônios ultrapassam a faixa de concentração ótima na planta, eles podem inibir o desenvolvimento vegetal.

Inneco et al. (2010) testaram o extrato vegetal de *Agrostemma githago* (Agrostemin[®]) e relataram aumento de produtividade, teor de óleo e peso de mil grãos. Frandoloso et al. (2012) constataram aumento de 31% na produtividade quando utilizado extrato de algas via tratamento de sementes ou foliar.

Bertolin et al. (2010) comentam que a maior produtividade não está relacionada ao maior crescimento da parte aérea, considerando-se a altura das plantas, ramos por planta, altura de inserção da primeira vagem, condizendo com o presente estudo que obteve diferenças nestas variáveis mas sem influência na produtividade.

A produtividade da soja é altamente correlacionada com os componentes da produção, ou seja, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de grãos, onde não houve diferenças significativas. Dourado Neto et al. (2014) concluíram que apesar do uso do bioestimulante ter influenciado positivamente em alguns componentes de produção do milho, não aumentaram o rendimento da cultura.

Em relação à altura de inserção de primeira vagem, houve interações significativas ($P < 0,05$) entre a época de aplicação do produto e o tratamento (Tabela 3). Quando os produtos foram utilizados no tratamento de sementes, apresentaram diferença entre si, sendo que a testemunha, o Agrostemin[®] e o Improver[®] obtiveram a mesma média de altura de inserção de primeira vagem e foram superiores ao Vitakelp[®]; os demais tratamentos não se diferenciaram. Quando os tratamentos foram comparados entre si, independente da época de aplicação, não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) (Tabela 3).

O tratamento com Matriz G[®] teve melhor resultado quando aplicado aos 40 dias após o semeio, em relação ao tratamento de sementes. O Vitakelp[®] teve melhor efeito aplicado aos 40 dias após o semeio, quando comparado com o tratamento de semente e aos 60 dias após semeio. A inserção de primeira vagem foi maior quando, independente do tratamento, usou-se a aplicação aos 40 dias após o semeio (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de altura (cm) de inserção de primeira vagem por planta de soja, em função do tratamento e época de aplicação do produto. Itumbiara GO, 2016.

Tratamento	Época de aplicação			Média
	TS ¹	40 dias ²	60 dias ²	
Testemunha	9,33 b A	9,67 a A	9,00 a A	9,33 a
Stimulate [®]	9,00 ab A	9,00 a A	9,00 a A	9,00 a
Matriz G [®]	8,00 ab A	9,33 a B	8,67 a AB	8,67 a
Vitakelp [®]	7,33 a A	10,00 a B	8,00 a A	8,55 a
Agrostemin [®]	9,33 b A	9,33 a A	9,33 a A	9,33 a
Improver [®]	9,33 b A	10,00 a A	8,66 a A	9,33 a
Média	8,72 A	9,56 B	8,83 A	
CV(%)	11,01	8,20	5,80	9,30
F value	5,69	0,733	1,867	1,699
Pr(>F)	0,006	0,612	0,174	0,153

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Tratamento de sementes.

² Aplicação via foliar equivalente a dias após o semeio.

Segundo Resende & Carvalho (2007), a altura de inserção de primeira vagem não dever ser inferior a 10 cm para facilitar a colheita mecânica. A menor altura de inserção da primeira vagem implica também em maior facilidade de contato da vagem com o solo (Batista Filho et al., 2013). Apesar de se ter obtido valores de altura de primeira inserção maiores na testemunha e com o uso de Improver[®] e Agrostemin[®], em relação ao Vitakelp[®], esses valores ainda foram menores que 10 cm, o que pode ser atribuído às características genéticas da cultivar utilizada que, segundo informações técnicas, tem altura de primeira vagem entre 8 a 12 cm (Nidera Sementes, 2013).

A testemunha não diferiu do Improver[®] e do Agrostemin[®], provavelmente porque não houve estresse climático nesta safra, diminuindo os efeitos dos bioestimulantes, como já foi mencionado anteriormente. Supõe-se que a efetividade do biorregulador é mais

pronunciada e apresenta melhores resultados quando há uma condição de estresse (Moterle et al., 2008)

Cobucci et al. (2005) fazendo o uso de bioestimulante em feijão, ressaltaram a importância da fase fenológica da planta no momento da aplicação, mostrando que o produto aplicado na mesma dose em estádios fenológicos diferentes não proporcionou os mesmos resultados para a produtividade.

Aplicações no período vegetativo podem oferecer elevado potencial produtivo que será consolidado na fase reprodutiva, já que o número total de nós que a planta de soja produzirá será definido em V5 (Fehr & Caviness, 1977) . O manejo, que favoreça o aumento do número de nós, pode gerar maior número de ráculos por decorrência de flores e possivelmente de vagem com sementes (Albrecht, 2012).

Os produtos com extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Improve[®]) e extrato vegetal de *Agrostemma githago* (Agrostemin[®]) apresentaram melhores resultados de altura de primeira inserção de vagem que o produto à base de alga *Durvillaea potatorum* (Vitakelp[®]). Bastos et al. (2016) constataram que o uso de *Durvillaea potatorum* em feijão não afeta as variáveis componentes de produção. Essa diferença entre as algas justifica a importância de se escolher a espécie que mais se adapta à cultura de cultivo.

Vários trabalhos mostram que produtos a base de alga apresentam importantes funções na planta como: atividade citocínica, aumento da divisão celular; atividade auxínica, controla o crescimento caulinar; atividade giberelínica, regula a elasticidade e plasticidade celular e reduz estresses hídricos e bióticos (Fernandes et al., 2011). Essas funções justificam o aumento de inserção de primeira vagem quando utilizados produtos à base de algas.

Segundo Teixeira (2014), entre as algas marinhas, a *Ascophyllum nodosum* se destaca por ser uma fonte natural de macro e micronutrientes, aminoácidos, citocinina, auxinas e ácido abscísico, substâncias que afetam o metabolismo celular e conduzem ao aumento do crescimento, mas que são influenciados pela espécie, estágio de desenvolvimento, concentração do extrato e fatores ambientais. Isso ressalta a importância de se levar em consideração todos esses fatores no momento de administrar o produto. Carvalho & Castro (2014) comentam que o extrato de algas muitas vezes é utilizado juntamente com outros compostos, fato que acaba dificultando a avaliação exclusiva do efeito do extrato ao cultivo.

Ao contrário do presente experimento, Marques et al. (2014) fizeram uso de bioestimulante à base de algas marinhas em soja e obtiveram ganhos em número de vagens e grãos por planta, mas não houve diferenças para altura de inserção de primeira vagem. Ferraza & Mourão (2010) obtiveram resultados significativos na cultura da soja com tratamento de sementes com algas, relativo ao peso de grãos.

Em relação à massa seca de raiz, constatou-se que não houve interações ($P > 0,05$) entre a época de aplicação do produto e o tipo de tratamento. Porém quando comparados todos os tratamentos entre si, sem distinção de época de aplicação, apresentaram diferença ($P < 0,05$). O Matriz G[®] foi superior ao Vitakelp[®] apresentando maior massa de sistema radicular seco, já os outros tratamentos não diferiram entre si (Tabela 4).

Tabela 4. Médias de massa seca de raiz (g) por planta de soja, em função do tratamento e época de aplicação do produto. Itumbiara GO, 2016.

Tratamento	Época de aplicação			Média
	TS ¹	40 dias ²	60 dias ²	
Testemunha	3,77 a	5,83 a	5,15 a	4,92 ab
Stimulate [®]	4,02 a	6,68 a	4,94 a	5,22 ab
Matriz G [®]	7,42 a	6,70 a	6,57 a	6,90 b
Vitakelp [®]	3,60 a	4,75 a	4,16 a	4,17 a
Agrostemin [®]	6,21 a	5,37 a	5,23 a	5,61 ab
Improver [®]	6,16 a	5,22 a	7,02 a	6,14 ab
Média	5,20	5,76	5,52	
CV (%)	36,26	29,16	32,23	32,20
F value	3,230	0,598	1,136	3,167
Pr(>F)	0,060	0,703	0,393	0,015

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Tratamento de sementes.

² Aplicação via foliar equivalente a dias após o semeio.

Os Bioestimulantes favorecem a expressão do potencial genético das plantas através de alterações nos processos vitais e estruturais; promovem o equilíbrio hormonal e estimulam o desenvolvimento radicular (Silva et al., 2008). Possuem em sua composição hormônios como a auxina que contribui para a divisão celular na formação de raízes, em baixas concentrações alonga a raiz primária e em concentrações maiores estimula o

processo de divisão celular das raízes laterais e adventícias e a giberelina que também atua na divisão e alongamento das raízes (Ferri, 1985).

