

**CAROLINA RUV LEMES GONÇALVES MENDES**

**EFEITO DE BIOESTIMULANTES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SOJA  
SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA**

**Botucatu - SP**

**2019**



**CAROLINA RUV LEMES GONÇALVES MENDES**

**EFEITO DE BIOESTIMULANTES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE  
SOJA SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA**

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Ciências  
Agronômicas da Unesp Câmpus de  
Botucatu, para obtenção do título  
de Mestre em Agronomia  
(Agricultura).

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de  
Almeida Silva

**Botucatu - SP**

**2019**

M538e

Mendes, Carolina Ruv Lemes Gonçalves

Efeito de Bioestimulantes no Desenvolvimento Inicial de Soja sob Deficiência Hídrica / Carolina Ruv Lemes Gonçalves Mendes. -- Botucatu, 2019

80 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu

Orientador: Marcelo de Almeida Silva

1. Ecofisiologia vegetal. 2. Estresse hídrico. 3. Soja. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).


Essa ficha não pode ser modificada.


**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

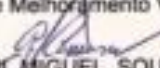
Título: **"EFEITO DE BIOESTIMULANTES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SOJA SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA"**

AUTORA: CAROLINA RUV LEMES GONÇALVES MENDES  
ORIENTADOR: MARCELO DE ALMEIDA SILVA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. MARCELO DE ALMEIDA SILVA  
Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

  
Prof. Dr. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA  
Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

  
Prof. Dr. GIL MIGUEL SOUSA CÂMARA  
Produção Vegetal / ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA

Botucatu, 02 de agosto de 2019.



*À minha família e meus amigos, em especial ao meu avô  
Lemes (in memoriam) e minha tia Luzia (in memoriam), por  
todo apoio nessa caminhada,  
dedico.*



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me amparado e dado saúde, sabedoria e paz em todo este período.

Aos meus queridos pais, avós e irmãos pelo apoio incondicional, por nunca medirem esforços para me ajudar e me manter firme neste caminho, mesmo em todos estes anos de distância.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” que me acolheu em toda minha formação.

Ao Prof. Dr. Marcelo de Almeida Silva, pela orientação, ensinamentos, paciência e por ter confiado em meu potencial e em meu trabalho por todos estes anos de parceria e em mais esta realização.

Aos amigos que me ajudaram nesta caminhada em momentos de tensão e desabafo, como também nos momentos de descontração. Aos meus colegas do Laboratório de Ecofisiologia Aplicada à Agricultura (LECA), sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

Em especial aos pós-graduandos Marcela Cristina Brunelli-Nascentes, por todo apoio e ensinamentos durante o experimento e análises, Mariana Pedutti Vicentini Sab, pela companhia nos perrengues, e Mara Rúbia Mendes de Melo, Jânia Cláudia Camilo dos Santos e Dayane Mércia Ribeiro Silva pela ajuda quando necessária. Aos estagiários Davi, Gabriel, Isabeli, Júlia, Victor, Vítor e Victória, pelo suporte no trabalho de campo. À Hariane sem a qual parte deste trabalho não seria realizada.

A todo o apoio recebido pelos funcionários do Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal.

Ao CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para minha formação acadêmica, meus mais sinceros agradecimentos!



## RESUMO

Dentre os fatores que asseguram bom desempenho para a cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) está a utilização de sementes de alta qualidade, capazes de proporcionar adequado estabelecimento e desenvolvimento inicial da cultura no campo. Diante das grandes vantagens que as aplicações de bioestimulantes podem proporcionar faz-se necessário aprofundar os estudos sobre sua atuação e alterações fisiológicas na soja, principalmente em situações em que algum estresse ambiental, como o hídrico, possa intervir na germinação e emergência das plantas. Foi conduzido um experimento em casa de vegetação para determinar a influência do tratamento de sementes com bioestimulantes e sua interação com inseticida e fungicida em caracteres biométricos, nutricionais e na atividade bioquímica de enzimas antioxidantes, sob o desenvolvimento inicial de soja, em condições de deficiência hídrica. O delineamento estatístico adotado foi o delineamento de blocos casualizados com oito tratamentos: testemunha; e os produtos Biozyme<sup>®</sup>, Yaravita Raiz<sup>®</sup> e Nitrostarter + Phylgreen gemma<sup>®</sup> isoladamente e em combinação a Imidacloprido e a Carboxina + Tiram, aplicados em tratamento de sementes, com a indução ou não de deficiência hídrica, com três repetições. Para as avaliações em casa de vegetação foram consideradas as variáveis porcentagem de germinação, velocidade de emergência, comprimento de raiz e parte aérea, peso de massa fresca e massa seca de raiz e parte aérea, aos 14 e 21 DAA (Dias após a aplicação). Em laboratório foram realizadas as avaliações nutricional e bioquímica. Os dados foram submetidos à análise estatística pelo teste de t de Student a 5%. Não foram observados efeitos significativos dos bioestimulantes sobre as características biométricas avaliadas, com exceção de %MSA (Porcentagem de massa seca de parte aérea) e %MSR (Porcentagem de massa seca de raiz). No entanto, houve influência dos tratamentos sobre as variáveis bioquímicas e nutricionais da cultura, sendo que a aplicação destes proporcionou alterações na concentração de nutrientes, como K, P, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn e de proteínas solúveis e enzimas antioxidantes, como CAT (catalase), quando em situação de déficit hídrico.

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L.) Merrill. Tratamento de sementes. Germinação. Nutrição mineral. Deficiência hídrica.

## ABSTRACT

Among the factors that ensure the soybean crop (*Glycine max* L. Merrill) good performance is the use of high quality seeds, capable of providing adequate establishment and the culture initial development in the field. In the view of the great advantages that biostimulants applications can provide, it is necessary to deepen their performance studies and physiological changes in soybean, especially in situations which some environmental stress, such as water, can intervene in germination and emergence of plants. A greenhouse experiment was conducted to determine the treatments of seeds with biostimulants influence and their interaction with insecticide and fungicide in biometric, nutritional characters and the antioxidant enzymes biochemical activity, in soybean initial development under water deficit conditions. The statistical design adopted was a randomized complete block with eight treatments: control; and the products Biozyme®, Yaravita Raiz® e Nitrostarter + Phylgreen gemma® alone and with Imidacloprid and Carboxin + Thiram combination, applied in seed treatment, with or without water deficiency and with three replicates. Germination, emergence velocity, root and shoot length, fresh mass weight and dry root and shoot mass, at 14 and 21 DAA (Days after application) were considered for greenhouse assessments. Nutritional and biochemical evaluations were performed in the laboratory. The data were submitted to statistical analysis by Student's test at 5%. No significant effects of biostimulants were observed on biometric characteristics, except for %DMS (Dry matter of seedlings) and % DMR (dry matter of roots) However, there was treatments influence on the biochemical and nutritional variables of the culture, and the biostimulants application provided nutrient concentration changes, such as, P, K, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn, and soluble proteins and antioxidant enzymes, as CAT (catalase), when in water deficit situation.

**KEYWORDS:** *Glycine max* (L.) Merrill. Seed treatment. Germination. Mineral nutrition. Water deficit.



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1 - ASPECTOS BIOMÉTRICOS E NUTRICIONAIS DO TRATAMENTO COM BIOESTIMULANTES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SOJA SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA</b>	<b>18</b>
1.1 INTRODUÇÃO	19
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	21
1.2.1 Características do campo experimental e condução do experimento	21
1.2.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos	23
1.2.3 Deficiência hídrica	24
1.2.4 Variáveis biométricas	25
1.2.5 Variáveis nutricionais	27
1.2.6 Análise estatística	27
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
REFERÊNCIAS	54
<b>CAPÍTULO 2 - ASPECTOS BIOQUÍMICOS DO TRATAMENTO COM BIOESTIMULANTES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SOJA SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA</b>	<b>58</b>
2.1 INTRODUÇÃO	59
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	62
2.2.1 Características do campo experimental e condução do experimento	62
2.2.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos	63
2.2.3 Deficiência hídrica	65
2.2.4 Variáveis bioquímicas	65
2.2.5 Análise estatística	67
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
REFERÊNCIAS	74
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>78</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>79</b>



## INTRODUÇÃO GERAL

Um dos setores da economia que tem sido fundamental para a geração de riquezas para o país é o agronegócio (MIGUEL et al., 2009).

Dentre as culturas agrícolas de maior expressão tem-se a soja (*Glycine max* (L.) Merrill). A soja é uma das principais leguminosas produzidas no Brasil, ocupando aproximadamente 50% da área plantada e apresentando o maior crescimento dentre as culturas nas últimas três décadas (CONAB, 2013), contribuindo significativamente para a economia do país.

Ainda são muitos os fatores que interferem no desenvolvimento das plantas. São necessários luz, dióxido de carbono, água e sais minerais, além de temperatura, e umidade em quantidades suficientes e nas épocas adequadas, bem como interações harmoniosas entre fatores internos e externos do vegetal, para a garantia de boa produção.

Um dos principais fatores relacionados à produtividade das culturas é a limitação ocasionada por fatores ambientais, como por exemplo, a restrição hídrica de algumas regiões, prejudicando a germinação de sementes (CARVALHO et al., 2013).

Diante de condições ambientais adversas, a utilização de sementes com boa qualidade fisiológica, com elevada porcentagem de germinação e vigor, é de extrema importância para o estabelecimento adequado de estande de plantas e consequente produção da cultura (ABATI et al., 2014)

Com a necessidade de fornecer matéria-prima de qualidade a baixo custo à indústria, bem como melhorar a eficiência, resistência e adaptação das plantas frente às adversidades do ambiente, o uso de novas tecnologias que possam incrementar a produtividade e qualidade tecnológica das culturas tem se tornado vital.

Dentre as técnicas que vêm sendo utilizadas no incremento quantitativo e qualitativo da produção, a aplicação de reguladores vegetais têm ganhado destaque, bem como a aplicação de combinações destes produtos, como, por exemplo, os bioestimulantes.

Bioestimulantes são definidos como substâncias orgânicas complexas modificadoras do crescimento capazes de atuar em fatores de transcrição da planta

e na expressão gênica, em proteína de membrana e enzimas metabólicas, de modo a modificar a nutrição mineral e resposta a nutrientes e hormônios (CAPUTO et al., 2007). São mistura de um ou mais biorreguladores ou mistura entre um biorregulador e outros compostos de natureza química diferente como aminoácidos, enzimas, vitaminas e sais mineiras (CASTRO, 2006).

Pode, em função da sua composição, concentração e proporção das substâncias, incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular, diferenciação e alongamento das células, bem como aumentar a absorção e utilização de água e nutrientes (CASTRO & VIEIRA, 2001).

São substâncias que geralmente apresentam baixa concentração hormonal, menos de 0,02% ou 200 ppm de hormônio por litro, sendo a dose recomendada de 0,5 a 1,0 L.ha<sup>-1</sup>. De acordo com Vasconcelos (2006), os resultados obtidos com estudos de bioestimulantes são controversos, sendo que, por sua composição e doses recomendadas, a aplicação destes deve atuar mais como um complemento no auxílio à manutenção fisiológica da planta, principalmente em condições ambientais adversas (seca, geada) ou bióticas limitantes (pragas, doenças).

As formas de aplicação do bioestimulantes também podem interferir em seu aproveitamento. Quando aplicados em sementes ou no início do desenvolvimento auxiliam na resistência a estresses bióticos, biológicos e nutricionais (DOURADO NETO et al., 2014).

Lauxen et al. (2010), Balardin et al. (2011) e Almeida et al. (2011) confirmaram que o tratamento de sementes apresenta eficiência, assegurando populações adequadas de plantas, mesmo quando as condições edafoclimáticas durante a semeadura são desfavoráveis à germinação e à emergência.

A aplicação de bioestimulantes e demais reguladores de crescimento nos estádios inicial de estabelecimento e desenvolvimento da cultura, bem como sua utilização em tratamento de sementes, pode vir a estimular, por exemplo, o crescimento radicular (LANA et al., 2009).

Por outro lado, Castro et al. (2008) discordam destes resultados, não encontrando melhorias ocasionadas pela aplicação de bioestimulantes. Moterle et al. (2011) acreditam que esta influência varia de acordo com a cultivar.

Cunha et al (2015) ao verificar a influência do tratamento de sementes na cultura da soja observaram que foram mantidas as qualidades fisiológicas, genética

e sanitária destas, com efeitos benéficos quanto a crescimento inicial e desenvolvimento da cultura.

Ao testar doses e formas de aplicação diferentes Dourado Neto et al. (2014) encontraram aumento de diâmetro de colo e número de grãos por espiga de milho, sem interferência em produtividade; já em feijão, houve aumento de número de grãos por planta e produtividade.

Estes produtos, então, podem atuar de maneiras diferentes no desenvolvimento de plantas, sendo fundamental o conhecimento da atuação fisiológica dos mesmos, com o intuito de torná-los estratégia segura para a superação de adversidades garantindo melhor estabelecimento e condução das culturas agrícolas.

Neste contexto, o uso destes produtos na agricultura vem se tornando prática viável, com o objetivo de explorar o potencial produtivo das culturas através da regulação ativa dos processos fisiológicos da planta, propiciando, também, boas respostas econômicas (SILVA, 2010).

## **CAPÍTULO 1 –BIOMETRIA E NUTRIÇÃO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA SOJA EM FUNÇÃO DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM BIOESTIMULANTES SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA**

Carolina Ruv Lemes Gonçalves Mendes<sup>1</sup>, Marcelo de Almeida Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UNESP – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas. Cx. Postal 237, 18603-970, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: [carol\\_ruv@agronoma.eng.br](mailto:carol_ruv@agronoma.eng.br); [marcelo.a.silva@unesp.br](mailto:marcelo.a.silva@unesp.br)

### **RESUMO**

Essa pesquisa teve como objetivo avaliar as alterações biométricas e nutricionais em plantas de soja submetidas a tratamento de sementes com bioestimulantes, sob deficiência hídrica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento de blocos casualizados, com oito tratamentos constituídos por testemunha; e os produtos Biozyme<sup>®</sup>, Yaravita Raiz<sup>®</sup> e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen gemma<sup>®</sup>, isoladamente e em combinação com inseticida Sombrero<sup>®</sup> e fungicida Vitavax Thiram<sup>®</sup>, aplicados em tratamento de sementes, com a indução ou não de deficiência hídrica, com três repetições. As plantas foram submetidas aos regimes hídricos desde a semeadura. A deficiência hídrica afetou os parâmetros biométricos aos 14 e 21 DAA (Dias após a aplicação). As variáveis nutricionais foram afetadas de maneiras variadas por efeito isolado de bioestimulantes, efeito isolado de regimes hídricos e pela interação entre eles, de acordo com a data de avaliação (14 e 21 DAA) e parte avaliada (raiz e parte aérea). O N obteve maiores resultados na presença de deficiência hídrica. Nutrientes como K, P, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn sofreram influência dos bioestimulantes, alguns apresentando, também, interação entre os fatores.