A planta mais enraizada tem uma maior capacidade para absorver água e sais minerais disponíveis na solução do solo, garantindo uma mais rápida alocação de substâncias para os drenos preferenciais da planta, como os grãos, evitando o abortamento de embriões em caso de estresses (Dourado Neto et al., 2014).

Esse resultado corrobora com o trabalho de Santos et al. (2013) que observaram efeitos positivos na maioria das características agrônomicas e melhor incremento da massa seca das raízes milho, com o uso de bioestimulantes. Vieira (2001) observou que o Stimulate[®], no tratamento de sementes, em diferentes doses, promoveu acréscimos na massa seca, crescimento radicular e produção de grãos na cultura da soja. O mesmo autor, na cultura do feijoeiro, encontrou incrementos significativos sobre a germinação de sementes e massa seca de raízes.

Carvalho (2013) observou taxas elevadas de crescimento radicular, 59,16% a mais que a testemunha, quando utilizou o extrato da alga *Ascophyllum nodosum*, o que não aconteceu no presente trabalho onde a testemunha não se diferenciou dos demais tratamentos. Castro & Vieira (2001) testaram bioestimulantes e constataram plantas de soja com sistemas radiculares mais desenvolvidos apresentando raízes mais vigorosas com valores de massa seca, crescimento e comprimento total superiores aos encontrados nas testemunhas.

Ao contrário, Castro et al. (2008) constataram que o tratamento com bioestimulantes não incrementaram o sistema radicular das plantas de soja. Conceição et al. (2010) concluíram que o tratamento das sementes de milho com o Stimulate[®] afetou negativamente o desenvolvimento do sistema radicular das plântulas.

4.2 EXPERIMENTO EM CAMPO

Por meio da análise dos dados obtidos por planta, referente às variáveis: número de vagens, número de grãos e massa de grãos, verificou-se que não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre a época de aplicação e os tratamentos, assim como, em relação à massa de mil grãos e produtividade (Tabela 5).

Tabela 5. Médias das variáveis avaliadas por planta de soja, massa de 1000 grãos e produtividade, em função do tratamento e da época de aplicação do produto. Goiatuba GO, 2016.

Época	Tratamento	Nº vagens	Nº grãos	Massa grãos (g)	Massa 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
TS ¹	Testemunha	31,42	66,77	10,01	151,61	4405,83
	Stimulate [®]	29,97	66,62	9,95	150,20	4379,87
	Matriz G [®]	31,50	70,22	10,17	145,62	4477,00
	Vitakelp [®]	30,35	65,85	9,66	148,45	4251,61
	Agrostemin [®]	30,12	66,35	9,25	151,50	4072,75
	Improver [®]	25,45	57,60	7,91	141,52	3483,92
	CV(%)	37,08	37,61	37,76	21,58	37,76
	F value	1,653	1,167	2,243	0,604	2,243
Pr(>F)	0,147	0,326	0,060	0,697	0,060	
40 dias ²	Testemunha	27,20	61,70	8,61	139,12	3791,37
	Stimulate [®]	32,60	73,05	10,24	140,76	4508,68
	Matriz G [®]	31,27	71,75	9,58	136,81	4214,65
	Vitakelp [®]	32,87	71,45	9,92	139,82	4365,35
	Agrostemin [®]	28,32	62,77	8,58	138,02	3777,84
	Improver [®]	31,35	72,27	9,72	135,87	4277,68
	CV(%)	33,26	33,56	32,29	11,47	32,29
	F value	2,128	2,029	2,102	0,539	2,102
Pr(>F)	0,063	0,075	0,066	0,747	0,066	
60 dias ²	Testemunha	25,95	57,50	8,26	153,86	3635,72
	Stimulate [®]	26,90	59,12	9,31	159,56	4098,60
	Matriz G [®]	26,85	60,75	8,60	141,95	3784,44
	Vitakelp [®]	28,15	61,15	8,55	142,43	3764,53
	Agrostemin [®]	26,10	57,30	8,24	150,35	3629,45
	Improver [®]	27,10	62,92	8,84	145,60	3892,46
	CV(%)	31,52	29,74	31,33	28,27	31,33
	F value	0,345	0,652	0,873	1,090	0,873
Pr(>F)	0,885	0,660	0,500	0,367	0,500	

As médias não diferiram entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Tratamento de sementes.

² Aplicação via foliar equivalente a dias após o semeio.

O adequado desenvolvimento das plantas depende da razão entre a auxina e a citocinina. Níveis altos de citocinina promovem o crescimento da parte aérea e altos de auxina promovem o crescimento da raiz. Quando em condições nutricionais baixas os

níveis de citocinina são reduzidos resultando em aumento dos níveis de auxina e crescimento da raiz, permitindo que a planta adquira de forma mais eficiente os nutrientes do solo (Taiz & Zeiger, 2013a).

Por isso os bioestimulantes são eficazes nessa condição de estresse, equilibrando o aporte de citocinina para a planta e conseqüentemente fazendo com que a parte aérea volte a crescer, além de fornecerem auxina que estimula o desenvolvimento radicular. Em situações onde não ocorre estresse, os bioestimulantes perdem sua função de incrementar essas concentrações de hormônios e têm seus efeitos atenuados.

Galindo et al. (2015) testaram o extrato de alga *Ascophyllum nodosum* em milho e não constataram aumento dos componentes de produção e produtividade. Ao contrário, Bertolin et al. (2010), quando testaram bioestimulantes em soja, obtiveram resultados de maior número de vagens e aumento em 37% de produtividade de grãos em relação à testemunha, sendo 40% de aumento quando o produto foi usado no tratamento de semente e 37 % quando usado via foliar. Albrecht et al. (2011) observaram que o biorregulador influenciou nos componentes de produção da soja, gerando aumentos no número de vagens e produtividade. Dourado Neto et al. (2014) demonstraram que o uso desses produtos em feijão, aumenta o número de grãos por planta e a produção.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos, independente da época de aplicação dos produtos, pelos dados obtidos por planta, referentes às variáveis: número de vagens, número de grãos e massa de grãos, assim como, em relação à massa de mil grãos e produtividade (Tabela 6).

Tabela 6. Médias das variáveis avaliadas por planta de soja, massa de 1000 grãos e produtividade, em função do tratamento. Goiatuba GO, 2016.

Tratamento	Nº vagens	Nº grãos	Massa grãos (g)	Massa 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Testemunha	28,19	61,89	8,96	148,20	3944,31
Stimulate [®]	29,82	66,27	9,84	150,17	4329,05
Matriz G [®]	29,87	67,57	9,45	141,46	4158,70
Vitakelp [®]	30,46	66,15	9,38	143,57	4127,16
Agrostemin [®]	28,18	62,14	8,70	146,63	3826,68
Improver [®]	28,00	64,27	8,83	141,00	3884,69
CV(%)	34,63	34,51	34,32	22,17	34,32
F value	1,404	1,323	2,310	1,629	2,310
Pr(>F)	0,221	0,252	0,060	0,150	0,060

As médias não diferiram entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em condições de estresse, os bioestimulantes podem ter seus efeitos mais destacados, já que são compostos por hormônios que podem auxiliar os mecanismos de defesa das plantas e promover o crescimento e desenvolvimento (Dourado Neto et al., 2014). Albrecht et al. (2012) testaram bioestimulantes em soja em duas safras e relataram que os resultados diferenciados expressos dentro de cada ano agrícola foram reflexos de um comportamento climático distinto, concluindo que fatores ecofisiológicos em conjunto ou isolados, podem interferir na performance dos biorreguladores. No caso do presente estudo, as condições de fertilidade, climáticas e fitossanitárias foram ideais para que a planta se desenvolvesse sem a presença de estresses e assim os bioestimulantes tiveram seus efeitos atenuados.

Fernandes & Silva (2011) concluíram que o uso de extrato de algas pode auxiliar no controle das principais doenças do cafeeiro, reforçando sua importância no caso de estresse. Estes autores justificam esse efeito devido, principalmente, ao fortalecimento da estrutura da planta que melhora a resistência e ao melhor desenvolvimento das raízes que melhoram o aproveitamento de água e nutrientes do solo.

Marafon & Simonetti (2016) utilizaram bioestimulantes à base de alga *Ascophyllum nodosum* em soja e não encontraram melhorias nos parâmetros avaliados: massa de parte aérea e de raiz, número de sementes por planta, massa de mil grãos e produtividade, independente da época de aplicação. Segundo Dapper et al. (2013), as principais aplicações das algas marinhas na agricultura são o controle direto de fitopatógenos pela atividade antimicrobiana dos extratos, indução de mecanismos de defesa vegetal e promoção do crescimento da planta. Portanto na ausência de estresse os resultados eficientes ficam comprometidos.

Ao contrário de Magalhães (2013) que apresentou resultados positivos ao usar extrato desta mesma alga em soja, aumentando 60 % o crescimento radicular e 38% a massa seca de grãos. Mógor et al. (2008) obteve resultados significativos para acúmulo de massa seca de fresca de caules e folhas em feijão.

Segundo Teixeira (2014), embora os efeitos benéficos da aplicação de extratos de algas marinhas tenham sido comprovados em estudos científicos e em condições de campo, há necessidade de mais pesquisas para avaliar seus efeitos, já que as respostas das plantas variam em função da espécie, do estágio de desenvolvimento, da concentração do extrato e fatores ambientais como a temperatura e umidade.

Os dados obtidos mostraram interações significativas ($P < 0,05$) entre a época de aplicação do produto e o tratamento para inserção de primeira vagem. Quando os produtos foram utilizados em tratamento de sementes, apresentaram diferença entre si, sendo que o Matriz G[®] obteve valor maior que o Improver[®], os demais tratamentos não diferiram entre si. Quando aplicado 40 dias após o semeio, o Matriz G[®] se destacou em relação ao Improver[®] e ao Stimulate[®], os demais tratamentos não diferiram entre si. Quando aplicado aos 60 dias após semeio, o Agrostemin[®] foi superior aos demais tratamentos (Tabela 7).

Em relação às médias desta variável entre os tratamentos, independente da época em que foram aplicados, houve uma diferença ($P < 0,05$) evidenciando que o Agrostemin[®] foi melhor que o Improver[®] e o Stimulate[®], não se diferenciando dos demais tratamentos, o Matriz G[®] também superou o Improver[®] (Tabela 7).

O Stimulate[®] apresentou melhor resultado quando aplicado em tratamento de sementes do que com 40 dias após o semeio; o Matriz G[®] foi mais eficiente em tratamento de sementes quando comparado com o foliar aos 60 dias após o semeio. O Agrostemin[®] se sobressaiu quando foi aplicado aos 60 dias após o semeio e em tratamento de sementes. O Improver[®] teve maiores valores quando aplicado 60 dias após o semeio do que aos 40 dias. Independente do tratamento, a aplicação via semente e com 60 dias após o semeio foram melhores (Tabela 7).

Tabela 7. Médias de altura de inserção de 1ª vagem por planta de soja, em função do tratamento e época de aplicação. Goiatuba GO, 2016.

Tratamento	Época de aplicação			Média
	TS ¹	40 dias ²	60 dias ²	
Testemunha	8,57 ab A	8,35 ab A	7,82 a A	8,25 ac
Stimulate [®]	8,85 ab B	7,67 a A	8,02 a AB	8,18 ab
Matriz G [®]	9,65 b B	8,70 b AB	8,37 a A	8,90 bc
Vitakelp [®]	8,52 ab A	8,40 ab A	8,60 a A	8,50 ac
Agrostemin [®]	8,97 ab B	7,82 ab A	10,07 b C	8,96 c
Improver [®]	8,05 a AB	7,62 a A	8,77 a B	8,15 a
Média	8,77 B	8,09 A	8,61 B	
CV(%)	26,61	19,61	22,21	22,81
F value	2,164	3,306	7,982	4,109
Pr(>F)	0,058	0,006	5,76.10 ⁻⁷	0,001

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Tratamento de sementes. ² Aplicação via foliar equivalente a dias após o semeio.

O Matriz G[®] se destacou em relação ao Stimulate[®], provavelmente pelo fato de, apesar da composição dos dois produtos ser basicamente a mesma em relação aos hormônios, o Matriz G[®] tem em sua composição nutrientes, aminoácidos, ácidos húmicos e fúlvicos, o que contribui para o melhor desempenho, influenciando no desenvolvimento da planta (Castro, 2010). Estas substâncias participam de importantes reações, influenciando a fertilidade do substrato pela liberação de nutrientes, detoxificação de elementos químicos, melhora das condições físicas e biológicas, estimulando o crescimento das plantas (Santos et al., 2013).

Santini et al. (2015) explicam essa diferença na composição dos produtos quanto mostram resultados de aumento de produtividade com outros bioestimulantes mas não com o Stimulate[®] que não influenciou em nenhuma das variáveis componentes de produção. Os autores atribuem essas maiores produtividades de outros bioestimulantes, ao fato de serem compostos com Nitrogênio que é importante para o estabelecimento das plantas e somados com os hormônios proporcionaram um melhor desenvolvimento.

Albrecht et al. (2011), ao contrário do presente estudo, relatam que não encontraram efeitos significativos, quando usaram bioestimulantes em soja, para as variáveis altura de primeira inserção de vagem.

Aplicado aos 60 dias após o semeio o Agrostemin[®], que contém extrato vegetal de *Agrostemma githago*, resultou em altura de primeira inserção de vagem maior que a de todos os outros tratamentos. Estudos comprovam que ele atua no metabolismo, influenciando nos processos de crescimento, desenvolvimento e reprodução da planta, trazendo uma série de efeitos positivos (Almeida, 2012). Fernandes et al. (1995) obtiveram resultados significativos com este mesmo produto, via tratamento de semente ou foliar, para altura e número de folhas de planta de soja. Almeida (2012) observou aumento de produtividade em pimentões quando utilizou esse extrato.

O fato das médias dos produtos terem sido melhores para aplicações em tratamento de sementes e aos 60 dias após o semeio, mostra a influência da época de aplicação, justificada pelo fato de que a ação de hormônios vegetais depende do estágio de desenvolvimento e da atividade da planta, de estímulos externos, da parte da planta que está recebendo o estímulo e do tempo deste impacto (Larcher, 2006).

Segundo Dourado Neto et al. (2014), as formas de aplicação do bioestimulante também podem interferir no aproveitamento destes hormônios pela cultura. Quando são aplicados em sementes ou início do desenvolvimento, as plantas têm um período maior

para estar em contato com os hormônios, absorvê-los e atuar no metabolismo. Assim promove maior crescimento radicular o que possibilita maior resistência a estresses bióticos, abióticos e nutricionais.

Em milho a aplicação dos fitorreguladores foi mais eficiente quando executada no tratamento de sementes em comparação com a pulverização foliar (Dourado Neto et al., 2014). Albrecht et al. (2011) constataram diferenças entre as épocas de aplicação de bioestimulantes em soja, tendo produtividades maiores quando aplicados em fase reprodutiva em relação à vegetativa e tratamento de semente.

Em relação à altura de planta, a Tabela 8 evidencia que os dados obtidos mostraram interações significativas ($P < 0,05$) entre a época de aplicação do produto e o tipo de tratamento. Quando os produtos foram utilizados em tratamento de sementes, a testemunha e o Stimulate[®] foram melhores que o Matriz G[®] e o Improver[®], os demais tratamentos não se diferiram. Quando aplicados aos 40 dias após o semeio, o Stimulate[®] proporcionou maior altura de plantas quando comparado com o Matriz G[®], porém não se diferenciou dos demais tratamentos.

Em relação às médias de altura de plantas entre os tratamentos, independente da época em que foram aplicados, houve uma diferença ($P < 0,05$) que evidenciou que o Stimulate[®] teve alturas maiores que o Matriz G[®]. Os demais tratamentos não diferiram entre si (Tabela 8).

Na Tabela 8 verifica-se que o Stimulate[®] e o Vitakelp[®] resultaram em maior altura quando aplicados 40 dias após o semeio, já o Matriz G[®] foi melhor quando aplicado em tratamento de sementes. Independente do tratamento, a época melhor para aplicação dos produtos foi aos 40 dias após o semeio.

Tabela 8. Médias de altura por planta de soja, em função do tratamento e época de aplicação. Goiatuba GO, 2016 (continua).

Tratamento	Época de aplicação			Média
	TS ¹	40 dias ²	60 dias ²	
Testemunha	67,97 b A	68,85 ab A	62,42 a A	66,42 ab
Stimulate [®]	67,85 b A	74,05 b B	64,15 a A	68,68 b
Matriz G [®]	60,90 a B	68,45 a A	65,82 a A	65,06 a
Vitakelp [®]	64,05 ab A	70,77 ab B	63,17 a A	66,00 ab
Agrostemin [®]	66,45 ab A	69,65 ab A	66,02 a A	67,37 ab
Improver [®]	61,12 a A	70,85 ab A	67,37 a A	66,45 ab
Média	64,72 A	70,44 B	64,83 A	

	Época de aplicação			Média
	TS ¹	40 dias ²	60 dias ²	
CV(%)	14,24	12,00	12,58	12,94
F value	5,266	2,35	2,203	2,297
Pr(>F)	0,000133	0,041	0,060	0,043

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Tratamento de sementes.