**Palavras-chave:** *Glycine max* L. Merrill; Nutrientes; Variáveis Biométricas.

## RESUMO

This research aimed to evaluate the biometric and nutritional changes in soybean plants submitted to seed treatment with biostimulants, under water deficiency. Was conducted a greenhouse experiment, in a randomized block design, with eighth treatments consisting of control; and the products Biozyme®, Yaravita Raiz® e Nitrostarter® + Phylgreen gemma®, alone and in combination with inseticide Sombrero® and fungicide Vitavax Thiram®, applied in seed treatment, with or without water deficiency, with three replicates. The plants were submitted to water regimes since seeding. The water deficit affected the biometric parameters at 14 and 21 DAA (Days after application). The nutritional variables were affected in different ways by the isolated effect of biostimulants, isolated effect of water regimes and the interaction between them, according to evaluation date (14 and 21 DAA) and part evaluated (root and shoot). The N had better results in the presence of water deficiency. Nutrients such as K, P, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn were influenced by biostimulants, some also presenting interaction between factors.

**Palavras-chave:** *Glycine max* L. Merrill; Nutrients; Biometric Variables.

### 1.1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é a oleaginosa mais cultivada no mundo. No Brasil, é a cultura que apresenta maior crescimento, ocupando aproximadamente 50% da área agrícola plantada (MAPA, 2014). Tem sido utilizada como alternativa para prevenção de doenças crônicas, alimentação humana e animal, como também em indústrias de fabricação de tintas, biodiesel, entre outros (EMBRAPA, 2004).

Devido ao mercado sempre aquecido, e a demanda cada vez mais crescente do grão e subprodutos da soja, os produtores estão sempre em busca de formas de potencializar a produtividade da cultura.

Neste contexto, e visando atingir o máximo potencial quanto à produtividade, existe a necessidade do uso de tecnologias e sistemas de manejo que garantam as melhores condições, mesmo frente às adversidades, como estresses ambientais, e presença de pragas e doenças, entre outros.

A aplicação de produtos como, por exemplo, os reguladores vegetais, via sementes ou via foliar, tem se tornado prática cada dia mais presente na rotina agrícola, e, muito embora as finalidades sejam diversificadas, o objetivo é proporcionar melhorias na cultura, seja na produtividade ou mesmo no desenvolvimento vegetativo (DELAVALLE et al., 1999; SILVA et al., 2009).

Em sua maioria, estes produtos são registrados como fertilizantes (SILVA et al., 2012). Isso se deve à presença de propriedades como a capacidade de complexar cátions, como por exemplo, os polissacarídeos do ácido algínico e seus grupos carboxílicos. Se enquadram como compostos naturais autorizados como aditivos ou agentes quelantes/complexantes para fertilizantes minerais (MÓGOR, 2010).

A aplicação de fertilizantes destina-se a cobrir diferenças entre a exigência da cultura e fornecimento pelo solo, levando-se em conta e compensando as perdas de diversos tipos como volatilização, lixiviação, imobilização, fixação e erosão (MALAVOLTA, 2006).

O molibdênio contido em alguns destes produtos tem grande importância, pois faz parte da molécula de nitrogenase, que catalisa a redução do  $N_2$  atmosférico a  $NH_3$ . Também o boro nas sementes é de extrema importância, com relação direta ao poder germinativo destas, e o surgimento de plântulas normais (MARSCHNER, 1995; RERKASEM & JAMJOD, 1997). Altas concentrações de fósforo nas sementes, ou o consumo de luxo nas fases iniciais de desenvolvimento, pode garantir as necessidades advindas das flutuações mais tardias no suprimento deste mineral (GRANT et al., 2001).

O uso de novas tecnologias como biofertilizantes e bioestimulantes adiciona traços que auxiliam na superação de doenças (ANJOS et al., 2015), e também, exerce função importante no desenvolvimento, tornando a planta mais resistente aos estresses ambientais (SANTOS et al., 2017).

Com a possibilidade de melhoria do crescimento e desenvolvimento vegetal, estímulo à divisão, diferenciação e alongamento das células e incremento na absorção de água e nutrientes, ou até mesmo tolerância a situações de estresse hídrico, espera-se melhor produtividade (VIEIRA & CASTRO, 2001; FANCELLI & TSUMANUMA, 2007; LIMA et al., 2011).

Resultados positivos com o uso de bioestimulantes em tratamento de sementes foram encontrados em pesquisas com produtividade de soja (BERTOLIN

et al., 2010). Silva et al. (2016) encontraram incremento de massa em fase vegetativa, na cultura do algodão, utilizando produtos a base de ácido giberélico.

Alguns autores relatam vantagens inquestionáveis sobre a aplicação de produtos a base de bioestimulantes no crescimento e desenvolvimento das culturas (BROWN & SAA, 2015; VAN OOSTEN et al., 2017), bem como na redução da incidência de doenças não-infecciosas induzidas por deficiência nutricional em plantas (LIAKAs et al., 2006; JAKIENE, 2013).

Por outro lado, também há relatos de queda da germinação, velocidade de germinação e emergência de plântulas. Carvalho et al. (2013), ao aplicar o aminoácido L-glutâmico como bioestimulante, em situação de deficiência hídrica, encontraram interferência negativa na germinação, apresentando também redução no comprimento e volume radicular de plântulas.

Os resultados encontrados na literatura ainda são contraditórios, com muitas variações quanto à época e forma de aplicação. Além disso, poucos estudos investigam o efeito dos bioestimulantes no auxílio à germinação e desenvolvimento inicial no que se refere à tolerância a situações de deficiência hídrica.

Baseado nisso, busca-se através do tratamento de sementes com bioestimulantes, melhorar os resultados de germinação e desenvolvimento inicial de plantas da cultura da soja, em situação de deficiência hídrica.

## **1.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **1.2.1 Características da área experimental e condução do experimento**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com condições parcialmente controladas, no Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus Botucatu, SP. Localizado a 22°53'09" de latitude Sul e 48°26'42" de longitude Oeste, numa altitude de 840 m. O clima predominante da região é o Cfa (Köppen), subtropical úmido, com temperatura média anual de 19,1 °C e média pluvial próxima de 1.324 mm. O substrato utilizado para o experimento foi coletado na camada de solo arável (20 cm) na Fazenda Lageado, classificado com latossolo vermelho distrófico e apresentou as seguintes características (Tabela 1, 2 e 3):

**Tabela 1 - Análise química do solo**

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma	CTC	Sat.	Sat.	S
	CaCl <sub>2</sub>	resina						bases		bases	Al	SO <sub>4</sub>
	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>					mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>			V%	m%	mg kg <sup>-1</sup>
5,4	25	19	7	36	15	31	0	58	89	65	0	5

**Tabela 2 - Análise de micronutrientes**

Cu	Fe	Zn	Mn	B
	DTPA			(água quente)
	mg kg <sup>-1</sup>			
10,6	12	2,0	32,8	0,22

**Tabela 3 - Análise física do solo**

Argila	Silte	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina
<0,002 mm	0,053-0,002 mm		2,00-0,210 mm	0,210-0,053 mm
g kg <sup>-1</sup>				
611	179	210	70	140

O experimento teve início no dia 01/11/2018 quando foi realizado o tratamento e semeadura das sementes. A cultivar utilizada foi a M5917IPRO, safra 18/19.

Os vasos, que possuíam as dimensões de 25 cm (altura), 30 cm (diâmetro) e volume de 12 litros, foram preenchidos manualmente com o solo utilizado, para padronização, e dispostos sobre bancadas, onde permaneceram por uma semana, para secagem do material.

Foram semeadas 50 sementes por vaso. O experimento constou de 96 vasos, sendo 48 utilizados na primeira avaliação aos 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA) e 48 utilizados aos 21 DAA.

O tratamento de sementes com os produtos utilizados (fungicidas, inseticidas e bioestimulantes) foi feito na mesma data da semeadura. Para tal, as sementes foram acondicionadas, na quantidade de 150 gramas, em sacos plásticos, com volume de calda de 5 mL kg<sup>-1</sup> de semente, e por meio de agitação manual se promoveu o contato entre as sementes e os produtos. O tratamento testemunha passou pelo mesmo procedimento, porém, só com água.

Não foram realizados tratos culturais durante o período de realização dos experimentos.

### 1.2.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento estatístico adotado foi o DBC (delineamento em blocos casualizados) com oito tratamentos e dois regimes hídricos, em esquema fatorial 8x2, com três repetições, constituídos por testemunha; e os produtos Biozyme<sup>®</sup> (18 g L<sup>-1</sup> nitrogênio; 60 g L<sup>-1</sup> óxido de potássio; 0,96 g L<sup>-1</sup> boro; 12 g L<sup>-1</sup> manganês; 4,8 g L<sup>-1</sup> ferro; 12 g L<sup>-1</sup> enxofre; 24 g L<sup>-1</sup> zinco; 42 g L<sup>-1</sup> carbono orgânico total, 0,031% de ácido giberélico e ácido indolacético e 0,0083% de zeatina combinados a extratos vegetais hidrolisados), Yaravita Raiz<sup>®</sup> (50 g L<sup>-1</sup> nitrogênio; 12,5 g L<sup>-1</sup> cobalto; 62,5 g L<sup>-1</sup> molibdênio; 75 g L<sup>-1</sup> carbono orgânico total, complexado por extrato de algas e aminoácidos) e Nitrostarter<sup>®</sup> (fósforo; cobalto quelatizado; molibdênio microencapsulado; substâncias húmicas) + Phylgreen gemma<sup>®</sup> (fertilizante mineral misto com extrato de algas *Ascophyllum nodosum* enriquecido com aminoácidos), isoladamente e em combinação com inseticida Imidacloprido e fungicida Carboxina + Tiram, aplicados em tratamento de sementes, com a indução ou não de deficiência hídrica (Tabela 4). A distribuição dos tratamentos foi estabelecida de acordo com o croqui (Figura 1).

Proporcionalmente à dose aplicada foram adicionados nos tratamentos com o produto Biozyme<sup>®</sup>, 5,4 g de nitrogênio, 18 g de óxido de potássio, 0,288 g de boro, 3,6 g de manganês, 1,44 g de ferro, 3,6 g de enxofre e 7,2 g de zinco; e com o produto Yaravita Raiz<sup>®</sup>, 12,5 g de nitrogênio, 3,125 g de cobalto e 15,625 g de molibdênio; os outros produtos tem as quantidades acrescentadas desconhecidas.

**Tabela 4 - Descrição dos tratamentos e doses de produto comercial (mL 100 kg sementes<sup>-1</sup>).  
Botucatu/SP - 2018**

	<b>Tratamentos</b>	<b>Doses mL pc 100 kg de sementes<sup>-1</sup></b>
1	Testemunha	-
2	Biozyme <sup>®</sup>	300
3	Yaravita Raiz <sup>®</sup>	250
4	Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen gemma <sup>®</sup>	200 + 200
5	Imidacloprido + Carboxina + Tiram	250 + 250
6	T2 + T5	300 + 250 + 250
7	T3 + T5	250 + 250 + 250
8	T4 + T5	200 + 200 + 250 + 250

**OBS:** O volume de calda foi padronizado nos tratamentos para 5 mL kg<sup>-1</sup>, incluindo a testemunha

**Figura 1 - Croqui da distribuição dos tratamentos na área experimental (soja)**

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
7B	5B	6B	1B	8B	2B	4B	3B
3C	8C	4C	7C	2C	5C	1C	6C
6D	1D	5D	8D	3D	4D	7D	2D
2E	4E	8E	1E	6E	7E	3E	5E
8F	7F	6F	5F	4F	3F	2F	1F

**OBS:** verde claro (com deficiência hídrica) / verde escuro (sem deficiência hídrica).

### 1.2.3 Regimes hídricos

Dois tratamentos de suplementação de água (100% e 50%) foram estabelecidos, a partir da semeadura. A germinação das sementes já ocorreu em condição ou não de deficiência hídrica.

A deficiência hídrica foi imposta através pesagem dos vasos, da saturação de amostragem de vasos com água, drenagem por 12 horas para que atingissem a capacidade de campo (CC) e nova pesagem para determinar a massa de água nesta situação. A partir de então, e com auxílio de tabela de capacidade máxima de retenção do solo e da equação 1, os vasos foram hidratados de acordo com o tratamento, ou seja 100% da CC para ausência de deficiência hídrica e 50% da CC com deficiência hídrica.

Em sequência a isso, foram realizadas pesagens diárias e reidratação dos vasos para que atingissem novamente os níveis desejados.

$$A = P_{cc} - P_p \quad (1)$$

Onde:

A= água a ser adicionada no vaso (mL)

P<sub>cc</sub>= peso inicial do vaso com umidade do solo à capacidade de campo ou 50% (g)

P<sub>p</sub>= peso diário do vaso (g)

### 1.2.4 Variáveis biométricas

Aos 14 e 21 DAA (Dias após a aplicação) foram realizadas as avaliações biométricas de massa de matéria fresca de parte aérea (MFA) e de raiz (MFR) e matéria seca de parte aérea (MSA) e de raiz (MSR), expressos em gramas (g); comprimento de parte aérea (CA) e de raiz (CR), expressos em centímetros (cm). Além disso, foi realizada nesse período a avaliação de emergência e índice de velocidade de emergência.

#### 1.2.4.1 Massa de matéria fresca e matéria seca

A massa de matéria fresca de raiz e de parte aérea foi estimada após a limpeza das plantas. Para tanto, procedeu-se a avaliação destrutiva de um dos vasos da parcela, por avaliação, seguida de lavagem em água corrente, com

remoção de todo o solo, e secagem da água superficial. As folhas e raízes foram, então, seccionadas na altura do colo e pesadas em balança digital.

Após isso, foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, por 72 horas, para, então, ser mensurada a massa de matéria seca em balança digital.

#### 1.2.4.2 Comprimento de parte aérea e raiz

Após a determinação de massa de matéria fresca, as plantas foram mensuradas com régua graduada, determinando-se o comprimento de raiz e de parte aérea.

#### 1.2.4.3 Emergência e índice de velocidade de emergência

As anotações de emergência foram realizadas diariamente até a estabilidade do número de plântulas emergidas. Foram consideradas emergidas plântulas que apresentavam os cotilédones acima da superfície do solo e com ângulo igual ou superior a 90 graus com seus respectivos hipocótilos (Figura 2) (FARIAS, NEPOMUCENO e NEUMAIER, 2007).

**Figura 2 - Plântula de soja em estágio VE**



A porcentagem de emergência final foi obtida pela soma do total de plântulas emergidas em cada bloco de cada tratamento. O índice de velocidade de emergência foi obtido por meio de fórmula proposta por Maguire (1962) (Equação 2).

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \dots + \frac{En}{Nn} \quad (2)$$

Onde:

IVE= índice de velocidade de emergência;

$E_1, E_2, E_n$ = número de plântulas normais na primeira, segunda e última contagem;

$N_1, N_2, N_n$ = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

#### 1.2.5 Variáveis nutricionais

Para avaliar os teores nutricionais da parte aérea e da raiz, as plantas de soja de um dos vasos da parcela (as mesmas utilizadas para massa de matéria fresca e seca) foram coletadas aos 14 e 21 DAA, verificando o efeito dos tratamentos realizados sobre a concentração dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e dos micronutrientes cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e boro (B).

Após a determinação de massa de matéria seca, as plantas foram moídas e encaminhadas ao laboratório para análise nutricional, onde foram submetidas à digestão sulfúrica (determinação de nitrogênio) e nítrico-perclórica (determinação de fósforo, enxofre e boro por colorimetria, usando o método azometina-H e, potássio, cálcio, ferro, zinco, cobre, magnésio e manganês por espectrofotometria de absorção atômica), seguindo a metodologia relatada por Malavolta et al. (1997).