² Aplicação via foliar equivalente a dias após o semeio.

Os bioestimulantes compreendem substâncias orgânicas, complexas e modificadoras do crescimento que atuam em fatores de transcrição da planta, expressão gênica, proteína de membrana e enzimas metabólicas. Assim o metabolismo secundário se altera de forma a modificar a nutrição mineral, levando a produção de precursores de fitohormônios e à síntese fitohormonal. Tudo isso culmina na melhor resposta das plantas aos nutrientes (Castro, 2010) contribuindo para o desenvolvimento do vegetal.

Os hormônios estimulam a dominância apical, fenômeno em que o crescimento da gema apical inibe o crescimento das gemas laterais. A auxina é responsável por este fenômeno, também pelo crescimento das plantas, influenciando diretamente nos mecanismos de expansão celular, assim como a citocinina que além dessa função, regula a mobilização de nutrientes e as giberelinas que são importantes no crescimento caulinar (Taiz & Zeiger, 2013a). Além disso, estimulam um maior desenvolvimento radicular o que possibilita melhor e maior área de exploração do solo, influenciando no maior crescimento e no desenvolvimento das plantas (Santos et al. 2013).

A testemunha não se diferenciou do tratamento com o Stimulate[®], reforçando a teoria de que as boas condições climáticas e a falta de outros tipos de estresse abiótico ou biótico atenuam o efeito dos bioestimulantes na planta. Esses produtos ativam várias reações fisiológicas como a expressão de proteínas. Estas proteínas interagem com vários mecanismos de defesa de estresses da planta, permitindo que ela enfrente melhor as condições adversas (Castro, 2006).

O aumento na altura das plantas evidenciado neste estudo corrobora com os resultados encontrados por Bertolin et al. (2010), que testaram bioestimulante em soja e Carvalho (2013) que testou extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em tratamento de sementes de soja e também obtiveram plantas mais altas com estes produtos. Porém contraria Moterle et al. (2008) e Batista Filho et al. (2013) que não encontraram diferença

em altura de plantas de soja tratadas com bioestimulante, independente da forma como foi aplicado e da dose.

Abrantes et al. (2011), avaliando o efeito do Stimulate[®] em feijão, observaram que a aplicação do produto em estágio vegetativo proporcionou maior altura de plantas. Na fase vegetativa, a planta deve possuir maior quantidade de regulador de crescimento em relação à reprodutiva e com a aplicação das doses de bioestimulante no estágio vegetativo, aumentou-se a quantidade destes reguladores e como consequência o maior crescimento vegetativo. Isso explica porque resultados melhores foram alcançados quando, os bioestimulantes testados neste trabalho, foram aplicados aos 40 dias após o semeio quando comparados com o tratamento de sementes e com a aplicação mais tardia, aos 60 dias após o semeio.

Em relação ao número de ramos por planta, pode se observar na Tabela 9, que houve interações significativas ($P < 0,05$) entre a época de aplicação do produto e o tratamento. Em tratamento de sementes, a testemunha e o Stimulate[®] tiveram mais ramificações que o Vitakelp[®] e o Improver[®], os demais tratamentos não se diferiram. Quando comparado todos os tratamentos, independente da época em que foram aplicados, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) (Tabela 9).

Observa-se que o Vitakelp[®] teve mais ramificações por planta, quando aplicado aos 40 dias após o semeio, em relação ao tratamento de sementes. O Improver[®] teve mais ramos por planta quando aplicado aos 40 ou 60 dias após o semeio. Porém esses resultados não influenciaram na média das épocas em que os produtos foram aplicados, não tendo diferença significativa ($P > 0,05$) entre elas (Tabela 9).

Tabela 9. Médias de número de ramos por planta de soja, em função do tratamento e época de aplicação. Goiatuba GO, 2016 (continua).

Tratamento	Época de aplicação			Média
	TS ¹	40 dias ²	60 dias ²	
Testemunha	3,15 b A	2,67 a A	2,35 a A	2,72 a
Stimulate [®]	3,05 b A	2,60 a A	2,60 a A	2,75 a
Matriz G [®]	2,60 ab A	2,43 a A	2,55 a A	2,52 a
Vitakelp [®]	2,30 a A	2,98 a B	2,50 a AB	2,60 a
Agrostemin [®]	2,72 ab A	2,58 a A	2,27 a A	2,52 a
Improver [®]	2,07 a A	2,83 a B	2,70 a B	2,53 a
Média	2,65 A	2,68 A	2,49 A	2,60 a
CV(%)	44,38	38,65	39,98	41,18

	Época de aplicação			Média
	TS ¹	40 dias ²	60 dias ²	
F value	5,515	2,029	1,009	1,113
Pr(>F)	8,05.10 ⁻⁵	0,075	0,413	0,352

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Tratamento de sementes.

² Aplicação via foliar equivalente a dias após o semeio.

Observa-se que os órgãos vegetais têm sua morfologia alterada pela aplicação de bioestimulantes, de forma que o crescimento e desenvolvimento deles são promovidos ou inibidos, o que modifica os processos fisiológicos e exerce controle da atividade meristemática (Weaver, 1972). Estes produtos estimulam a divisão, a diferenciação, o alongamento celular e aumenta a disponibilidade de água e nutrientes (Castro et al., 2012).

As citocininas promovem a divisão celular, participando do processo de alongamento e diferenciação, principalmente quando interagem com as auxinas. As auxinas possuem ação característica no crescimento celular, agindo diretamente no aumento da plasticidade da parede celular, promovendo a esta um alongamento irreversível (Arteca, 1996).

A testemunha não se diferenciou do tratamento com o Stimulate[®]. As plantas desenvolvem-se bem quando o ambiente é favorável e, sob estas condições, os efeitos dos bioestimulantes podem não ser facilmente identificados. Contudo, se as plantas estão sob estresse, apresentam melhor resposta, e seu desenvolvimento não fica prejudicado, devido a uma melhora em seu sistema de defesa resultante do aumento dos níveis de antioxidantes na planta (Karnok, 2000).

Kavalcol et al. (2014) também constataram um aumento em número de ramos por planta de soja, quando utilizaram o Stimulate[®] aplicado em estágio reprodutivo. Ao contrário de Bertolin et al. (2010) que testaram bioestimulante em soja e não constataram esse aumento.

Alguns trabalhos trazem que a aplicação destes produtos via sementes é capaz de originar plantas mais vigorosas, de maior comprimento, aumento na matéria seca e porcentagem de emergência proporcional ao aumento de doses do produto (Marques et al., 2014). Porém, contrariando essa informação, no presente estudo, quando se trata de número de ramos por planta, não se pode determinar uma melhor época para aplicação do bioestimulante.

4.3 ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA DOS EXPERIMENTOS

Por meio da análise de variância conjunta dos experimentos em telado e no campo, observou-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) em todas as variáveis analisadas independente do tratamento, com exceção da massa de mil grãos. O experimento em telado resultou em valores maiores para todas as variáveis, com exceção da altura de plantas (Tabela 10).

Tabela 10. Médias de altura de inserção de primeira vagem (AIPV), altura de planta (AP), nº de vagens (NV), nº de grãos (NG), nº de ramos (NR) por planta de soja; massa de grãos (MG), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (P) em função do local do experimento. Goiatuba e Itumbiara GO, 2016.

Local	AIPV (cm)	AP (cm)	NV	NG	NR	MG (g)	MMG (g)	P (kg ha ⁻¹)
Campo	8,49	66,66	29,08	64,72	2,61	9,19	145,17	1348,37
Telado	9,03	40,46	40,01	80,52	5,98	11,67	149,69	1711,52
F value	3,987	450,3	61,65	26,18	516,4	32,8	0,981	32,8
Pr(>F)	0,046*	$2 \cdot 10^{-16}$ *	$1,37 \cdot 10^{-14}$ *	$3,92 \cdot 10^{-7}$ *	$2 \cdot 10^{-16}$ *	$1,46 \cdot 10^{-8}$ *	0,322	$1,46 \cdot 10^{-8}$ *

*As médias diferiram entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Este resultado mostra a influência do ambiente nos componentes agrônômicos analisados. O ambiente protegido tem como vantagens a diminuição de incidência de doenças e pragas (Silva et al., 2012) e melhor aproveitamento da água pela planta, oferecendo melhores condições energéticas para o crescimento e desenvolvimento, com ganho considerável de matéria seca em menos tempo (Dantas & Escobedo, 1998).

No presente experimento em ambiente de telado as condições hídricas foram ideais. Ocorreu irrigação uma vez ao dia em dias não chuvosos. Assim não houve falta no aporte de água.

Entre os recursos de que a planta necessita para crescer e funcionar, a água é o mais abundante e o mais limitante. É solvente ideal para ocorrência dos processos bioquímicos na planta, tais como a germinação, respiração e fotossíntese. A absorção de água pelas células gera o turgor; a pressão de turgor é essencial para manter a planta ereta e para outros processos fisiológicos como o alongamento celular, as trocas gasosas nas folhas e o transporte no floema. Outras importantes funções da água estão relacionadas ao

movimento de nutrientes minerais, tanto no solo quanto nas plantas e de fotoassimilados (Kerbaudy, 2013d).

Durante períodos de seca, as plantas sofrem déficits hídricos que levam à inibição do crescimento e da fotossíntese. O processo mais afetado pelo déficit hídrico é o da expansão celular. Em muitas plantas, reduções no suprimento hídrico inibem o crescimento do caule e a expansão foliar. A planta pode despende energia para acumular solutos para manter a pressão de turgor, investir no crescimento de órgãos não fotossintéticos, como raízes para aumentar a capacidade de absorção de água, ou formar vasos capazes de suportar altas pressões negativas (Taiz & Zeiger, 2013d). Tudo isso pode acarretar em baixas produtividades e, dependendo a intensidade do estresse hídrico, a morte das plantas.

Rodrigues et al. (2008) concluíram que plantas de alface em cultivo protegido conseguem maior retenção de água em suas folhas comparada ao ambiente externo, acarretando mais volume na formação da copa. Evidenciaram também que a produção e qualidade da alface sob cultivo protegido são superiores às de cultivo em ambiente aberto.

Ao contrário, Duarte Júnior e Coelho (2008) não constataram diferença de produtividade de feijão em ambiente protegido em relação ao campo, atribuindo esse resultado às boas condições de adubação e disponibilidade de água nos dois ambientes.

A densidade populacional também deve ser levada em consideração nesses dois ambientes, sendo que no campo as plantas estão próximas umas das outras, ou seja, existe um maior número de plantas por unidade de área e no experimento em telado só existe uma planta por recipiente.

A soja é uma espécie que apresenta grande plasticidade quanto à resposta ao arranjo espacial de plantas, variando número de ramificações, vagens e grãos por planta e diâmetro do caule, de forma inversamente proporcional à variação na população de plantas (Embrapa, 2013).

A altura de inserção de primeira vagem pode ser influenciada pela época de semeadura, características do genótipo, população de plantas e espaçamento entre fileiras (Carvalho & Rezende, 2007). Kavalco et al. (2014) concluíram que essa variável foi maior em densidades populacionais maiores. O que contraria o presente estudo, onde essas variáveis foram maiores no ambiente em telado. Porém em relação ao número de vagens, número de ramos, número de grãos por planta e produtividade, eles corroboraram com este estudo concluindo que estas variáveis obtiveram valores maiores em menores densidades.

A massa de mil grãos, que determina o tamanho do grão, no presente estudo, não sofreu influência do ambiente, contrariando as informações de Carbonell et al. (2010) que dizem que essa característica é muito influenciada pelo ambiente, pelo tratamento empregado e a condução da planta. Mauad et al. (2010) não observaram diferenciações na massa de mil grãos da soja quando submetida a diferentes números de plantas por unidade de área.

O experimento em campo só se destacou na altura de plantas que foi maior que no ambiente de telado. A altura de planta é influenciada pelos fatores que condicionam o crescimento das plantas, ou seja, local e clima, ano, época de semeadura, cultivar e fertilidade do solo. O aumento da densidade de plantas resulta em plantas mais altas. A maior população de plantas favorece a competição intraespecífica e a planta aumenta sua altura para sobressair-se em relação à outra (Embrapa, 2013).

Segundo Fiorese (2013), com exceção da altura de inserção de primeira vagem, todas as características agronômicas das cultivares de soja por ele testadas, obtiveram respostas proporcionais ao aumento de densidade populacional. Fancelli (2014), testando o melhor arranjo de plantas de soja, encontrou alturas de plantas maiores proporcionais às maiores densidades populacionais.

Quando comparados os tratamentos em relação ao ambiente, as médias de altura de planta obtiveram diferença significativa ($P < 0,05$) em todos eles. Os tratamentos resultaram em alturas de planta maiores no experimento feito em campo (Tabela 11).

Tabela 11. Médias de altura de planta de soja, em função do tratamento e local do experimento. Goiatuba e Itumbiara GO, 2016.

Tratamento	Local do experimento		Pr(>F)
	Campo	Telado	
Testemunha	66,41	40,56	0,0006*
Stimulate [®]	68,68	41,11	0,0007*
Matriz G [®]	65,05	39,56	0,0004*
Vitakelp [®]	66,00	40,56	0,0004*
Agrostemin [®]	67,37	40,44	0,0001*
Improver [®]	66,45	40,56	0,001*

*As médias diferiram entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Além da densidade populacional, outro fator que pode influenciar na altura das plantas, é o impedimento mecânico que o sistema radicular encontra para desenvolver-se

nos recipientes usados em ambiente de telado, o que acarreta em plantas de menor porte. Para ocorrer o alongamento radicular é necessário que a pressão radicular seja maior que a impedância mecânica oferecida pelo meio (Passioura, 1991).

As células da região meristemática sofrem divisão e alongamento, por meio da pressão de turgor nas células, que é a força direcional para se sobrepor a qualquer resistência externa (Camargo & Alleoni, 1997). Assim, a estrutura do solo e possíveis obstáculos, afetam o alongamento radicular, modificando a habilidade das raízes em extrair água e nutrientes. A menor disponibilidade de nutrientes, água e oxigênio e leva a menor desenvolvimento vegetativo da parte aérea (Richart et al. 2005).

Almeida et al. (2015) observaram que o crescimento das plantas de soja foi afetado pelo volume dos vasos, sendo que quanto maior o volume, maior a altura de planta, concluindo que o espaço limitado dos vasos pode restringir o crescimento da planta, parte aérea e raiz. Kavalco et al. (2014) testaram Stimulate[®] em soja e constataram que houve um crescimento da planta nas maiores densidades de cultivo, comportamento não similar em densidades menores. Mauad et al. (2010) revelaram que maiores densidades populacionais influenciaram no incremento da estatura da soja.

Em relação às médias de massa de grãos e produtividade, houve diferença significativa ($P < 0,05$) em todos os tratamentos quando comparados entre os locais dos experimentos. Essas variáveis foram maiores no experimento em telado que no campo (Tabela 12).

Tabela 12. Médias de massa de grãos e produtividade de soja, em função do tratamento e local do experimento. Goiatuba e Itumbiara GO, 2016.

Tratamento	Massa de grãos(g)		Produtividade (Kg ha ⁻¹)		Pr(>F)
	Local do experimento				
	Campo	Telado	Campo	Telado	
Testemunha	8,96	11,79	3944,31	5190,04	0,012*
Stimulate [®]	9,84	11,47	4329,05	5045,82	0,006*
Matriz G [®]	9,45	12,09	4158,70	5318,62	0,034*
Vitakelp [®]	9,38	12,17	4127,16	5355,28	0,010*
Agrostemin [®]	8,70	11,47	3826,68	5045,82	0,003*
Improver [®]	8,82	11,02	3884,69	4851,73	0,017*

*As médias diferiram entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Vida et al. (2004) sintetizaram algumas vantagens do cultivo em ambientes protegidos: aumento de produtividade, colheita na entressafra, precocidade da colheita, maior qualidade dos produtos, melhor controle das condições ambientais, controle mais eficiente de pragas e doenças, melhor aproveitamento no uso dos recursos, minimização do risco e maximização da competitividade mercadológica do produtor.

No cultivo protegido é possível controlar melhor as condições fitossanitárias da planta. A cultura da soja está sujeita, durante todo o seu ciclo ao ataque de diferentes espécies de insetos. Quando atingem populações elevadas são capazes de causar perdas significativas no rendimento da cultura. Além dos insetos, entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja estão as doenças. As perdas são estimadas de 15 a 20%, podendo chegar a quase 100% dependendo da doença (Embrapa, 2013).

Chavarria et al. (2007) mostraram que o cultivo protegido da videira não permitiu o estabelecimento de míldio e diminuiu a incidência e a severidade de podridões de cacho, devido à alteração microclimática.

Em ambiente protegido também é possível controlar melhor as condições hídricas da planta. Déficits hídricos expressivos, durante a floração e o enchimento de grãos, provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas e que causa a queda prematura de folhas, flores e abortamento de vagens resultando em redução do rendimento de grãos (Embrapa, 2013).