#### 1.2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com posterior comparação de médias pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

### 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Análise de variância

Não foi encontrada interação significativa entre os níveis de deficiência hídrica e os bioestimulantes para nenhuma das variáveis biométricas, em nenhuma das épocas avaliadas (Tabelas 5 e 6).

**Tabela 5 - Análise de variância para MFA, MFR, MSA, MSR, %MSA, %MSR de soja aos 14 e 21 DAA**

Fonte de Variação	MFA (g)	MFR (g)	MSA (g)	MSR (g)	%MSA	%MSR
----- F -----						
14 DAA						
Bioestimulante (B)	0,80ns	1,86ns	0,31ns	2,42*	1,89ns	1,78ns
Deficiência Hídrica (DH)	240,86**	62,88**	137,95**	0,16ns	72,75**	7,25*
Interação B x DH	0,22ns	0,86ns	0,55ns	1,21ns	1,06ns	1,08ns
CV	11,2	10,6	9,99	25,9	7,24	27,2
21 DAA						
Bioestimulante (B)	0,92ns	2,15ns	0,84ns	2,21ns	0,91ns	0,70ns
Deficiência Hídrica (DH)	174,36**	74,65**	240,76**	68,32**	1,26ns	0,05ns
Interação B x DH	0,53ns	0,79ns	0,55ns	1,41ns	1,11ns	1,525ns
CV	12,9	12,2	10,7	13,4	9,6	15,1

\*Significativo a 1%, no teste T de Student

\*\* Significativo a 5% no teste T de Student

NS não significativo no teste T de Student

**Tabela 6 - Análise de variância para CA, CR, porcentagem de germinação e IVE de soja aos 14 e 21 DAA**

Fonte de Variação	CA (cm)	CR (cm)	% Emergência de plântulas	IVE
----- F -----				
14 DAA				
Bioestimulante (B)	1,25ns	0,88ns	0,42ns	0,64ns
Deficiência Hídrica (DH)	304,69**	169,74**	17,67**	61,79**
Interação B x DH	1,16ns	1,10ns	1,03ns	0,77ns
CV	8,26	16,2	3,56	8,95
21 DAA				
Bioestimulante (B)	0,96ns	2,22ns	-	-
Deficiência Hídrica (DH)	216,26**	326,37**	-	-
Interação B x DH	0,40ns	0,49ns	-	-
CV	12,2	9,4	-	-

\*Significativo a 1%, no teste T de Student

\*\* Significativo a 5% no teste T de Student

NS não significativo no teste T de Student

Foi verificado efeito significativo da deficiência hídrica sobre as variáveis matéria fresca de parte aérea (MFA), matéria fresca de raiz (MFR), matéria seca de parte aérea (MSA), porcentagem de matéria seca de parte aérea (%MSA) e porcentagem de matéria seca de raiz (%MSR), comprimento de parte aérea (CA), comprimento de raiz (CR), aos 14 DAA, porcentagem de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência (IVE). Como também sobre as variáveis MFA, MFR, MAS, MSR, CA e CR, aos 21 DAA.

Além disso, foi encontrado efeito significativo de bioestimulantes sobre a variável de MSR aos 14 DAA.

Já para as variáveis nutricionais (macronutrientes) os efeitos variaram de acordo com a parte avaliada e a data de avaliação (Tabelas 7 e 8).

**Tabela 7 - Análise de variância para os macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) de soja aos 14 e 21 DAA**

Fonte de Variação	N	P	K	Ca	Mg	S	(g kg <sup>-1</sup> )	
							F	
----- F -----								
14 DAA (Parte Aérea)								
Bioestimulante (B)	0,60ns	12,39**	1,33ns	0,61ns	7,91**	1,43ns		
Deficiência Hídrica (DH)	27,44**	0,63ns	0,35ns	39,93**	37,97**	5,68*		
Interação B x DH	0,83ns	1,12ns	2,16ns	1,73ns	0,90ns	0,63ns		
CV	7,9	34,6	9,77	3,9	12,8	11,6		
14 DAA (Raiz)								
Bioestimulante (B)	1,87ns	3,59**	5,58**	1,29ns	8,14**	0,67ns		
Deficiência Hídrica (DH)	5,56*	8,25**	69,24**	0,54ns	0,02ns	0,44ns		
Interação B x DH	0,98ns	1,75ns	4,79**	1,06ns	4,20**	1,06ns		
CV	11,5	19,3	12,7	19,7	13,5	25,5		
21 DAA (Parte Aérea)								
Bioestimulante (B)	1,76ns	5,33**	1,51ns	1,53ns	1,46ns	1,16ns		
Deficiência Hídrica (DH)	37,17**	39,82**	0,00ns	0,52ns	1,36ns	0,18ns		
Interação B x DH	1,56ns	2,31ns	0,96ns	1,29ns	0,98ns	0,72ns		
CV	13,9	22,9	13,2	7,1	12,8	23,7		
21 DAA (Raiz)								
Bioestimulante (B)	1,20ns	5,87**	1,85ns	0,79ns	5,42**	8,42**		
Deficiência Hídrica (DH)	2,99ns	19,57**	5,63*	0,85ns	5,49**	42,87**		
Interação B x DH	1,02ns	3,77**	0,49ns	0,36ns	5,84**	8,20**		
CV	9,4	13,7	23,1	27,1	17,6	20,0		

\*Significativo a 1%, no teste T de Student

\*\* Significativo a 5% no teste T de Student

NS não significativo no teste T de Student

Houve efeito de bioestimulantes, sobre as concentrações de Mg e P, na parte aérea, sobre K, Mg e P na raiz, aos 14 DAA; sobre P na parte aérea, e sobre Mg, P e S, na raiz, aos 21 DAA.

Também foi encontrado efeito da deficiência hídrica em Ca, Mg, N e S de parte aérea, e K, N e P de raiz, aos 14 DAA; N e P de parte aérea, e K, Mg, P e S de raiz, aos 21 DAA.

A interação entre os dois fatores, por sua vez, não foi observada em nenhum dos nutrientes avaliados na parte aérea aos 14 e 21 DAA, porém, ocorreu para K e Mg na raiz aos 14 DAA, como também para Mg, P e S aos 21 DAA.

Os micronutrientes também foram afetados em relação aos efeitos de bioestimulantes, deficiência hídrica e a interação entre eles (Tabela 8).

**Tabela 8 - Análise de variância para os micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn e B) de soja aos 14 e 21 DAA**

Fonte de Variação	Cu	Fe	Mn	Zn	B
----- F -----					
14 DAA (Parte Aérea)					
Bioestimulante (B)	1,70ns	2,81*	4,35**	2,18ns	0,66ns
Deficiência Hídrica (DH)	7,67**	10,71**	6,08*	5,35*	5,04*
Interação B x DH	0,87ns	1,05ns	2,57*	3,28*	0,34ns
CV	49,7	38,6	42,6	24,9	6,6
14 DAA (Raiz)					
Bioestimulante (B)	14,67**	9,95**	3,07*	0,83ns	21,24**
Deficiência Hídrica (DH)	11,96**	31,67**	0,26ns	5,48*	5,89*
Interação B x DH	9,44**	12,87**	0,78ns	3,32**	15,10**
CV	22,4	7,6	38,9	16,5	15,0
21 DAA (Parte Aérea)					
Bioestimulante (B)	4,09**	7,80**	2,58*	1,80ns	0,58ns
Deficiência Hídrica (DH)	11,96**	0,00ns	20,97**	2,76ns	0,85ns
Interação B x DH	14,23**	6,65**	0,89ns	1,99ns	0,80ns
CV	21,31	24,9	13,5	13,6	13,9
21 DAA (Raiz)					
Bioestimulante (B)	2,48*	1,29ns	7,49**	1,30ns	1,77ns
Deficiência Hídrica (DH)	4,06ns	5,73*	53,53**	0,79ns	49,53**
Interação B x DH	2,36*	0,49ns	2,54*	1,10ns	1,75ns
CV	25,0	16,8	14,6	18,6	15,0

\*Significativo a 1%, no teste T de Student

\*\* Significativo a 5% no teste T de Student

NS não significativo no teste T de Student

Para Fe, Mn na parte aérea aos 14 e 21 DAA e Cu na parte aérea aos 21 DAA, foi encontrado efeito de bioestimulantes. Na raiz, houve efeito dos bioestimulantes sobre Cu, Fe, Mn e B aos 14 DAA, Cu e Mn aos 21 DAA.

A deficiência hídrica afetou todos os micronutrientes analisados na parte aérea aos 14 DAA, mas, na raiz, não houve efeito sobre Mn. Aos 21 DAA, a deficiência hídrica afetou Cu e Mn na parte aérea, e Fe, Mn e B na raiz.

A interação entre os fatores afetou Mn e Zn aos 14 DAA, Cu e Fe aos 21 DAA na parte aérea; e na raiz Cu, Fe, Zn e B foram afetados aos 14 DAA e, Cu e Mn aos 21 DAA.

### **Efeito da deficiência hídrica, dos bioestimulantes e interações**

Apenas para MSR aos 14 DAA e %MSA e %MSR aos 21 DAA foi observada ausência de efeito dos tratamentos, o que pode ser explicado pelo menor conteúdo de água disponibilizado (50% CC), que fez com que essas porcentagens fossem superiores. Para as demais variáveis biométricas os valores foram superiores sob ausência de deficiência hídrica (100%CC) (Tabelas 9 e 10).

A deficiência hídrica submete a planta de soja ao estresse, que pode se manifestar na forma de baixa estatura, folhas pequenas e murchas, entrenós curtos, redução na taxa de crescimento da cultura, menor índice de área foliar, entre outros, e por influir negativamente sobre o rendimento de grãos (CONFALONE et al., 1998; DESCLAUX et al., 2000; NEUMAIER et al., 2000).

**Tabela 9 - Efeitos dos níveis de hidratação (com e sem deficiência hídrica), nas variáveis MFA, MFR, MSA, MSR, %MSA, %MSR de soja aos 14 e 21 DAA**

Níveis de hidratação	Água utilizada mL	MFA (g)	MFR (g)	MSA (g)	MSR (g)	%MSA	%MSR
14 DAA							
50% CC	5460,42	56,25 b	49,67 b	5,10 b	2,63 a	7,64 b	4,28 b
100% CC	3404,79	94,00 a	63,33 a	7,18 a	2,71 a	9,13 a	5,30 a
21 DAA							
50%CC	4997,71	73,33 b	75,38 b	8,84 b	4,60 b	12,29 a	6,23 a
100% CC	3165,63	121,17 a	102,50 a	14,45 a	6,34 a	11,91 a	6,18 a
Total 50 % CC	10458,13						
Total 100% CC	6570,42						

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

**Tabela 10 - Efeito dos níveis de hidratação (com e sem deficiência hídrica), nas variáveis, CA, CR, porcentagem de germinação e índice de velocidade de emergência (IVE) de soja aos 14 e 21 DAA**

Níveis de hidratação	CA (cm)	CR (cm)	% Emergência de plântulas	IVE
14 DAA				
50% CC	11,10 b	20,15 b	93,97 b	87,97 b
100% CC	16,93 a	37,76 a	98,12 a	107,87 a
21 DAA				
50%CC	18,53 b	25,83 b	-	-
100% CC	31,53 a	42,76 a	-	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Também para os valores de porcentagem de emergência de plântulas e IVE foi detectado efeito da restrição hídrica, resultando em maiores médias sob hidratação adequada (100% CC).

De acordo com Rezende et al. (2003), a redução da germinação de sementes de soja submetidas a deficiência hídrica é atribuída à redução da atividade enzimática, com conseqüente menor desenvolvimento meristemático. Pereira et al. (2016), encontraram redução significativa na germinação de sementes de soja sob condição de déficit hídrico, alcançando 0% aos 21 DAA. Outro fator a se considerar é o tratamento químico de sementes, que em situação de semeadura em baixa umidade pode ocasionar comprometimento na germinação e vigor (BALARDIN et al., 2011).

Não foram encontradas diferenças significativas para a maioria das variáveis biométricas aos 14 DAA submetidas aos efeitos dos bioestimulantes (Tabela 11). Como exceção, a massa de matéria seca de raiz (MSR) foi superior sob a aplicação do bioestimulante YaraVita Raiz<sup>®</sup>, em comparação aos tratamentos Biozyme<sup>®</sup> + T5, YaraVita Raiz<sup>®</sup> + T5 e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup> + T5, porém, igualando-se à testemunha. Fato que pode ser explicado pelo maior despendimento inicial de energia da planta para desenvolvimento de raiz. Também foi observado para os tratamentos dos bioestimulantes com a adição de Imidacloprido e Carboxina + Tiram (T6, T7, T8) possível incompatibilidade das moléculas para a variável raiz.

**Tabela 11 - Efeitos dos bioestimulantes nas variáveis MFA, MFR, MSA, MSR, %MSA, %MSR, CA, CR, Porcentagem de germinação e IVE de soja aos 14 DAA**

Tratamentos	MFA (g)	MFR (g)	MSA (g)	MSR (g)	%MSA	%MSR	CA (cm)	CR (cm)	% emergência de plântulas	IVE
Testemunha	69,67	60,00	6,00	3,05 ab	8,90	5,20	13,08	25,83	94,87	95,51
Biozyme®	79,33	59,00	6,25	2,77 abc	7,95	4,63	14,08	29,07	96,57	98,20
YaraVita Raiz®	76,33	59,00	6,33	3,27 a	8,50	5,55	13,97	29,15	97,33	99,87
Nitrostarter® + Phylgreen Gemma®	78,33	58,00	6,13	2,70 abc	7,93	4,83	14,08	30,03	95,33	97,19
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	75,33	52,33	6,30	3,00 ab	8,65	5,83	14,73	26,60	95,90	96,24
Biozyme® + T5	72,67	53,00	6,10	2,33 bc	8,58	4,32	14,25	30,35	95,67	97,25
YaraVita Raiz® + T5	74,33	52,33	5,98	2,10 c	8,20	4,22	14,47	29,87	97,22	101,69
Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® + T5	75,00	58,33	6,02	2,13 c	8,37	3,73	13,47	30,75	95,45	100,43

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Em geral, os bioestimulantes agem na degradação de substâncias de reserva das sementes, na diferenciação, divisão e alongamento celular (CASTRO & VIEIRA, 2001), o que poderia vir a ocasionar melhorias nos padrões de biometria, porém, não foi confirmado nestes resultados.

Oliveira et al. (2017), trabalhando com bioestimulantes contendo ácidos húmicos e extrato de algas em tratamento de semente de feijão não encontraram incrementos em comprimento e massa seca de raiz e na relação raiz e parte aérea. Moterle et al. (2011) trabalhando com o bioestimulantes Stimulate® composto por cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico, em tratamento de semente, não obtiveram incremento de germinação e matéria seca em plântulas de soja.

Porém, as informações nas literaturas ainda são contraditórias, visto que Binsfield et al. (2014) verificaram que a aplicação de bioestimulantes incrementou a porcentagem de sementes germinadas e o total de matéria seca em sementes com alto vigor. Bezerra et al. (2015), por sua vez, concluíram que os efeitos dos bioestimulantes podem variar de acordo com a cultivar utilizada.

Tais resultados podem indicar que, apesar das propriedades inerentes aos bioestimulantes em conferir efeitos positivos em diversos fenômenos fisiológicos do desenvolvimento das plantas, a produção de matéria seca das culturas que é governada pela interceptação de luz e conversão em biomassa depende de características específicas das plantas e da interação entre processo produtivo e fatores ambientais (CATO, 2006; TAIZ & ZEIGER, 2009).

Aos 21 DAA não foi encontrado efeito significativo em nenhuma das variáveis biométricas (Tabela 12). Sugerindo novamente que, para as condições deste experimento, o tratamento de sementes com estes bioestimulantes não ocasiona melhorias nas variáveis avaliadas.

**Tabela 12 - Efeito dos bioestimulantes nas variáveis, MFA, MFR, MSA, MSR, %MSA, %MSR, CA, CR de soja aos 21 DAA**

Tratamentos	MFA (g)	MFR (g)	MSA (g)	MSR (g)	%MSA	%MSR	CA (cm)	CR (cm)
Testemunha	96,00	90,33	11,72	5,47	12,10	6,03	24,87	36,47
Biozyme®	101,00	90,00	12,20	5,58	12,03	6,15	25,20	34,47
YaraVita Raiz®	102,33	88,00	11,57	5,15	11,25	5,87	26,12	35,82
Nitrostarter® + Phylgreen Gemma®	101,00	92,50	12,15	5,55	12,10	5,95	25,55	34,58
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	94,67	89,67	11,58	5,42	12,32	6,13	26,10	34,77
Biozyme® + T5	88,33	76,33	10,77	4,92	12,77	6,88	22,73	29,95
YaraVita Raiz® + T5	101,00	99,33	11,90	6,42	11,80	6,42	25,98	34,75
Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® + T5	93,67	85,33	11,30	5,22	12,43	6,20	23,75	33,42

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

### Nutrientes em parte aérea

Foram encontrados efeitos isolados de bioestimulantes e deficiência hídrica sobre alguns dos macronutrientes tanto aos 14 quanto aos 21 DAA.

Não houve efeito dos bioestimulantes sobre o teor de N na parte aérea da soja. Entretanto, tanto aos 14 quanto aos 21 DAA foram encontrados valores superiores de N no regime de deficiência hídrica (Tabela 13).

Todos os bioestimulantes reduziram o teor de P aos 14 DAA (Tabela 13). Aos 21 DAA o tratamento Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram proporcionou o maior teor de P na parte aérea, o qual não diferenciou significativamente dos tratamentos testemunha, Biozyme<sup>®</sup> associado ou não a Imidacloprido e Carboxina + Tiram , e YaraVita Raiz<sup>®</sup> associado com Imidacloprido e Carboxina + Tiram (Tabela 13).

Almeida e Soratto (2014) sugerem que com a ausência da influência dos bioestimulantes em caracteres como o crescimento radicular, não há diferença na exploração do solo e, conseqüentemente, ausência de efeito na absorção de P pela planta.

Ainda quanto aos teores de P, foi observada influência do regime hídrico, com valores superiores encontrados na deficiência hídrica, aos 21 DAA. Para o efeito de bioestimulantes os maiores valores foram atribuídos aos tratamentos com Biozyme<sup>®</sup> isolado e em combinação a Imidacloprido, Carboxina e Tiram, e YaraVita Raiz<sup>®</sup> associado com Imidacloprido e Carboxina + Tiram, não diferindo do tratamento testemunha (Tabela 13).

**Tabela 13 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para N e P em parte aérea de soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	N(g kg <sup>-1</sup> )			P (g kg <sup>-1</sup> )		
	Parte aérea					
	14 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	64,97	-	-	0,70 a
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	65,10	-	-	0,50 b
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	65,43	-	-	0,28 c
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	65,92	-	-	0,17 c
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	67,92	-	-	0,22 c
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	66,25	-	-	0,27 c
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	68,80	-	-	0,30 c
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	69,05	-	-	0,52 b
Média	70,65 A	62,71 B		0,38	0,35	
	21 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	46,80	-	-	1,97 ab
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	47,07	-	-	1,83 abc
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	43,90	-	-	1,65 bc
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	41,82	-	-	0,95 d
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	38,35	-	-	1,43 c
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	42,55	-	-	1,83 abc
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	44,87	-	-	1,68 abc
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	48,58	-	-	2,13 a
Média	49,64 A	38,84 B		2,04 A	1,33 B	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

O teor de potássio (K) na parte aérea não foi afetado pelos bioestimulantes nem pelo regime hídrico tanto aos 14 quanto aos 21 DAA (Tabela 14).

Cerca de 70% do K total é encontrado na forma iônica, livre na célula, de onde podem ser retirados pela água. A função melhor esclarecida deste macronutriente é de ativador enzimático, pois, cerca de 60 enzimas requerem sua presença, além disso, regula a abertura e fechamento estomático, criando condições favoráveis para as reações de fotossíntese e outros processos metabólicos (SFREDO, 2008). Sendo assim, sua maior concentração em condições de deficiência hídrica seria de grande valia, o que não foi observado.

Não houve influência dos bioestimulantes sobre os teores de Ca em parte aérea. Entretanto, aos 21 DAA, este sofreu influência do regime hídrico, apresentando valores superiores, sob hidratação adequada (Tabela 14). A presença

de Ca é benéfica, pois está intimamente relacionada a reação do solo, agindo como agente duplo, no controle de pH e como nutriente essencial (SANTOS et al., 2005).

**Tabela 14 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para K e Ca em parte aérea de soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	K (g kg <sup>-1</sup> )			Ca (g kg <sup>-1</sup> )		
	Parte aérea					
	14 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	36,68	-	-	14,63
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	35,63	-	-	14,78
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	34,40	-	-	14,42
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	36,38	-	-	14,65
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	34,62	-	-	14,30
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	36,83	-	-	14,40
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	32,57	-	-	14,38
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	33,18	-	-	14,32
Média	34,75	35,33		13,98 B	15,00 A	
	21 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	34,07	-	-	13,00
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	35,00	-	-	12,35
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	33,05	-	-	11,98
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	32,20	-	-	11,63
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	31,97	-	-	11,93
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	33,45	-	-	12,28
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	28,32	-	-	11,73
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	30,33	-	-	12,00
Média	32,28	32,30		12,03	12,20	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Os teores de Mg na parte aérea foram afetados tanto pelos bioestimulantes quanto pelo regime hídrico (Tabela 15). A maioria dos bioestimulantes reduziu o teor de Mg na parte aérea. Na testemunha foi encontrado o maior valor, seguido dos tratamentos com Nitrostarter<sup>®</sup> com Phylgreen Gemma<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram e Biozyme<sup>®</sup>, os quais não diferiram significativamente.

Apesar da influência dos bioestimulantes nos teores de Mg aos 14 DAA, trabalhos realizados por Abrantes (2008), Wierzbowska e Bowszys (2008) e Almeida e Soratto (2014), em culturas como feijão e trigo, observaram que a aplicação via foliar do regulador de crescimento vegetal Stimulate<sup>®</sup> não causou efeito significativo,

sendo, porém, encontrados acréscimos em alguns órgãos com a aplicação de giberelina e efeito depressivo de auxina e citocinina.

Aos 14 DAA os tores de Mg foram influenciados pelo regime hídrico, sendo favorecidos em hidratação adequada.

A deficiência hídrica elevou o teor de S na parte aérea, porém apenas aos 14 DAA (Tabela 15).

**Tabela 15 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para Mg e S em parte aérea de soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	Mg (g kg <sup>-1</sup> )			S (g kg <sup>-1</sup> )		
	Parte aérea					
	14 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	4,22 a	-	-	1,72
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	3,77 abc	-	-	1,80
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	3,48 bcd	-	-	1,58
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	3,40 cd	-	-	1,72
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	2,85 e	-	-	1,58
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	3,20 de	-	-	1,73
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	2,78 e	-	-	1,53
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	3,95 ab	-	-	1,73
Média	3,06 B	3,85 A		1,74 A	1,61 B	
	21 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	5,07	-	-	1,62
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	5,00	-	-	2,10
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	4,62	-	-	1,80
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	4,37	-	-	1,75
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	4,50	-	-	1,68
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	4,68	-	-	1,75
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	4,20	-	-	1,50
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	4,63	-	-	1,60
Média	4,73	4,53		1,75	1,70	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Estudando o efeito de bioestimulantes na concentração de nutrientes em mangueira, na fase de florada, Lobo (2018) determinou relação quando ao conteúdo de nitrogênio, potássio, manganês e ferro em uma das safras avaliadas, e na outra, apenas sobre potássio, ferro e zinco, demonstrando que os efeitos podem sofrer influência de outras variáveis.

Os teores de B foram afetados na parte aérea pelo regime hídrico apenas aos 14 DAA, em que o maior valor foi verificado sob hidratação adequada (Tabela 16).

De acordo com Malavolta et al. (1997) o B é absorvido em quase sua totalidade por fluxo de massa, sendo baixa a eficiência de sua absorção em condições de deficiência hídrica, o que poderia explicar os menores valores encontrados em parte aérea, se estendendo também aos demais nutrientes absorvidos dessa maneira.

**Tabela 16 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para B em parte aérea de soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	B (mg kg <sup>-1</sup> )		
	Parte aérea		
	14 DAA		
	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	70,08
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	72,25
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	72,27
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	71,97
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	74,98
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	71,02
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	72,80
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	70,25
Média	70,41 B	73,50 A	
	21 DAA		
	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	60,08
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	59,07
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	58,47
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	58,50
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	63,13
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	61,97
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	65,02
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	57,67
Média	61,60	59,37	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Os teores de Cu na parte aérea não foram afetados pelos bioestimulantes aos 14 DAA, mas foram reduzidos pela deficiência hídrica. Aos 21 DAA foi verificado efeito da interação bioestimulantes x regime hídrico (Tabela 17). Sob deficiência

hídrica, o tratamento Biozyme® associado a Imidacloprido e Carboxina + Tiram proporcionou o maior teor de Cu na parte aérea, superando também o valor no regime bem hidratado. Por outro lado, os tratamentos testemunha, Biozyme®, YaraVita Raiz®, Nitrostarter® associado com Phylgreen Gemma®, YaraVita Raiz® associado com Imidacloprido e Carboxina + Tiram e Nitrostarter® associado com Phylgreen Gemma® e Imidacloprido e Carboxina + Tiram apresentaram os menores resultados. Curioso observar que tanto Biozyme® quanto o tratamento com Imidacloprido e Carboxina + Tiram aplicados isoladamente têm resultados inferiores para teor de Cu na parte aérea do que a aplicação da associação dos dois tratamentos, indicando sinergia nessa associação sob deficiência hídrica.

Sob regime adequado de hidratação, o tratamento YaraVita Raiz® proporcionou o maior teor de Cu na parte aérea, enquanto os tratamentos Biozyme®, Imidacloprido e Carboxina + Tiram, e Biozyme® associado com Imidacloprido e Carboxina + Tiram levaram aos menores teores de Cu (Tabela 17).

**Tabela 17 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para Cu e Fe em parte aérea de soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )			Fe (mg kg <sup>-1</sup> )		
	Parte aérea					
				14 DAA		
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	2,67	-	-	29,30 c
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	1,48	-	-	55,73 ab
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	1,43	-	-	37,22 bc
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	1,63	-	-	43,55 abc
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	1,37	-	-	47,92 abc
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	1,90	-	-	62,32 a
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	1,27	-	-	30,28 c
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	1,77	-	-	44,18 abc
Média	1,35 B	2,03 A		35,81 B	51,81 A	
	21 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	9,93 Bc	25,13 Ab	17,53	9,62 cd	10,33 cd	9,98
Biozyme <sup>®</sup>	13,23 bc	14,57 cd	13,90	14,17 abc	16,72 a	15,45
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	12,37 Bc	33,07 Aa	22,72	12,09 Abc	6,10 Bd	9,10
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	15,87 bc	19,83 bc	17,85	16,43 Aab	8,49 Bcd	12,46
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	19,20 Ab	10,60 Bd	14,90	7,07 de	6,76 d	6,92
Biozyme <sup>®</sup> + T5	28,43 Aa	13,90 Bcd	21,17	4,33 Be	11,35 Abc	7,84
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	13,23 bc	18,53 c	15,88	7,36 Bde	15,08 Aab	11,22
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	12,60 Bc	18,97 Abc	15,78	16,86 a	12,79 abc	14,82
Média	15,61	19,33		10,99	10,95	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

O Fe na parte aérea foi afetado pelos bioestimulantes e pelos regimes hídricos aos 14 DAA (Tabela 17). Os tratamentos Biozyme<sup>®</sup> combinado ou não à Imidacloprido e Carboxina + Tiram proporcionaram maiores teores de Fe que os tratamentos testemunha e YaraVita Raiz<sup>®</sup> + Imidacloprido e Carboxina + Tiram.

Maior teor de Fe também foi verificado sob regime hídrico adequado aos 14 DAA (Tabela 17).

Aos 21 DAA foi observada interação entre os fatores bioestimulantes e regime hídrico (Tabela 17). Sob deficiência hídrica, o tratamento Biozyme<sup>®</sup>, YaraVita Raiz<sup>®</sup> e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup> associado ou não a Imidacloprido e Carboxina + Tiram apresentaram os maiores teores de Fe, superando os valores apresentados pela testemunha.

Sob regime adequado de hidratação, os maiores teores de Fe foram encontrados nos tratamentos que associavam os bioestimulantes a Imidacloprido e Carboxina + Tiram, além do produto Biozyme® de maneira isolada (Tabela 17).

Com relação ao Mn na parte aérea aos 14 DAA, os teores foram afetados pela interação entre bioestimulantes e regime hídrico (Tabela 18). Sob deficiência hídrica os maiores teores de Mn aos 14 DAA foram observados nos tratamentos testemunha, Biozyme®, YaraVita Raiz® e Imidacloprido e Carboxina + Tiram. Já sem restrição hídrica maiores teores de Mn foram observados na testemunha e Biozyme® + Imidacloprido e Carboxina + Tiram.

Aos 21 DAA, os maiores teores de Mn na parte aérea foram observados sob deficiência hídrica. Quanto a influência dos bioestimulantes foram observados nos tratamentos Biozyme®, Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® + Imidacloprido e Carboxina + Tiram e testemunha os maiores teores.

A manutenção de altos teores de Mn em condições de deficiência hídrica é importante devido aos processos redox, tais como a desintoxicação de radicais livres de oxigênio por se tratar de um componente da superóxido dismutase (KIRKBY & RÖMHELD, 2007).