Silva et al. (2012) observaram que a alface cultivada em casa de vegetação teve melhor desempenho e produtividade que a cultivada no campo. Camilo et al. (2009) recomendam a produção de manjericão em casa de vegetação devido às maiores produtividades.

No caso da soja, o cultivo em casa de vegetação se torna instrumento de pesquisa, principalmente quando se fala em melhoramento genético. Um dos objetivos da maioria dos programas de melhoramento genético de plantas é estimar quanto da variação fenotípica se deve à interação. Por meio dessas informações, os trabalhos podem ser direcionados visando-se atenuar os efeitos da interação ou até mesmo utilizá-la na obtenção de plantas para condições específicas, avaliando seu desempenho em diversos ambientes (Ramalho et al. 2008).

4.5 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE BIOESTIMULANTES

Como observamos anteriormente, na análise de variância da produtividade, não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos associados com a época de aplicação em nenhum dos ambientes, seja em telado (Tabela 1) ou em campo (Tabela 5).

Como não houve diferenças significativas, o resultado da análise econômica indica o valor do acréscimo em custo de produção obtido com a decisão de aplicação dos diferentes produtos. Este acréscimo corresponde ao próprio custo da dose utilizada do produto por unidade de área avaliada (Tabela 14).

Mesmo sem apresentar efeitos significativos na produtividade, foi feita a análise de viabilidade econômica desses bioestimulantes para que se possam considerar aspectos importantes em relação aos custos e benefícios dessa técnica de manejo, tanto no experimento em telado (Tabela 14) quanto no experimento em campo (Tabela 15).

Como se pode observar na Tabela 14, o produto com custo maior é o Vitakelp[®] e o menor é o Improver[®]. Apesar de não haver diferenças significativas, o Stimulate[®], Agrostemin[®], Improver[®], tiveram produtividades médias inferiores à testemunha e consequente margem líquida negativa.

Tabela 14. Estudo da produtividade de soja e viabilidade econômica em função dos tratamentos comparados com a testemunha, em ambiente de telado. Itumbiara GO, 2016.

Tratamento	Produtividade (Kg ha ⁻¹)	Produtividade ¹ (Kg ha ⁻¹)	Valor de produção ² (R\$ ha ⁻¹)	Custo ³ (R\$ ha ⁻¹)	Margem líquida (R\$)
Testemunha	5190,04	-	-	-	-
Stimulate [®]	5045,82	-144,22	-156,24	30,00	-126,24
Matriz G [®]	5318,62	128,58	139,30	13,00	126,30
Vitakelp [®]	5355,28	165,24	179,01	32,50	146,51
Agrostemin [®]	5045,82	-144,22	-156,24	18,00	-138,24
Improver [®]	4851,73	-338,31	-366,50	10,80	-355,70

¹ Diferença de produtividade em comparação com a testemunha.

² Calculado a partir do valor de R\$65,00 a saca de 60 Kg, referente ao preço cotado no mês de setembro de 2016 (Conab, 2016).

³ Custo do bioestimulante em preços cotados junto às revendedoras em setembro de 2016.

A viabilidade econômica de um sistema de produção é um fator que afeta diretamente o agricultor e talvez deva ser o primeiro a ser considerado para a maior aceitação do uso do bioestimulante. Se existem viabilidade econômica e eficácia no método, existe também o estímulo para o agricultor usar o insumo. O acréscimo financeiro

proporcionado pelo biorregulador tem que compensar os custos adicionais, elevando o retorno líquido (Albrecht, 2009), ao contrário do que se obteve neste estudo.

Santini et al. (2015), fizeram a análise de viabilidade econômica do uso de bioestimulantes em tratamento de sementes de soja e constatou que os produtos Aminospeed Raiz[®] e Ultraseed[®] são viáveis economicamente por proporcionarem aumento significativo de produtividade. Porém o mesmo não aconteceu para o produto Stimulate[®], corroborando com o presente estudo. Tais resultados demonstram que o manejo do biorregulador Stimulate[®] deve ser criterioso no sentido de objetivar maiores retornos econômico.

Vieira et al. (2005) consideram que o Stimulate[®] deveria ser incorporado no sistema de produção da soja; posteriormente, a Embrapa Soja adotou em suas recomendações técnicas o uso de biorreguladores a partir de 2008 (EMBRAPA, 2008). Mas poucos estudos se fazem para constatar a viabilidade econômica dele.

Em relação ao experimento em campo, apesar de não haver diferenças significativas, o Agrostemin[®] e o Improver[®], tiveram produtividades médias inferiores à testemunha, acarretando em margem líquida negativa (Tabela 15).

Tabela 15. Estudo da produtividade de soja e viabilidade econômica em função dos tratamentos comparados com a testemunha, no campo. Goiatuba GO, 2016.

Tratamento	Produtividade (Kg ha ⁻¹)	Produtividade ¹ (Kg ha ⁻¹)	Valor de produção ² (R\$ ha ⁻¹)	Custo ³ (R\$ ha ⁻¹)	Margem líquida (R\$)
Testemunha	3944,31	-	-	-	-
Stimulate [®]	4329,05	384,74	416,80	30,00	386,43
Matriz G [®]	4158,70	214,39	232,25	13,00	219,25
Vitakelp [®]	4127,16	182,85	198,08	32,50	165,58
Agrostemin [®]	3826,68	-117,63	-127,43	18,00	-109,43
Improver [®]	3884,69	-99,62	-107,92	10,80	-97,12

¹ Diferença de produtividade média em comparação com a testemunha.

² Calculado a partir do valor de R\$65,00 a saca de 60 Kg, referente ao preço cotado no mês de setembro de 2016.

³ Custo do bioestimulante em preços cotados junto às revendedoras em setembro de 2016.

Miguel et al. (2009), estudando o uso de bioestimulante em cana de açúcar, concluíram que a aplicação de Stimulate[®] proporciona um índice de lucratividade bem superior ao controle, com 26,22% para aplicação no tolete e 25,48% via foliar; a dose de 0,5 L ha⁻¹ de Stimulate[®] aplicado nos toletes conjugada aos tratamentos fitossanitários no

plantio, resultou em maior produtividade e conseqüentemente maior índice de lucratividade.

Albrecht (2009), analisando o uso de bioestimulantes em soja, salienta que as doses foliares mais indicadas, do ponto de vista da análise econômico/financeira, estiveram iguais ou superiores a dose recomendada e de registro, que é de 250 mL ha⁻¹ (EMBRAPA, 2008); conclui ainda que, o tratamento de sementes potencialmente seria uma opção de satisfatórios retornos econômicos e que necessitando optar entre aplicações foliares no V5 e R3, o recomendado com base nos resultados, seria o V5.

Em virtude da escassez de informações pertinentes a qualquer tipo de análise econômica na área agrônômica e mais especificamente no âmbito dos biorreguladores, fica complicado qualquer comparativo com a literatura. Ressaltando que a metodologia foi empregada mesmo que os tratamentos não apresentassem diferenças estatísticas ($P < 0,05$) na variável produtividade e, que, a ênfase dessa análise foi demonstrar os custos e o comportamento econômico dos produtos, no intuito de fornecer subsídios a posicionamentos técnicos que contribuam para atingir maiores lucratividades.

5 CONCLUSÕES

As condições climáticas, nutricionais e fitossanitárias favoráveis durante o ciclo da cultura atenuam os efeitos dos bioestimulantes nas plantas.

Os bioestimulantes contribuem de forma positiva na altura de inserção de primeira vagem, altura de planta, massa seca de raiz e número de ramos por planta.

A época de aplicação dos produtos influencia aumentando a altura de inserção de primeira vagem, altura de planta e número de ramos por planta.

O cultivo em ambiente com telado proporciona maiores produtividades.

Não é viável economicamente o uso de bioestimulantes em condições favoráveis de cultivo.

6 REFERÊNCIAS

ABRANTES, F. A.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; SILVA, M. P.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso do regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 21, p. 148-154, 2011.

ABREU, G. F.; TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. Bioprospecção de macroalgas marinhas e plantas aquáticas para o controle da antracnose do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Campinas, v. 34, n. 1, p. 78-82, 2008.

ALBRECHT, L. P. **Biorregulador no desempenho agrônômico, econômico e na qualidade de semente de soja**. 2009. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 774-782, 2012.

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P.; RICCI, T. T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e desempenho das plantas de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 865-876, 2011.

ALMEIDA, D. F. **Efeitos do extrato de *Agrostemma githago* L. no cultivo de pimentão no estado do Amazonas**. 2012. 78f. Dissertação (Mestrado em agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

ALMEIDA, M. O; MATOS, C. C; SILVA, D. V; BRAGA, T. T; FERREIRA, E. A; SANTOS, J. B. Interação entre o volume de vaso e competição com plantas daninhas sobre o crescimento da soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 06, p. 524-530, 2015.