**Tabela 18 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para Zn e Mn parte aérea de soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )		Mn (mg kg <sup>-1</sup> )			
	Parte aérea					
	14 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	24,03 abc	35,23 ab	29,63	16,07 a	22,60 a	19,33
Biozyme <sup>®</sup>	17,53 bc	28,60 bc	23,07	16,10 a	10,27 b	13,83
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	26,33 ab	23,20 c	24,77	10,70 ab	12,60 b	11,65
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	25,33 abc	24,83 bc	25,08	4,83 b	8,43 b	6,63
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	29,73 a	40,83 a	35,28	10,10 ab	8,30 b	9,20
Biozyme <sup>®</sup> + T5	35,00 Aa	22,90 Bc	28,95	5,97 Bb	21,57 Aa	13,77
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	30,10 a	30,10 abc	30,10	7,13 b	12,83 b	9,98
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	14,40 Bc	33,43 Aabc	23,92	6,27 b	8,13 b	7,20
Média	25,31	29,89		9,65	13,09	
	21 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	40,83	-	-	11,28 abc
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	49,73	-	-	12,61 a
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	42,10	-	-	10,45 bc
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	45,17	-	-	10,08 bc
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	43,82	-	-	10,06 bc
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	46,03	-	-	9,83 c
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	39,30	-	-	10,73 bc
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	45,43	-	-	11,75 ab
Média	45,49	42,61		11,81 A	9,87 B	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

A interação entre os fatores bioestimulantes e regimes hídricos aos 14 DAA promoveu efeito significativo sobre os teores de Zn na parte aérea. Sob deficiência hídrica os maiores teores de Zn foram observados nos tratamentos Biozyme<sup>®</sup> + Imidacloprido e Carboxina + Tiram, e YaraVita Raiz<sup>®</sup> + Imidacloprido e Carboxina + Tiram e Imidacloprido e Carboxina + Tiram, os quais foram seguidos sem diferença significativa dos tratamentos testemunha, YaraVita Raiz<sup>®</sup>, e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup>.

Sem restrição hídrica o maior teor de Zn na parte aérea foi proporcionado pelo tratamento Imidacloprido e Carboxina + Tiram, o qual foi seguido pelos

tratamentos testemunha, YaraVita Raiz<sup>®</sup> + Imidacloprido e Carboxina + Tiram e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup> + Imidacloprido e Carboxina + Tiram (Tabela 18).

Com a análise dos valores médios de cada nutriente, pode-se observar que os teores de K, Ca, N, Mg, S, Cu, Zn e B apresentaram teores ideais para o desenvolvimento das plantas segundo Malavolta et al. (1997) e Furlani (2004).

### **Nutrientes em raiz**

Os teores de N na raiz foram maiores sob deficiência hídrica aos 14 DAA, e nenhum efeito de bioestimulantes ou regime hídrico foi observado aos 21 DAA (Tabela 19).

Os teores de P na raiz foram afetados pelos bioestimulantes e pelos regimes hídricos aos 14 DAA (Tabela 19). Maior teor de P foi verificado sob deficiência hídrica. Os tratamentos testemunha, YaraVita Raiz<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram resultaram em maiores teores de P na raiz, enquanto YaraVita Raiz<sup>®</sup> promoveu o menor. Aos 21 DAA estes teores foram afetados pela interação bioestimulante e regime hídrico. Sob deficiência hídrica, YaraVita Raiz<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram resultou em maior teor de P, seguido de Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup> com e sem Imidacloprido e Carboxina + Tiram, e de Imidacloprido e Carboxina + Tiram. Já o menor valor foi observado no tratamento com Biozyme<sup>®</sup>. Sem restrição hídrica, todos os tratamentos resultaram em valores semelhantes de P na raiz. Os tratamentos YaraVita Raiz<sup>®</sup> com e sem Imidacloprido e Carboxina + Tiram, Imidacloprido e Carboxina + Tiram, e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram proporcionaram maiores teores de P no regime com deficiência hídrica em comparação ao sem o estresse.

O fornecimento adequado de P é essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta, sendo as limitações na disponibilidade deste nutriente nesta fase do ciclo vegetativo capazes de resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente. O P é crucial no metabolismo, componente estrutural de ácidos nucleicos, de coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos (GRANT et al., 2001).

**Tabela 19 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para N e P em raiz de soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	N (g kg <sup>-1</sup> )			P (g kg <sup>-1</sup> )		
	Raiz					
	14 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	30,83	-	-	2,52 ab
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	33,43	-	-	2,33 bc
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	32,67	-	-	1,80 d
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	35,15	-	-	2,17 bcd
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	30,75	-	-	1,98 cd
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	33,22	-	-	2,13 bcd
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	35,02	-	-	2,53 ab
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	36,98	-	-	2,87 a
Média	34,82 A	32,19 B		2,48 A	2,11 B	
	21 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	28,42	1,17 c	1,13 a	1,15
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	29,15	0,70 Bd	1,03 Aa	0,87
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	29,47	1,37 Aabc	0,97 Ba	1,17
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	30,73	1,37 abc	1,23 a	1,30
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	27,27	1,47 Aab	1,07 Ba	1,27
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	28,15	1,23 bc	0,97 a	1,10
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	27,12	1,57 Aa	1,20 Ba	1,38
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	29,23	1,50 Aab	1,10 Ba	1,30
Média	29,36	28,02		1,30	1,09	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Os teores de K na raiz foram afetados pela interação bioestimulantes e regime hídrico aos 14 DAA (Tabela 20). Sob deficiência hídrica, o uso do bioestimulante YaraVita Raiz<sup>®</sup> manteve o teor de K semelhante ao valor no tratamento sem restrição hídrica, assim como a testemunha. O teor de K na raiz foi menor no tratamento de sementes apenas com Imidacloprido e Carboxina + Tiram.

Sob o regime de hidratação adequado, todos os tratamentos mantiveram os teores de K elevados na raiz, com exceção dos tratamentos testemunha, YaraVita Raiz<sup>®</sup>, e YaraVita Raiz<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram. Em valores absolutos, Biozyme<sup>®</sup> promoveu o maior acúmulo de K na raiz. O teor de K verificado na testemunha foi o menor entre os tratamentos, indicando que sem restrição hídrica, os bioestimulantes promoveram o aumento desse nutriente na raiz aos 14

DAA. Aos 21 DAA foi verificado que a deficiência hídrica reduziu os teores de K na raiz (Tabela 20).

Em relação aos teores de Ca na raiz, não foi verificado efeito de bioestimulantes e nem do regime hídrico tanto aos 14 quanto aos 21 DAA.

**Tabela 20 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para K e Ca em raiz de soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	K (g kg <sup>-1</sup> )		Ca (g kg <sup>-1</sup> )			
	Raiz					
	14 DAA			21 DAA		
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	30,57 ab	29,60 d	30,08	-	-	2,73
Biozyme <sup>®</sup>	36,33 Bab	56,67 Aa	46,50	-	-	2,55
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	39,23 a	39,80 c	39,52	-	-	2,55
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	37,60 Bab	49,97 Aab	43,78	-	-	3,30
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	29,07 Bb	55,20 Aa	42,13	-	-	2,75
Biozyme <sup>®</sup> + T5	36,23 Bab	50,60 Aab	43,42	-	-	2,98
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	36,67 Bab	46,40 Abc	41,53	-	-	2,60
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	35,63 Bab	54,50 Aab	45,07	-	-	2,80
Média	35,17	47,84		2,84	2,73	
	21 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	26,82	-	-	1,75
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	24,63	-	-	1,37
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	29,32	-	-	1,58
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	34,98	-	-	1,73
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	33,05	-	-	1,65
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	28,22	-	-	1,60
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	25,57	-	-	1,40
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	26,33	-	-	1,40
Média	26,35 B	30,88 A		1,50	1,62	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Os teores de Mg na raiz foram afetados pela interação bioestimulantes e regime hídrico tanto aos 14 quanto aos 21 DAA (Tabela 21). Sob deficiência hídrica, aos 14 DAA, o tratamento com Imidacloprido e Carboxina + Tiram resultou em maior teor de Mg em comparação aos tratamentos testemunha, Biozyme<sup>®</sup>, YaraVita Raiz<sup>®</sup> com ou sem Imidacloprido e Carboxina + Tiram, e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram. Sob hidratação adequada, os maiores teores de Mg foram verificados nos tratamentos com Nitrostarter + Phylgreen

Gemma, Imidacloprido e Carboxina + Tiram, Biozyme® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram, YaraVita Raiz® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram, e Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram. Ainda, o uso de YaraVita Raiz® resultou em maior teor de Mg sob deficiência hídrica do que sem restrição de água, e o contrário foi observado com o uso de YaraVita Raiz® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram, e Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram.

Aos 21 DAA, os tratamentos com YaraVita Raiz® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram, e Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram proporcionaram os maiores teores de Mg sob deficiência hídrica, enquanto os menores foram verificados com Biozyme® e Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® (Tabela 21). Comparando os dois regimes hídricos, Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram resultou em maior Mg sob deficiência hídrica, e por outro lado Biozyme®, Nitrostarter® + Phylgreen Gemma®, e Imidacloprido e Carboxina + Tiram resultaram em maiores teores de Mg sob hidratação adequada do que na deficiência hídrica.

Com relação ao S, nenhum efeito de bioestimulantes e regime hídrico foi observado aos 14 DAA (Tabela 21).

Porém aos 21 DAA houve efeito da interação, de modo que sob deficiência hídrica os tratamentos Imidacloprido e Carboxina + Tiram e Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® proporcionaram teores de S na raiz maiores que a testemunha e o Biozyme®. O teor de S foi maior com o bioestimulante YaraVita Raiz® sob deficiência hídrica do que sob hidratação adequada, e o uso de YaraVita Raiz® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram e Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram manteve os teores semelhantes nos dois regimes hídricos, mas esses foram os menores valores, junto com o bioestimulante YaraVita Raiz®, no regime adequado de hidratação.

**Tabela 21 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para Mg e S em raiz de soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	Mg (g kg <sup>-1</sup> )			S (g kg <sup>-1</sup> )		
	Raiz					
	14 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	5,70 cd	5,03 b	5,37	-	-	2,08
Biozyme <sup>®</sup>	5,63 cd	4,33 b	4,98	-	-	2,17
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	6,37 Abcd	4,63 Bb	5,50	-	-	1,70
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	6,80 abc	7,53 a	7,17	-	-	2,17
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	8,13 a	7,43 a	7,78	-	-	2,03
Biozyme <sup>®</sup> + T5	7,20 ab	7,17 a	7,18	-	-	2,03
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	5,23 Bd	7,60 Aa	6,42	-	-	1,88
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	5,63 Bcd	7,27 Aa	6,45	-	-	2,23
Média	6,37	6,34		1,99	2,09	
	21 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	2,73 c	3,37 a	3,05	0,83 Bb	2,03 Aab	1,43
Biozyme <sup>®</sup>	1,37 Be	2,90 Aa	2,13	0,87 Bb	1,60 Abc	1,23
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	2,70 c	2,97 a	2,83	1,27 Aab	0,60 Be	0,93
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	2,33 Bcd	3,27 Aa	2,80	1,37 Ba	2,00 Aab	1,68
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	1,60 Bde	2,97 Aa	2,28	1,40 Ba	2,33 Aa	1,87
Biozyme <sup>®</sup> + T5	3,00 bc	3,00 a	3,00	1,00 Bab	2,13 Aa	1,57
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	3,60 ab	3,00 a	3,30	1,07 ab	1,17 cd	1,12
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	4,27 Aa	2,87 Ba	3,57	1,07 ab	1,13 d	1,10
Média	2,70	3,04		1,11	1,63	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Silva et al. (2013) encontraram influência do efeito de alguns bioestimulantes na concentração de nutrientes como N, P, K, Mn e Zn, nas raízes da cultura da videira, indicando, porém, em seu trabalho que estes efeitos podem variar de acordo com a composição do produto testado.

O B foi afetado pela interação dos fatores aos 14 DAA, e apenas pelo regime hídrico aos 21 DAA (Tabela 22). Sob restrição hídrica o maior teor de B foi observado no tratamento com YaraVita Raiz<sup>®</sup>, se igualando a testemunha aos 14 DAA. Sem deficiência hídrica, Biozyme<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram proporcionou o maior valor, não diferindo dos demais tratamentos. Entre os regimes hídricos YaraVita Raiz<sup>®</sup> resultou em maiores valores de B sob deficiência hídrica, enquanto Biozyme<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram promoveu o maior teor

no regime adequado de umidade. Já aos 21 DAA, maior teor de B na raiz foi observado sob deficiência hídrica.

**Tabela 22 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para B em parte aérea de soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	B (mg kg <sup>-1</sup> )		
	Parte aérea		
	14 DAA		
	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	84,33 Aab	60,73 Ba	69,13
Biozyme <sup>®</sup>	70,57 bc	67,20 a	68,88
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	94,97 Aa	60,20 Ba	77,58
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	69,67 bc	60,87 a	65,27
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	70,33 bc	75,53 a	72,93
Biozyme <sup>®</sup> + T5	56,83 Bc	78,57 Aa	67,70
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	75,20 bc	63,07 a	69,13
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	68,17 bc	61,57 a	64,87
Média	73,76	65,97	
	21 DAA		
	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	113,72
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	86,93
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	99,33
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	104,12
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	108,03
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	103,17
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	96,12
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	96,10
Média	116,33 A	85,55 B	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Os teores de Cu foram afetados pela interação bioestimulantes e regime hídrico tanto aos 14 quanto aos 21 DAA. Sob deficiência hídrica aos 14 DAA, maiores teores de Cu foram verificados nos tratamentos testemunha, Biozyme<sup>®</sup> com e sem Imidacloprido e Carboxina + Tiram (Tabela 23). Sem restrição hídrica, o uso de Imidacloprido e Carboxina + Tiram resultou em maior teor de Cu. Na comparação entre os dois regimes hídricos, maiores teores de Cu foram observados sob deficiência hídrica nos tratamentos testemunha, Biozyme<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram, e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup> com Imidacloprido e

Carboxina + Tiram, enquanto no regime sem estresse o maior teor foi observado com uso de Imidacloprido e Carboxina + Tiram. Já aos 21 DAA, o tratamento com Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® resultou em maior Cu na raiz sob deficiência hídrica, quando comparado com Biozyme com e sem Imidacloprido e Carboxina + Tiram. Sem restrição hídrica, YaraVita Raiz® e a testemunha resultaram em maiores teores de Cu na raiz. Comparando os dois regimes hídricos verifica-se que Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® com e sem Imidacloprido e Carboxina + Tiram proporcionaram os maiores teores de Cu sob restrição hídrica.

Os teores de Fe foram afetados pela interação aos 14 DAA, e pelo fator regime hídrico aos 21 DAA (Tabela 23). Não houve efeitos dos bioestimulantes sob deficiência hídrica aos 14 DAA, entretanto sem deficiência hídrica o maior valor foi verificado com o uso de Imidacloprido e Carboxina + Tiram, seguido dos tratamentos testemunha e Biozyme® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram. Entre os regimes hídricos, Biozyme®, Nitrostarter® + Phylgreen Gemma® e YaraVita Raiz® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram promoveram maiores teores de Fe sob restrição hídrica. Aos 21 DAA foi observado maior teor de Fe na raiz, sob deficiência hídrica.

**Tabela 23 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para Cu e Fe em raiz de soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )			Fe (mg kg <sup>-1</sup> )		
	Raiz					
	14 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	158,80 Aa	61,53 Bcde	110,17	4350,70 a	4392,33 ab	4371,52
Biozyme <sup>®</sup>	124,40 ab	127,03 b	125,72	4111,07 Aa	3483,10 Bd	3797,08
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	90,60 bc	87,33 c	88,97	4236,63 a	3771,47 cd	4004,05
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	62,20 c	50,30 de	56,25	4290,50 Aa	1943,40 Be	3116,95
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	89,10 Bc	164,70 Aa	126,90	3913,70 Ba	4521,13 Aa	4217,42
Biozyme <sup>®</sup> + T5	156,80 Aa	84,00 Bcd+	120,40	4144,40 a	4263,57 abc	4203,98
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	64,17 c	41,03 e	52,60	4312,23 Aa	3448,53 Bd	3880,38
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	77,40 Ac	41,67 Be	59,53	4286,63 a	3898,33 bcd	4092,48
Média	102,93	82,20		4205,73	3715,23	
	21 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	43,67 ab	45,67 ab	44,67	-	-	4386,57
Biozyme <sup>®</sup>	34,40 b	33,07 bc	33,73	-	-	3700,33
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	46,33 ab	58,20 a	52,27	-	-	3487,60
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	54,70 Aa	29,13 Bc	41,92	-	-	3603,57
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	38,37 ab	29,77 bc	34,07	-	-	3692,02
Biozyme <sup>®</sup> + T5	33,97 b	39,03 bc	36,50	-	-	3463,90
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	42,33 ab	29,77 bc	36,05	-	-	3805,40
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	45,67 Aab	28,67 Bc	37,17	-	-	3661,88
Média	42,43	36,66		3941,58 A	3508,74 B	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Os teores de Mn na raiz foram afetados pelos bioestimulantes aos 14 DAA e pela interação dos fatores aos 21 DAA (Tabela 24). Aos 14 DAA foi observado que todos os tratamentos com bioestimulantes reduziram os teores de Mn na raiz em comparação com a testemunha. Aos 21 DAA os tratamentos com YaraVita Raiz<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram resultaram em maiores teores de Mn na raiz sob deficiência hídrica, superando também os valores no regime hídrico adequado, assim como a testemunha e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup>. No regime sem

estresse, o maior valor de Mn na raiz foi observado no tratamento testemunha, porém não diferenciando-se dos tratamentos Biozyme<sup>®</sup>, YaraVita Raiz<sup>®</sup> com e sem Imidacloprido e Carboxina + Tiram, Imidacloprido e Carboxina + Tiram, e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup> com Imidacloprido e Carboxina + Tiram.

**Tabela 24 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para Zn e Mn parte aérea de soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )			Mn (mg kg <sup>-1</sup> )		
	Raiz					
	14 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	84,33 Aab	60,73 Ba	72,53	-	-	424,18 a
Biozyme <sup>®</sup>	70,57 bc	67,20 a	68,88	-	-	271,98 b
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	94,97 Aa	60,20 Ba	77,58	-	-	21,03 b
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	69,67 bc	60,87 a	65,27	-	-	239,30 b
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	70,33 bc	75,53 a	72,93	-	-	213,13 b
Biozyme <sup>®</sup> + T5	56,83 Bc	78,57 Aa	67,70	-	-	217,38 b
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	75,20 bc	63,07 a	69,13	-	-	218,20 b
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	68,17 bc	61,57 a	64,87	-	-	242,78 b
Média	73,76	65,97		248,09	262,66	
	21 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	51,35	209,10 Ab	165,77 Ba	187,43
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	49,25	162,63 cd	130,47 ab	146,55
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	45,30	146,53 d	131,67 ab	139,10
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	53,42	188,83 Abc	125,40 Bb	157,12
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	55,72	165,93 cd	129,60 ab	147,77
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	44,98	154,60 cd	122,90 b	138,75
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	44,53	264,53 Aa	150,13 Bab	207,33
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	46,68	227,43 Aab	156,40 Bab	191,92
Média	50,07	47,74		189,95	139,04	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Os teores de Zn foram afetados pela interação dos fatores aos 14 DAA, e nenhum efeito foi observado aos 21 DAA (Tabela 24). Sob deficiência hídrica o tratamento com YaraVita Raiz<sup>®</sup> resultou em maior teor de Zn na raiz, seguido da testemunha. Sob hidratação adequada não houve efeito dos bioestimulantes. Entre os dois regimes hídricos, foram verificados maiores valores de Zn sob deficiência hídrica nos tratamentos testemunha, YaraVita Raiz<sup>®</sup>, enquanto o tratamento

Biozyme® com Imidacloprido e Carboxina + Tiram resultou em maior valor de Zn quando não houve estresse.

Chen e Aviad (1990) e Marschner (1995) afirmam que as plantas respondem à aplicação de bioestimulantes contendo, por exemplo, ácidos húmicos, por haver aumento da disponibilidade de nutrientes do solo para as plantas. Porém, Delfine et al. (2005) não encontraram resultados sobre produtividade de trigo e afirmam que as aplicações não aumentam o conteúdo de nutrientes, mostrando que os resultados podem variar.

Um dos fatores que pode ser elencado para explicar a variação no efeito dos bioestimulantes é o balanço nutricional do solo utilizado, principalmente quanto a micronutrientes, que são parte constituinte dos bioestimulantes (MARTINS et al., 2016). Além disso, o balanço nutricional e qualidade de sementes também são relatados como fatores (BONTEMPO et al., 2016).

Pode-se concluir através dos resultados e nas condições em que o experimento foi realizado que, os produtos selecionados atuam de maneiras diferentes sobre as variáveis estudadas, podendo aumentar, diminuir ou não interferir nas concentrações dos nutrientes. Para as avaliações de parte aérea, as melhorias na condição de estresse ocorreram, principalmente, para o Cu, Fe e Mn. Quanto a raiz, mais nutrientes foram influenciados incluindo P, K, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

## REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F.L. **Efeito de bioestimulantes sobre a produtividade e qualidade fisiológica de dois cultivares de feijão cultivados no inverno**. 2008. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira.
- ALMEIDA, A.Q. de; SORATTO, R.P. Teor e acúmulo de nutrientes no feijoeiro em função da aplicação de bioestimulantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.4, suplemento, p.2259-2272, 2014.
- ANJOS, D.N.; VASCONCELOS, R.C.; MENDES, H.T.A.; ALCANTARA, A.S.A.; VIANA, A.E.S. Biostimulants, macro and micronutrient fertilizer influence on common bean crop in Vitória da Conquista – Ba, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.16, p.1891-1897, 2015.
- BALARDIN, R.S. et al., Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.7, p. 1120-1126, 2011.
- BERTOLIN, D.C. et al. Aumento da produtividade de soja com aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, Campinas, v.6, p.23-35, 2010.
- BEZERRA, A.R.G. et al. Effect of biostimulants and seed treatment with fungicide on the germination and vigor of soybean seedlings. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v.8, n.1, p.27-35, 2015.
- BINSFIELD, J.A.; BARBIERI, A.P.P.; HUTH, C.; CABRERA, I.C.; HENNING, L.M.M. Uso de bioativador, bioestimulantes e completo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.44, n.1, p.88-94, 2014.
- BONTEMPO, A.F. et al. Influência de bioestimulantes e nutrientes na emergência e no crescimento inicial de feijão, soja e milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, 15:86-93, 2016.
- BROWN, P.; SAA, S. Biostimulants in agriculture. **Front. Plant. Sci.**, 6: 671, 2015.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. 1.ed. Guaíba: Agropecuária, 2001.
- CARVALHO, T.C. et al. Influência de bioestimulantes na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Phaseolus vulgaris* sob restrição hídrica. **Revista de Ciências Agrárias**, v.36, p.199-205, 2013.
- CATO, S.C. **Ação de bioestimulantes nas culturas do amendoineiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 73p. 2006.

- CHEN, Y.; AVIAD, T. **Effects of humic substances on plant growth**. In: MacCARTHY, (Ed.). *Humic substances in soil and crop science: selected readings*. Madison, p.161-186, 1990.
- CONFALONE, A.E.; COSTA, L.C.; PEREIRA, C.R. Crescimento e captura de luz em soja sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, V.6, n.2, p.165-169, 1998.
- DELFINE S.; TOGNETTI, R.; DESIDERIO, E.; ALVINO, A. Effects of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. **Agronomy for Sustainable Development**, Versailles, v.25, p.183-191, 2005.
- DESCLAIX, D.; HUYNH, T.; ROUMET, P. Identification of soybean plants characteristics that indicate the timing of drought stress. **Crop Science**, Madison, v.40, n.3, p.716-722, 2000.
- DELAVALLE, F.G. et al. **Desempenho de sementes de feijão em função da aplicação de micronutrientes**. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p.776-779, 1999.
- EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil. Sistemas de Produção**, Londrina: Embrapa Soja, n.1, 2004. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/fertilidade.htm>. Acesso em: 15 jun 2018.
- FANCELLI, A.L.; TSUMANUMA, G.M. **Nitrogênio e enxofre nas culturas do milho e feijão**. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S.; VITTI, G.C. (Ed). *Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira*. Piracicaba: IPNI Brasil, p.445-486, 2007.
- FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Circular Técnica n.48. Londrina: Embrapa Soja, 2011. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>. Acesso em 15 jun 2018.
- FURLANI, A.M.C. **Nutrição Mineral**. In: Kerbauy GB. *Fisiologia vegetal*. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, p.40-75, 2004.
- GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas n 95**. Piracicaba: Potafós, 16p., 2001.
- JAKIENE, E. The effect of the microelement fertilizers and biological preparation Terra Sorb Foliar on spring rape crop. **Zemes Ukio Mokslai**, v.20, p.75-83, 2013.
- KIRKBY, E.A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia das plantas: funções, absorção e mobilidade. **Informações Agronômicas**, n.118, 2007.
- LIAKAS, V.; MALINAUSKAS, D.; SIULIAUSKAS, A. Zieminis rapsu paselio tankumo itaka ju augalu produktyvumui ir lerliui. **Zemes Ukio Mokslai**, v.2, p.18-23, 2006.
- LIMA, D.A.P. et al. **Promotores de crescimento na produtividade do feijoeiro comum**. In: Anais de Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011.

LOBO, J.T. **Bioestimulantes no cultivo da mangueira cv. Kent no submédio do Vale do São Francisco**. 2018. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do vale do São Francisco, Petrolina.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.,176-177, 1962.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, p.319, 1997.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 638p., 2006.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegatal/culturas/feijao/saiba-mais>. Acesso em: 20 abril 2018.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 889p. 1995.

MARTINS, D.C.; BORGES, I.D.; CRUZ, J.C.; NETTO, D.A.M. Produtividade de duas culturas de milho submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulantes, fertilizantes líquidos e *Azospirillum* sp. **Revista Brasileira de Milho e sorgo**, 15: p. 217-228, 2016.

MÓGOR, A. F. Potencial de uso de bioestimulantes na horticultura. São Paulo: **AgroAnalysis**, 2010. Disponível em: [http://www.agroanalysis.com.br/especiais\\_detalle.php?idEspecial=64&ordem=5](http://www.agroanalysis.com.br/especiais_detalle.php?idEspecial=64&ordem=5). Acesso em: 6 jun. 2018.

MOTERLE, L.M. et al. Efeito do biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v.58, n.5, p.651-660, 2011.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L.; FARIAS, J.R.B. Estresses de ordem ecofisiológica. In: BONATO, E.R. (Ed.) **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p.45-65, 2000.

OLIVEIRA, S.L. et al. Bioestimulantes via tratamento de sementes na promoção de crescimento de raízes de feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v.10, n.3, p.109-114, 2017.

PEREIRA, C.S.; SERAFIM, R.C.; ZANATTO, I.B.; FIORINI, I.V. Germinação e crescimento inicial de plantas de soja submetidas ao déficit hídrico. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.09, n.01, p.33-40, 2016.

RERKASEM, B. JAMJOD, S. Genotypic variation in plant response to low boron and implications for plant breeding. **Plant and Soil**, 193:169-180, 1997.

REZENDE, P.M. et al. Efeito da semeadura a seco e tratamento de sementes na emergência, rendimento de grãos e outras características da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.1, p.76-83, 2003.

SANTOS, C.E.R.S. et al. Efetividade de rizóbios isolados de solos da região Nordeste do Brasil na fixação de N<sub>2</sub> em amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 27, n.1, p.301-307, 2005.

SANTOS, J.P.; BORGES, T.S.; SILVA, N.T.; ALCANTARA, E.; REZENDE, R.M.; FREITAS, A.S. Efeito de bioestimulantes no desenvolvimento do feijoeiro. **Revista da Universidade do Vale do Rio Verde**, Betim, v.15, n.1, p.815-824, 2017.

SFREDO, G.J. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina: Embrapa soja, 148p., 2008.

SILVA, J.B.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. **Original Article**, Uberlândia, v.5, n.26, p.755-762, 2009.

SILVA, M.P.; SÁ, M.E.; ABRANTES, F.L.A.; SOUZA, L.C.D. Influência do molibdênio e do cálcio aplicados via semente nas frações protéicas de amendoim cv. IAC 886. **Semina: Ciência Agrária**, v.33, n.6, p.2099-2108, 2012.

SILVA, D.J. et al. **Efeito de bioestimulantes sobre a concentração de nutrientes nas raízes em mudas de videira 'Thompson Seedless'**. I Reunião Nordestina de Ciência do Solo. 2013

SILVA, R. A., et al. Biostimulants on mineral nutrition and fiber quality of cotton crop. Rev Brasil. **Engenharia Agrícola Ambiental**, v.20, p.1062-1066, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 848p. 2009.

VAN OOSTEN, M. et al. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. **Technology Agriculture**, v.4, n.5, 2017.

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

WIERZBOWSKA, J.; BOWSZYS, T. Effect of growth regulators applied together with different phosphorous fertilization levels on the content and accumulation of potassium, magnesium and calcium in spring wheat. **Journal of Elementology**, Olsztyn, v.13, n.3, p.411-422, 2008.

## CAPÍTULO 2 - ATIVIDADE DE ENZIMAS ANTIOXIDANTES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA SOJA EM FUNÇÃO TRATAMENTO DE SEMENTES COM BIOESTIMULANTES SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA

Carolina Ruv Lemes Gonçalves Mendes<sup>1</sup>, Marcelo de Almeida Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UNESP – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Cx. Postal 237, 18603-970, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: [carol\\_ruv@agronoma.eng.br](mailto:carol_ruv@agronoma.eng.br); [marcelo.a.silva@unesp.br](mailto:marcelo.a.silva@unesp.br)

### RESUMO

Essa pesquisa teve como objetivo avaliar as alterações bioquímicas em plantas de soja submetidas a tratamento de sementes com bioestimulantes, sob deficiência hídrica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento de blocos casualizados, com oito tratamentos constituídos por testemunha; e os produtos Biozyme<sup>®</sup>, Yaravita Raiz<sup>®</sup> e Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen gemma<sup>®</sup>, isoladamente e em combinação com Imidacloprido e Carboxina + Tiram, aplicados em tratamento de sementes, com a indução ou não de deficiência hídrica, com três repetições. As plantas foram submetidas aos regimes hídricos desde a semeadura. A deficiência hídrica afetou as concentrações de proteínas solúveis, POD (Peroxidase) e CAT (Catalase). O efeito de bioestimulantes teve ação sobre CAT e proteínas solúveis, para as quais também houve interação entre os fatores. As concentrações de proteínas e catalase foram favorecidas pela presença de bioestimulantes na presença de deficiência hídrica.

**Palavras-chave:** *Glycine max* L. Merrill; Déficit hídrico; Bioquímica.

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate the biochemical changes in soybean plants submitted to seed treatment with biostimulants, under water deficiency. Was conducted a greenhouse experiment, in a randomized block design, with eighth treatments consisting of control; and the products Biozyme®, Yaravita Raiz® e Nitrostarter® + Phylgreen gemma®, alone and in combination with Imidacloprid and Carboxin + Thiram, applied in seed treatment, with or without water deficiency, with three replicates. The plants were submitted to water regimes since seeding. Water deficiency affected the concentrations of soluble proteins, POD (Peroxidase) and CAT (Catalase). The biostimulants effect had action on CAT and soluble proteins, for which there was also interaction between factors. Protein and catalase concentrations were favored by the presence of biostimulants in the presence of water deficiency.