ALONSO, M. J.; ECKER, J. R. The ethylene pathway: a paradigm for plant hormone signaling and interaction. **Sci. STKE**, New York, n. 70, p. 110, 2007.

ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman & Hall, 1996. 332 p.

AWAD, M.; CASTRO, P. R. C. **Introdução à fisiologia vegetal**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1992. 177 p.

BASTOS, F. J. C.; SOARES, F. A. L.; SOUSA, C. V.; TAVARES, C. J.; TEIXEIRA, M. B.; SOUSA, A. E. C. Common bean yield under water suppression and application of

osmoprotectants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 08, p. 267-701, 2016.

BATISTA FILHO, C. G.; DE MARCO, K. ; DALLACORT, R.; SANTI, A.; INOUE, M. H.; SILVA, E. S. Efeito do Stimulate nas características agrônômicas da soja. **Acta Iguazu** , Cascavel, v. 2, p. 76-86, 2013.

BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO, A. S.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 339-347, 2010.

BINSFELD, J. A.; BARBIERI, A. P. P.; HUTH, C.; CABRERA, I. C.; HENNING, L. M. M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 88-94, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.

CAMILO, J. S.; RESENDE, R. F.; LUZ, J. M. Q.; CARDOSO, R. R.; RABELO, P. G.; SILVA, S. M. Produção agrônômica de *Ocimum basilicum* L. em casa de vegetação e a campo na época primavera-verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 4101-4106, 2009.

CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; GONÇALVES, J. G. R.; PERINA E. F.; CARVALHO, C. R. L. Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2067-2073, 2010.

CARVALHO, E. A.; REZENDE, P. M. Avaliação de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para o Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 1616-1623, 2007.

CARVALHO, M. E. A. **Efeitos do extrato de *Ascophyllum nodosum* sobre o desenvolvimento e produção de cultivos**. 2013. 70 f. Dissertação (Mestrado em ciências) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

CARVALHO, M. E. A.; CASTRO, P. R. C.; **Extratos de algas e suas aplicações na agricultura**. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2014, nº 56, p. 44. (Série Produtor Rural).

CASTRO, G. S. A., BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.

CASTRO, P. R. C. **Novos agroquímicos controle hormonal e outros fitoquímicos**. Agroanalysis – Revista do agronegócio da FGV, 2010. Disponível em:

<http://www.agroanalysis.com.br/especiais_detalle.php?idEspecial=64&ordem=10>.
Acesso em: 14 jul. 2012.

CASTRO, P. R. C. **Triametoxam**. Uma revolução na agricultura brasileira. São Paulo, 2006, 410 p.

CASTRO, P. R. C. **Utilização de reguladores vegetais na fruticultura, na horticultura e em plantas ornamentais**. Piracicaba: ESALQ-DIBD, 1998. 92 p.

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

CASTRO, P. R. C.; SANTOS, V. M.; STIPP, S. R. 2012. Nutrição vegetal e biorregulação no desenvolvimento das plantas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 139, p. 9-15, 2012.

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

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Perspectivas do agronegócio em 2016**. Piracicaba: Esalq/USP, 2016. Disponível em <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 30 set. 2016.

CHAVARRIA, G.; DOS SANTOS, H. P.; SÔNIGO, O. R.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 477-482, dez. 2007.

COBUCCI, T.; RUCK, F. J. W.; SILVA, J. G. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às aplicações de bioestimulante e complexos nutritivos. In: CONAFE, Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 8., 2005, Goiânia, **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p.1078-1081.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira. Grãos safra 2015/2016**. Décimo Segundo Levantamento Setembro/2016. Brasília: Conab, 2016. 184p. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_09_15_18_32_boletim_12_setembro.pdf>. Acesso em: 10 set. 2016.

CONCEIÇÃO, P. M.; GALVÃO, J. C. C.; CORRÊA, M. L. P.; RODRIGUES, O. L. Efeito de bioestimulante no sistema radicular de plântulas de milho originadas de sementes submetidas a diferentes épocas de colheita. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. P. 3526-3529.

CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v. 23, p. 371-393, 2011.

CREPALDI S.A. **Contabilidade Rural: uma abordagem decisorial**. 2. ed. São Paulo, Atlas. 1998. 340p.

DANTAS, R. T.; ESCOBEDO, J. F. Índices morfofisiológicos e rendimento da alface (*Lactuca sativa* L.) em ambientes natural e protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, p. 27-31, jun. 1998.

DAPPER, T. B.; PUJARRA, S.; OLIVEIRA, A. J.; OLIVEIRA, F. G.; PAULERT, R.; Potencialidades das macroalgas marinhas na agricultura: Revisão. **Revista em agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 7, n. 2, p. 295-313, mai./ago. 2014.

DARIO, G.J.A.; MARTIN, T.N.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P.A.; BONNECARRÈRE, R.A.G.; CRESPO, P.E.N. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 12, p. 63-70, 2005.

DAVIES, P. J. The plant hormones; Their nature, occurrence, and functions. In: DAVIES P. J. **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. 2. ed. London: Kluwer Academic Publishers, 1995. p. 1-13.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 371-379, 2014.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; VIEIRA JÚNIOR, P. A.; MANFRON, P. A.; MARTINS, T. N.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2004.

DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C. Aplicação foliar de Agrobio[®] e molibdênio em dois cultivares de feijão comum. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 01, p. 041-048, 2008.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA Solos, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **História da soja**. Londrina: Embrapa soja. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em: 26 set. 2016.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - Região central do Brasil 2008**. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 261 p. (Sistemas de Produção, 12).

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, out. 2013. 261 p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 16).

FANCELLI, A. L. Novos arranjos espaciais na cultura da soja. In: VANIN, J. P. Inovações tecnológicas no sistema de produção soja-milho. Piracicaba: Esalq, 2014. p. 127-149.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p.

FERNANDES, A. A. H.; RODRIGUES, J. D.; CASTRO, P. R. C.; PINHO, S. Z. Efeitos do Agrostemin em plantas de soja (*Glicine max* (L.) Merrill cv. IAC-8), através dos parâmetros fisiológicos: razão de área foliar, taxa assimila tória líquida e taxa de crescimento relativo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 339-345, 1995.

FERNANDES, A. A. H.; RODRIGUES, J. D.; RODRIGUES, S. D. Ação do Agrostemin FERNANDES, A. L. T.; SILVA, R. O. Avaliação do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) no desenvolvimento vegetativo e produtivo do cafeeiro irrigado por gotejamento e cultivado em condições de cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia. v. 7, n. 13, p. 147-157, 2011.

FERRAZA, D.; MOURÃO, A. P. S. Uso de algas no tratamento de semente e aplicação foliar na cultura da soja. **Revista cultivando o saber**, Cascavel, v. 3, n. 2, p. 48-57, 2010.

FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, p. 175-204, 2000.

FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J. A.; VON PINHO, E. V. R.; QUEIROZ, D. L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. São Paulo: E.P.U. Editora Pedagógica Universitária LTDA, 1985. 400 p.

FRANDALOSO, G. M.; SILVA, A. N.; FIORIN, J. E. **Fertilizantes organominerais com extrato de algas na cultura da soja**. Unicruz. Nov. 2012. Disponível em: <<http://www.unicruz.edu.br/seminario/downloads/anais/ccaet/fertilizantes%20organominerais%20com%20extrato%20de%20algas%20na%20cultura%20da%20soja.pdf>> Acesso em: 20 out. 2016.

FIGUEIREDO, K. F. **Avaliação das características agronômicas e produtividade de cultivares em diferentes sistemas de semeadura**. 2013. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: fenética e melhoramento de Plantas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

GALINDO, F. S.; NOGUEIRA, L. M.; BELLOTTE, J. L. M.; GAZOLA, R. N.; ALVES, C. J.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Desempenho agrônomo de milho em função da aplicação de bioestimulantes à base de extrato de algas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 9, p. 13-18, 2015.

GAN S.; AMASINO R. M. Inhibition of leaf senescence by autoregulated production of cytokinin. **Science**, Washington, v. 270, p. 1986-1987, 1995.

GARCIA, K. G. V.; SILVA, C. P.; CUNHA, C. S. M.; NASCIMENTO, C. D. V.; TOSTA, M. S.; Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) no desenvolvimento de porta enxertos de

cajueiro. Enciclopédia Biosfera, **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 1706, 2014.

HAMZA, B.; SUGGARS, A. Biostimulants: myths and realities. **Turfgrass Trends**, Newton, v. 10, p. 6-10, aug. 2001. Disponível em: <<http://turfweb.lib.msu.edu/starweb/TGTRE/servlet.starweb>>. Acesso em: 13 jul. 2015.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L.V.A.; GOUVÊA, C. F.; BASSO, L. H. Ação fisiológica de hormônios vegetais na condição hídrica, metabolismo e nutrição mineral. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. cap. 9, p. 139-158.

HIRAKURI, M. H.; LAZAROTTO, J. J. **Evolução e perspectiva de desempenho econômico associados com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro**. 3. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 11-12.

INNECCO, R.; VASCONCELOS, A. A.; MATTOS, S. H. Efeito alelopático da *Agrostemma githago* no cultivo de soja BRS Sambaíba no Ceará. In: II CONGRESSO CEARENSE DE AGROECOLOGIA, 2010, JUAZEIRO DOM NORTE. **ANAIS DO II CONGRESSO CEARENSE DE AGROECOLOGIA**. FORTALEZA: UFC, 2010.

KARNOK, K. J. Promises, promises: can biostimulants deliver? **Golf Course Management**. Blacksburg, 2000. v. 68, p. 67-71.

KAVALCOL, S. A. F.; SOUZA, V. Q.; FOLLMANN, D. N.; CARVALHO, I. R.; NARDINO, M.; DEMARI, G. Desenvolvimento da soja com aplicações de hormônios em diferentes densidades de cultivo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 4, p. 112-116, 2014.

KELTING, M. P. **Effects of soil amendments and biostimulants on the post-transplant growth of landscape trees**. 1997. 58 f. Thesis (PhD) - Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 1997.

KERBAUY, G. B. Auxinas. In: MERCIER, H. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013a. cap.9, p. 182 - 210.

KERBAUY, G. B. Citocininas. In: PERES, L. E. P.; KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013b. cap. 10, p. 212 - 234.

KERBAUY, G. B. Giberelinas. In: GUERRA, M. P. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013c. cap. 11, p. 235 - 254.

KERBAUY, G. B. Relações Hídricas. In: PIMENTA, J. A. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013d. cap. 1, p. 02 - 32.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. p.295-338.

LEITE, V. M.; ROSOLEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 537-541, 2003.

LJUNG, K.; HULL, A. K.; CELENZA, J.; YAMADA, M.; ESTELLE, M.; NORMANLY, J.; SANDBERG, G. Sites and regulation of auxin biosynthesis in Arabidopsis roots. **Plant Cell**, v. 17, p. 1090–1104, 2005.

MACMILLAN, J. Occurrence of gibberellins in vascular plants, fungi and bacteria. **J Plant Growth Regul**, v. 20, p. 387–442, 2002.

MAGALHÃES, R.; **Extrato de alga favorece a agricultura**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq). Editoria Meio Ambiente. 19/Junho, 2013.

MARAFON, F.; SIMONETTI, A. P. M. M. Formas de aplicação e dosagens do extrato de algas na cultura da soja. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2016. Foz do Iguaçu PR. 2016. Acesso: <http://www.confea.org.br/media/contecc2016/agronomia/formas%20de%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20e%20dosagens%20do%20extrato%20de%20algas%20na%20cultura%20da%20soja.pdf>.

MARQUES, M. E. R.; SIMONETTI, A. P. M. M.; ROSA, H. A. Aspectos produtivos do uso de bioestimulantes na cultura da soja. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 3, n. 4, p. 155-163, 2014.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian**, Dourados, v.3, p.175-181, 2010.

MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A.; BÁRBARO, I. M.; ESPERANCINI, M. S. T.; TICELLI, M.; COSTA, A. G. F. Viabilidade econômica na utilização de um regulador vegetal em cana-planta. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 53-59, 2009.

MÓGOR, Á. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; MÓGOR, G. Aplicação foliar de extrato de alga, ácido 1-glutâmico e cálcio em feijoeiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 431-437, 2008.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônomico e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 5, p. 701-709, 2008.

NIDERA SEMENTES. Cultivares de soja licenciadas – Centro. Safra 2013/2014. p. 09, 2013. Disponível em: http://www2.niderasementes.com.br/upload/documentos/produtos/guia_licen_centro_2311417198508.pdf. Acesso em 24 de setembro de 2016.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e avaliação econômica**. 2ed. São Paulo, Atlas, 1987. 269 p.

PASSIOURA, J. B. Soil structure and plant growth. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 29, n. 6, p. 717-728, dec. 1991.

R FOUNDATION. **What is R.** Disponível em: <<https://www.r-project.org/about.html>>. Acesso em 13 de maio de 2016.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética da Agropecuária.** 4. ed. Lavras: UFLA, 2008. 464 p.

RESENDE, P. M.; CARVALHO, E. R. Avaliação de cultivares de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill] para o Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1616-1623, 2007.

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R. Compactação de solo: Causas e efeitos. **Semina Ciência Agrária**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, jul/set. 2005.

RODRIGUES, I. N.; LOPES, M. T. G.; LOPES, R.; GAMA, A. S.; MILAGRES, C. P. Desempenho de cultivares de alface na região de Manaus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 524-527, 2008.

RODRIGUES, J. D. Biorreguladores, aminoácidos e extratos de algas: verdades e mitos. International Plant Nutrition Institute (INPI). **Jornal Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 122, p. 15-17, 2008.

RUSSO, R. O.; BERLYN, G. P. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. **Agronomy for Sustainable Development**, Versailles, v. 1, n. 2, p. 19-42, 1990.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiología vegetal.** 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 792p.

SANTINI, J. M. K. ; PERIN, A.; SANTOS, C. G.; FERREIRA, A. C.; SALIB, G. C. Viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes em semente de soja. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 9, p. 57-62, 2015.

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

SANTOS, V. M.; MELO, A. V.; CARDOSO, D. P.; GONÇALVES, A. H.; VARANDA, M. A. F.; TAUBINGER, M. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L., **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 12, n. 3, p. 307-318. 2013.

SCALON, S. P. Q.; LIMA, A. A.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* Camb.: Efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 96-103, 2009.

SIDAHMED, O. A. Effects of different levels of gibberellic acid GA30 on growth of sour orange (*Citrus aurantium*). **Acta horticulturae**, Belin- Dahlen, v. 84, p. 165-69, 1978.

SILVA, B. A.; SILVA, A. R.; PAGIUCA, L. G. Cultivo protegido: em busca de mais eficiência produtiva. **Revista Brasil Hortifruti**, Piracicaba, ano 12, nº 132, p. 10-18, 2012.

SILVA, M. A. Biorreguladores: nova tecnologia para maior produtividade e longevidade do canavial. **Pesquisa & Tecnologia**, Curitiba, v. 7, n. 19, 2010.

SILVA, T. T. A.; VON PINHO, E. V. R.; CARDOSO, D. L.; FERREIRA, C. A.; ALVIM, P. O.; COSTA, A. A. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Auxina: o primeiro hormônio do crescimento vegetal descoberto. In: **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013a. Cap. 19, p. 543-580.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Citocininas: reguladores da divisão celular. In: **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013c. Cap. 21, p. 619-646.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Giberelinas: reguladores da altura das plantas e da germinação de sementes. In: **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013c. Cap. 20, p. 581-617.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Transporte e translocação de água e solutos. In: **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013d. Unidade 1, p. 68-159.

TEIXEIRA, N. T.; Adubos com algas estimulam enraizamento do milho. **Revista Campo & Negócio**, Uberlândia, edição de novembro, 2014. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/adubos-com-algas-estimulam-enraizamento-do-milho/>>. Acesso em setembro 2014.

UGARTE, R. A.; SHARP, G.; MOORE, B. Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Plant morphology and a biomass produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick, Canada. **Journal of Applied Phycology**, v. 18, n. 3-5, p. 351-359, 2006.

VALADÃO JÚNIOR, D.; BERGAMIN, A. C.; VENTUROSOS, L. R.; SCHLINDWEIN, J. A.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D. Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 369-375, 2008.

VIDA, J. B.; ZAMBOLIM, L.; TESSMANN, D. J.; BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VERZIGNASSI, J. R.; CAIXETA, M. P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 355-372, 2004.

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.)**. 2001. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia, na área de Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

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

VIEIRA, E. L.; SANTOS, C. M. G. Efeito de bioestimulante no crescimento e desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro. **Magistra**, Cruz das almas, v. 17, n. 1, p. 1-8, 2005.

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. cap.6, p. 79-104.

WALLER, G.R.; FEUG, M.C. & FUJII, Y. Biochemical analysis of allelopathic compounds: plants, microorganisms, and soil secondary metabolites. In: INDERJIT; DAKSHINI, K. M. M. & FOY, C. L. (Eds.) **Principles and practices in plant ecology**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 75-98.

WEAVER, R.J. **Plant growth substances in agriculture**. San Francisco: W.H. Freeman, 1972. 594p.