**Keywords:** *Glycine max* L. Merrill; Water deficit; Biochemistry.

## 2.1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) tem como centro de origem o continente asiático, mais precisamente a região correspondente à China Antiga. É uma leguminosa considerada base alimentar do povo chinês há mais de 5000 anos (CÂMARA, 2012).

A cultura foi introduzida no Brasil em 1882 e desde então é considerada uma das mais importantes do Brasil, com área plantada de aproximadamente 32,96 milhões de hectares, o que corresponde a 49% da área de grãos do país, e produtividade em torno de 102 milhões de toneladas, a soja é a cultura agrícola que mais cresceu nas últimas três décadas (IBGE, 2016).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial, assim como o segundo maior processador e exportador do grão, farelo e óleo (CERIBOLLA, 2015).

As alterações climáticas recorrentes nos últimos anos têm aumentado a frequência e severidade de eventos como, por exemplo, a seca. O déficit hídrico pode causar efeitos drásticos aos ecossistemas naturais e agrícolas (HASANUZZAMAN & FUJITA, 2011). A redução no teor de água é detectada pelo sistema radicular e, posteriormente, envia sinais químicos para a parte aérea, para

iniciar respostas adaptativas que conduzem a alterações fisiológicas em diferentes vias metabólicas (RAHNAMA et al., 2011).

A seca também pode induzir o estresse oxidativo nas plantas, devido ao acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROs), que são tóxicas e podem resultar em uma série de danos ao metabolismo das plantas, como deterioração dos componentes fotossintéticos, inativação de proteínas e destruição da estrutura e permeabilidade da membrana celular pela peroxidação dos lipídios (PRICE & HENDRY, 1989; ZHANG & ERVIN, 2003).

O nível de EROs nas plantas é regulado por um mecanismo enzimático de defesa antioxidativo que compreende várias enzimas, dentre as principais tem-se a superóxido dismutase (SOD), a catalase (CAT), as peroxidases (POD) e a peroxidase do ascorbato (APX) (HUANG et al., 2013).

De acordo com Pandey (2015) a fase de germinação e desenvolvimento inicial de plântulas é uma das mais vulneráveis aos efeitos da seca. Dessa forma, a observação da atuação enzimática do sistema antioxidativo durante a germinação de sementes de soja sob déficit hídrico se faz justificada.

Dentre os fatores que asseguram bom desempenho para a cultura está a utilização de sementes de alta qualidade, capaz de proporcionar adequado estabelecimento e desenvolvimento inicial da cultura no campo (BINSFIELD et al., 2014).

Nesse contexto, o tratamento de sementes vem sendo amplamente adotado, pois, além de permitir o controle de patógenos e proteção das sementes, possibilita melhor desenvolvimento inicial, com plantas saudáveis e vigorosas, e estabelecimento de estande (HENNING, 2005; PARISI & MEDINA, 2014). Além de fungicidas, inseticidas e nematicidas, produtos que alteram o desenvolvimento vegetal como reguladores de crescimento e micronutrientes também são utilizados (BINSFIELD et al., 2014).

Com os avanços tecnológicos nas áreas de biotecnologia, bioquímica e fisiologia vegetal, novos compostos têm sido identificados nos vegetais e sintetizados de maneira artificial, se tornando moléculas eficientes, que aplicadas às plantas melhoram seu desenvolvimento, proteção e ocasionam consequentes aumentos de produtividade. Esses novos agroquímicos têm sido chamados de biorreguladores, bioestimulantes ou bioativadores, e têm adquirido crescente importância na agricultura (CASTRO, 2006; FARIA, 2017).

Biorreguladores são compostos químicos com efeito hormonal. Atuam na expressão ou inibição de processo bioquímico, desempenhando um importante papel na uniformidade da germinação, no estímulo ao desenvolvimento e produtividade da planta (COSTA et al., 2011).

Bioestimulantes são definidos como substâncias orgânicas complexas modificadoras do crescimento e capazes de atuar em fatores de transcrição da planta e na expressão gênica, em proteína de membrana, enzimas metabólicas de modo a modificar a nutrição mineral e resposta a nutrientes e hormônios (CAPUTO et al., 2007). São mistura de um ou mais biorreguladores ou entre um biorreguladores e outros compostos de natureza química diferente como aminoácidos, enzimas, vitaminas, minerais, entre outros (CASTRO, 2006).

E bioativadores são substâncias minerais capazes de aumentar a produtividade das plantas (CASTRO, 2010).

Além da utilização destas tecnologias, também vem sendo adotado a suplementação destas com nutrientes (TAIZ & ZEIGER, 2009). Podendo atuar em diferentes fases do desenvolvimento das plantas, sendo o conhecimento de seus efeitos fisiológicos fundamental podendo se tornar estratégia para garantir estabelecimento adequado das culturas (BINSFIELD et al., 2014).

Os componentes dos bioestimulantes podem alterar o status hormonal da planta e ter grande influência no seu desenvolvimento e saúde. Além disso, estes produtos aumentam a atividade antioxidante nas plantas, especialmente quando elas estão sob estresse hídrico, temperaturas severas e ação de herbicidas, dentre outros (ZHANG & SCHIMIDT, 2000).

Diante das grandes vantagens que as aplicações de bioestimulantes podem proporcionar para a cultura da soja e seu manejo, bem como a contribuição para melhoria de seu desenvolvimento inicial, faz-se necessário aprofundar os estudos sobre sua atuação na cultura e alterações bioquímicas causadas.

O trabalho objetivou determinar a influência do tratamento de sementes com bioestimulantes e sua interação com inseticida e fungicida na atividade bioquímica de enzimas antioxidantes, sob o desenvolvimento inicial de soja, em condições de deficiência hídrica.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Características do campo experimental e condução do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com condições parcialmente controladas, no Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus Botucatu, SP. Localizado a 22°53'09” de latitude Sul e 48°26'42” de longitude Oeste, numa altitude de 840 m. O clima predominante da região é o Cfa (Köppen), subtropical úmido, com temperatura média anual de 19,1 °C e média pluvial próxima de 1.324 mm. O substrato utilizado para o experimento foi coletado na camada arável do solo (20 cm) na Fazenda Lageado, classificado como latossolo vermelho distrófico e apresentou as seguintes características (Tabela 1, 2 e 3):

**Tabela 1 - Análise química do solo**

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma	CTC	Sat.	Sat.	S
CaCl <sub>2</sub>	resina							bases		bases	Al	SO <sub>4</sub>
g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	----- mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----					-----	V%	m%	mg kg <sup>-1</sup>		
5,4	25	19	7	36	15	31	0	58	89	65	0	5

**Tabela 2 - Análise de micronutrientes**

Cu	Fe	Zn	Mn	B
----- DTPA -----				(água quente)
----- mg kg <sup>-1</sup> -----				
10,6	12	2,0	32,8	0,22

**Tabela 3 - Análise física do solo**

Argila	Silte	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina
<0,002 mm	0,053-0,002 mm		2,00-0,210 mm	0,210-0,053 mm
----- g kg <sup>-1</sup> -----				
611	179	210	70	140

O experimento teve início no dia 01/11/2018 quando foi realizado o tratamento e semeadura das sementes. A cultivar utilizada foi a M5917IPRO, safra 18/19.

O tratamento de sementes com os produtos utilizados (fungicidas, inseticidas e bioestimulantes) foi feito na mesma data da semeadura. Para tal, as sementes foram acondicionadas, na quantidade de 150 gramas, em sacos plásticos, com volume de calda de 5 mL kg<sup>-1</sup> de semente, e por meio de agitação manual se promoveu o contato entre as sementes e os produtos. O tratamento testemunha passou pelo mesmo procedimento, porém, só com água.

Os vasos, utilizados para a semeadura, possuíam as dimensões de 25 cm (altura), 30 cm (diâmetro) e volume de 12 litros e foram preenchidos manualmente com o solo utilizado, para padronização, e dispostos sobre bancadas, onde permaneceram por volta de uma semana, para secagem do material.

Foram semeadas 50 sementes por vaso. O experimento constou de 96 vasos, sendo 48 utilizados na primeira avaliação aos 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA) e 48 utilizados aos 21 DAA.

Não foram realizados tratamentos culturais durante o período de realização dos experimentos.

### 2.2.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento estatístico adotado foi o DBC (delineamento em blocos casualizados) com oito tratamentos e dois regimes hídricos, em esquema fatorial 8x2, com três repetições, constituídos por testemunha; e os produtos Biozyme<sup>®</sup> (18 g L<sup>-1</sup> nitrogênio; 60 g L<sup>-1</sup> óxido de potássio; 0,96 g L<sup>-1</sup> boro; 12 g L<sup>-1</sup> manganês; 4,8 g L<sup>-1</sup> ferro; 12 g L<sup>-1</sup> enxofre; 24 g L<sup>-1</sup> zinco; 42 g L<sup>-1</sup> carbono orgânico total, 0,031% de ácido giberélico e ácido indolacético e 0,0083% de zeatina combinados a extratos vegetais hidrolisados), Yaravita Raiz<sup>®</sup> (50 g L<sup>-1</sup> nitrogênio; 12,5 g L<sup>-1</sup> cobalto; 62,5 g L<sup>-1</sup> molibdênio; 75 g L<sup>-1</sup> carbono orgânico total, complexado por extrato de algas e aminoácidos) e Nitrostarter<sup>®</sup> (fósforo; cobalto quelatizado; molibdênio microencapsulado; substâncias húmicas) + Phylgreen gemma<sup>®</sup> (fertilizante mineral misto com extrato de algas *Ascophyllum nodosum* enriquecido com aminoácidos), isoladamente e em combinação com inseticida Imidacloprido e fungicida Carboxina + Tiram, aplicados em tratamento de sementes, com a indução (50% da Capacidade de Campo) ou não de deficiência hídrica (100% da Capacidade de Campo) (Tabela 4). A distribuição dos tratamentos foi estabelecida de acordo com o croqui demonstrado (Figura 1).

**Tabela 4 - Descrição dos tratamentos e doses de produto comercial (mL 100 kg de sementes<sup>-1</sup>). Botucatu/SP - 2018**

	<b>Tratamentos</b>	<b>Doses mL pc 100 kg de sementes<sup>-1</sup></b>
1	Testemunha	-
2	Biozyme <sup>®</sup>	300
3	Yaravita Raiz <sup>®</sup>	250
4	Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen gemma <sup>®</sup>	200 + 200
5	Imidacloprido + Carboxina + Tiram	250 + 250
6	T2 + T5	300 + 250 + 250
7	T3 + T5	250 + 250 + 250
8	T4 + T5	200 + 200 + 250 + 250

**OBS:** O volume de calda foi padronizado nos tratamentos para 5 mL kg<sup>-1</sup>, incluindo a testemunha

**Figura 1 - Croqui da distribuição dos tratamentos na área experimental (soja)**

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
7B	5B	6B	1B	8B	2B	4B	3B
3C	8C	4C	7C	2C	5C	1C	6C
6D	1D	5D	8D	3D	4D	7D	2D
2E	4E	8E	1E	6E	7E	3E	5E
8F	7F	6F	5F	4F	3F	2F	1F

**OBS:** verde claro (com deficiência hídrica) / verde escuro (sem deficiência hídrica)

### 2.2.3 Regimes hídricos

Dois tratamentos de suplementação de água (100% e 50%) foram estabelecidos, a partir da semeadura. A germinação das sementes já ocorreu em condição ou não de deficiência hídrica.

A deficiência hídrica foi imposta através da pesagem dos vasos, da saturação de amostragem de vasos com água, drenagem por 12 horas para que atingissem a capacidade de campo (CC) e nova pesagem para determinar a massa de água nesta situação. A partir de então, e com auxílio de tabela de capacidade máxima de retenção do solo e da equação 1, os vasos foram hidratados de acordo com o tratamento, ou seja 100% da CC para ausência de deficiência hídrica e 50% da CC com deficiência hídrica.

Em sequência a isso, foram realizadas pesagens diárias e reidratação dos vasos para que atingissem novamente os níveis desejados.

$$A = P_{cc} - P_p \quad (1)$$

Onde:

A= água a ser adicionada no vaso (mL)

P<sub>cc</sub>= peso inicial do vaso com umidade do solo à capacidade de campo ou 50% (g)

P<sub>p</sub>= peso diário do vaso (g)

### 2.2.4 Variáveis bioquímicas

Aos 14 e 21 DAA foram coletadas 10 plantas de cada um dos vasos para realização das avaliações bioquímicas. Após a retirada do vaso, cada planta foi imediatamente seccionada no colo, e a parte aérea acondicionada em nitrogênio líquido e mantida em ultrafreezer a -80 °C até as análises bioquímicas. Analisou-se nos extratos foliares o conteúdo de proteínas solúveis, e as atividades das enzimas antioxidantes superóxido dismutase, catalase e peroxidase.

#### 2.2.4.1 Proteínas solúveis

A determinação dos teores de proteínas solúveis foi obtida utilizando cerca de 500 mg do tecido foliar, macerado em 2 mL de tampão fosfato 0,1 M, pH 6,7 acrescido de 200 mg de polivinilpirrolidona (PVPP). O homogenato foi

centrifugado a 5000 xg por 10 minutos a 4 °C e, em seguida, retirado o sobrenadante que foi armazenado em ultrafreezer a -80 °C. À alíquota de 50 µL da diluição do sobrenadante (250 µL sobrenadante + 750 µL água deionizada) foram adicionados 950 µL da solução de Bradford (preparado com 100 mg do corante *cromassie brilliant blue* G-250, diluído em 50 mL de álcool etílico 95%, 100 mL de ácido fosfórico 85%, 850 mL de água deionizada, sendo a solução filtrada duas vezes em papel filtro qualitativo). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-2700, Kyoto, Japão) a 595 nm, 15 minutos após a agitação da amostra. As concentrações de proteínas solúveis foram calculadas a partir da curva padrão de albumina soro bovino (BSA) a 1 mg mL<sup>-1</sup> e expressas em mg g<sup>-1</sup> MF (BRADFORD, 1976).

#### 2.2.4.2 Atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD)

O extrato foliar para analisar as atividades das enzimas antioxidantes foi obtido utilizando 300 mg de tecido vegetal em 2,0 mL de tampão fosfato de potássio 0,1 M, pH 6,8, acrescido de 200 mg de PVPP. O homogenato foi centrifugado a 10000 xg por 10 minutos a 4 °C, retirando-se em seguida o sobrenadante, que foi armazenado em ultrafreezer a -80 °C.

A atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) foi determinada pelo método descrito por Giannopolitis e Ries (1977) com modificações. A reação foi conduzida em placas de ELISA com capacidade de 3 mL, adicionadas de 50 µL do extrato acondicionado em ultrafreezer e 2950 µL da solução de trabalho contendo tampão fosfato de potássio 50 mM, pH 7,8; EDTA 0,1 µM; azul de nitrotetrazólio cloreto (NBT) 75 µM; metionina 13 mM; e riboflavina 2 µM. As placas foram identificadas e dispostas em câmara escura com luz fluorescente de 15 W por 10 minutos. Ao término do tempo, a iluminação foi interrompida e o azul de formazan, formado pela fotorredução do NBT, foi determinado em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-2700, Kyoto, Japão) na absorvância de 560 nm. Os tubos utilizados como brancos receberam 3 mL da solução de trabalho, um deles foi mantido no escuro (para zerar o equipamento) e o outro recebeu a luz (100% de fotorredução). Uma unidade de SOD foi definida como a quantidade de enzima necessária para inibir 50% da fotorredução do NBT. Os resultados foram expressos em unidades de SOD mg<sup>-1</sup> de proteínas.

A atividade da enzima catalase (CAT) foi obtida utilizando 50  $\mu\text{L}$  do extrato acondicionado em ultrafreezer e 950  $\mu\text{L}$  de tampão fosfato de potássio 50 mM, pH 7,0, acrescido de  $\text{H}_2\text{O}_2$  12,5 mM. A reação foi monitorada em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-2700, Kyoto, Japão) a 240 nm, considerando a variação da absorção num intervalo de 60 segundos. A atividade da enzima foi calculada pelo coeficiente de extinção molar  $\epsilon = 39,4 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  e expressa em  $\text{kat } \mu\text{g}^{-1}$  proteína (PEIXOTO et al., 1999).

A atividade da enzima peroxidase (POD) foi determinada utilizando 100  $\mu\text{L}$  do extrato acondicionado em ultrafreezer e 4,9 mL de tampão fosfato de potássio 25 mM, pH 6,8, contendo Pyrogallol 20 mM e  $\text{H}_2\text{O}_2$  20 mM. Após a incubação por 1 minuto a reação foi paralisado com 0,5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (15%). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-2700, Kyoto, Japão) a 420 nm. A atividade da enzima foi calculada pelo coeficiente de extinção molar  $\epsilon = 2,47 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  e expressa em  $\text{kat } \mu\text{g}^{-1}$  proteína (PEIXOTO et al., 1999).

#### 2.2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com posterior comparação de médias pelo teste T de Student a 5% de probabilidade.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise de variância

De acordo com análise de variância, aos 14 DAA houve efeito dos bioestimulantes sobre proteínas solúveis e POD. A deficiência hídrica afetou significativamente a CAT, a qual foi afetada pela interação entre os fatores. Aos 21 DAA, proteínas solúveis e CAT foram afetadas por bioestimulantes, deficiência hídrica e pela interação destes fatores (Tabela 5).

**Tabela 5 - Análise de variância para proteínas solúveis, SOD, CAT, POD em soja aos 14 e 21 DAA**

Fonte de Variação	Proteínas solúveis (mg g <sup>-1</sup> MF)	SOD (mg <sup>-1</sup> proteína)	CAT (kat µg <sup>-1</sup> proteína)	POD (kat µg <sup>-1</sup> proteína)
14 DAA				
Bioestimulante (B)	3,57**	0,55 ns	1,13 ns	2,71*
Deficiência Hídrica (DH)	1,99 ns	0,42 ns	11,50**	2,87 ns
Interação B x DH	1,75 ns	0,32 ns	3,81**	2,05 ns
CV	29,8	26,4	46,0	29,8
21 DAA				
Bioestimulante (B)	3,91**	1,14 ns	2,57*	0,96 ns
Deficiência Hídrica (DH)	5,34**	3,79 ns	6,19*	0,55 ns
Interação B x DH	4,61**	11,33 ns	4,83**	2,13 ns
CV	21,3	42,9	37,5	40,0

\*Significativo a 1%, no teste T de Student

\*\* Significativo a 5% no teste T de Student

NS não significativo no teste T de Student

### **Efeito da deficiência hídrica, dos bioestimulantes e interações**

A proteção efetiva das culturas contra fatores bióticos e abióticos no dia-a-dia prático da agricultura é difícil, neste contexto, o uso de bioestimulantes naturais ou sintéticos é amplamente recomendado. Eles visam incrementar os processos bioquímicos, morfológicos e fisiológicos das plantas, principalmente em situações de exposição a estresse induzido por estímulo negativo (DU JARDIN, 2012; CALVO et al., 2014; POSMYK & SZAFRANSKA, 2016).

Em caso de deficiência hídrica a garantia da ativação de mecanismo de ajuste osmótico auxilia na manutenção do equilíbrio hídrico e preservação da integridade de proteínas, enzimas e membranas celulares (ASHRAF et al., 2011; MARIJUAN & BOSCH, 2013; PERVEEN et al., 2016).

Segundo os resultados deste trabalho, a primeira avaliação (14 DAA) revelou a influência da interação de bioestimulantes e regime hídrico na concentração de proteínas solúveis. Sob deficiência hídrica, o teor de proteínas solúveis na testemunha foi menor do que nos tratamentos com Biozyme<sup>®</sup>, Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup> e Imidacloprido e Carboxina + Tiram (Tabela 6). Sob regime adequado de água, a concentração de proteínas solúveis foi semelhante entre a testemunha e os demais tratamentos, com exceção de Biozyme<sup>®</sup> e YaraVita Raiz<sup>®</sup>. Já na segunda avaliação (21 DAA) houve efeito apenas dos bioestimulantes, em que

os tratamentos YaraVita Raiz<sup>®</sup> e Imidacloprido e Carboxina + Tiram reduziram a concentração desta variável nas plântulas de soja (Tabela 6).

Lobato et al. (2008), avaliaram o comportamento bioquímico da soja submetida a seis dias de estresse, e encontraram redução de 20% no nível de proteínas solúveis, o que corrobora com este trabalho que, na ausência de tratamento (testemunha), apresentou redução de 16% nestes valores. Por outro lado, Souza (2017) testando compostos indólicos como atenuadores do déficit hídrico em soja não encontrou diferenças estatísticas, nas concentrações de proteínas solúveis, entre os reguladores e os níveis de restrição hídrica.

A superóxido dismutase (SOD) é considerada uma das principais enzimas, e atua na primeira linha de defesa enzimática, pois, catalisa o processo de dismutação dos radicais  $O_2$ , gerando  $H_2O_2$  e  $O_2$  (GILL et al., 2015). Essas enzimas são classificadas de acordo com seu radical metálico: Cu/Zn-SOD, Mn-SOD, Fe-SOD (GILL & TUJETA, 2010).

Os resultados apresentados não demonstraram significância para as concentrações da enzima SOD tanto aos 14 quanto aos 21 DAA (Tabela 6).

Braga (2018), ao testar Gaba e Acetilcolina como bioestimulantes em soja, obteve resultados contrários a este trabalho, com aumento nos índices enzimáticos, em presença de deficiência hídrica, o que era esperado. Também Rosales et al. (2012) e Soureshjani et al. (2019) relataram aumento da atividade de SOD em cultivares de feijoeiro submetidas à deficiência hídrica. O aumento das enzimas antioxidativas nos vegetais em condições de estresse está relacionado à capacidade dos mesmos em tolerar estas condições.

Zhang e Ervin (2003), como os outros autores, encontraram resultados de aumento da atividade de superóxido dismutase ocasionado pela aplicação de ácidos húmicos em creeping bentgrass.

A atividade da superóxido dismutase responde de maneiras diferentes ao déficit hídrico de acordo com o tipo de experimento e espécie, podendo ser aumentada (LUNA et al. 1985), diminuída (QUARTACCI & NAVARI-IZZO, 1992) ou não sofrer alteração (LUNA et al., 1985), devido a presença de diversas formas dessa enzima, e somente a investigação das respostas de cada uma das formas pode prever maiores informações sobre o comportamento desta em plantas sob estresse.

**Tabela 6 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para proteínas solúveis e SOD em soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	Proteínas solúveis (mg g <sup>-1</sup> MF)			SOD (mg <sup>-1</sup> proteína)		
	14 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	2,58 Acd	3,00 Aabc	2,79	-	-	22,25
Biozyme <sup>®</sup>	4,62 Aa	1,89 Bd	3,26	-	-	17,97
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	2,58 Acd	2,07 Acd	2,33	-	-	19,74
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	4,07 Aab	3,24 Aab	3,66	-	-	24,58
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	3,74 Aab	3,38 Aab	3,56	-	-	18,76
Biozyme <sup>®</sup> + T5	3,43 Abc	2,49 Abcd	2,96	-	-	16,50
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	3,50 Abc	3,86 Aa	3,68	-	-	19,77
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	1,94 Ad	3,02 Aabc	2,48	-	-	32,75
Média	3,31	2,87		23,07	19,85	
	21 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	-	-	3,51 a	-	-	31,90
Biozyme <sup>®</sup>	-	-	3,91 a	-	-	24,04
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	-	-	1,97 c	-	-	22,52
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	-	-	3,73 a	-	-	18,51
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	-	-	2,18 bc	-	-	29,06
Biozyme <sup>®</sup> + T5	-	-	3,61 a	-	-	30,53
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	-	-	3,13 ab	-	-	28,00
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	-	-	3,65 a	-	-	21,23
Média	3,41	3,02		28,82	22,62	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Por sua vez, o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> formado pela ação da SOD pode ser eliminado pela catalase (CAT), presente nos peroxissomos, através da sua decomposição em água e oxigênio molecular (GILL & TUTEJA, 2010).

Houve efeito da interação bioestimulantes e regime hídrico para as concentrações de CAT em condição de restrição hídrica, nas duas avaliações. Aos 14 DAA, os tratamentos com Biozyme<sup>®</sup> na presença e ausência de Imidacloprido e Carboxina + Tiram foram mais eficazes em manter baixa atividade desta enzima. Sob regime hídrico adequado não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 7).

Aos 21 DAA foi verificada elevada atividade de CAT na testemunha sob restrição hídrica, enquanto os tratamentos YaraVita Raiz<sup>®</sup> com ou sem Imidacloprido e Carboxina + Tiram, Nitrostarter<sup>®</sup> + Phylgreen Gemma<sup>®</sup>, e Biozyme<sup>®</sup> com

Imidacloprido e Carboxina + Tiram mantiveram baixa atividade da mesma. Já sob regime hídrico adequado, novamente não foram apresentadas diferenças significativas entre os tratamentos.

Braga (2018) relatou aumento significativo na concentração de CAT quando submetida à deficiência hídrica e tratamento com bioestimulantes.

Os valores de POD foram influenciados pelo uso de bioestimulantes, apenas aos 21 DAA (Tabela 7). De maneira geral, os tratamentos com YaraVita Raiz<sup>®</sup>, e Imidacloprido e Carboxina + Tiram aumentaram a atividade da enzima POD em relação à testemunha (Tabela 7).

E as peroxidases (POD) utilizam compostos de natureza fenólica como doadores de elétrons catalisando as reações de dismutação do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, e se localizam principalmente na parede celular e no vacúolo (LOCATO et al., 2011).

**Tabela 7 - Efeito dos níveis de hidratação, bioestimulantes e interação para CAT e POD em soja aos 14 e 21 DAA**

Tratamento	CAT (kat $\mu\text{g}^{-1}$ proteína)			POD (kat $\mu\text{g}^{-1}$ proteína)		
	14 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	0,92 cd	0,89 Aabc	0,90	-	-	30,40
Biozyme <sup>®</sup>	0,65 Ad	1,31 Aa	0,98	-	-	28,30
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	1,53 Abc	1,06 Aabc	1,30	-	-	28,80
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	0,87 Acd	0,60 Aa	0,74	-	-	23,85
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	1,25 Abcd	1,25 Aa	1,25	-	-	26,43
Biozyme <sup>®</sup> + T5	0,59 Ad	0,91 Aa	0,75	-	-	34,16
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	2,21 Aa	0,54 Ba	1,38	-	-	22,69
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	1,74 Aab	0,89 Ba	1,31	-	-	35,84
Média	1,22	0,93		30,04	27,57	
	21 DAA					
	50%CC	100%CC	Média	50%CC	100%CC	Média
Testemunha	2,59 Aa	0,79 Ba	1,69	-	-	23,72 c
Biozyme <sup>®</sup>	1,53 Abcd	0,51 Ba	1,02	-	-	24,30 bc
YaraVita Raiz <sup>®</sup>	1,31 Abcd	1,10 Aa	1,21	-	-	36,12 a
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup>	1,07 Acd	0,96 Aa	1,02	-	-	21,00 c
Imidacloprido + Carboxina + Tiram	1,83 Aabc	0,95 Aa	1,39	-	-	33,70 ab
Biozyme <sup>®</sup> + T5	0,84 Ad	1,09 Aa	0,97	-	-	27,54 abc
YaraVita Raiz <sup>®</sup> + T5	0,94 Acd	1,80 Aa	1,37	-	-	29,92 abc
Nitrostarter <sup>®</sup> + Phylgreen Gemma <sup>®</sup> + T5	2,20 Aab	0,59 Ba	1,40	-	-	22,56 c
Média	1,54	0,96		25,37	29,35	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para bioestimulantes e letra maiúscula para deficiência hídrica não diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade

Com relação às enzimas CAT e POD, resultados semelhantes foram encontrados em mandioca, na indução de deficiência hídrica, na qual houve aumento de CAT e nenhuma alteração significativa nos resultados de POD (PEREIRA, 2017). Segundo Zhang e Kirkham (1996), a ativação dos mecanismos antioxidantes pode variar de acordo com vários fatores, incluindo genótipo e estresse ambiental, gerando resultados superiores, inferiores, ou que permanecem inalterados.

Gill e Tuteja (2010) ressaltam, também, que a resposta de cada enzima específica ao estresse oxidativo durante a germinação e desenvolvimento inicial de plântula pode variar de acordo com a espécie, cultivar, nível de estresse e estágio de desenvolvimento, não havendo, portanto, um padrão geral.

Dentre as respostas bioquímicas desenvolvidas pela planta para superar a deficiência hídrica, o aumento da atividade de enzimas como superóxido dismutase

(SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD) tem sido amplamente estudado (ZAEFYZADEH et al., 2009; CIA et al., 2012; CHUGH et al., 2013; PEREIRA, 2017), pois reduzem os danos oxidativos ocasionados pelas espécies reativas de oxigênio (EROs).

Geralmente, as células das plantas têm equilíbrio intracelular entre a produção e eliminação dessas EROs, e sua eliminação através da atividade da enzimas antioxidantes (GILL & TUTEJA, 2010; SONG et al., 2010; HASANUZZAMAN et al., 2012). Em situações de déficit hídrico, a acumulação de EROs pode reduzir a capacidade de germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas (BAILLY, 2004), sendo assim, a eficiência da metabolização destas espécies reativas de oxigênio tem sido relacionada aos mecanismos de tolerância de sementes durante esta fase (PETRIDIS et al., 2012).

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que nas condições em que o experimento foi realizado e para os tratamentos testados, a influência principal dos bioestimulantes se deu sobre as concentrações de catalase e proteínas solúveis. O destaque entre os tratamentos vai para o produto Biozyme, com maior influência sobre as variáveis analisadas, em situação de deficiência hídrica. Contudo, se faz necessário estudo mais aprofundado sobre o modo de ação destes produtos sob a atividade dos componentes antioxidantes enzimáticos.

## REFERÊNCIAS

- ASHRAF, M.; AKRAM, N.A.; ALQURAIMY, F.; FOOLAD, M.R. Drought tolerance: roles of organic osmolyte, growth regulators, and mineral nutrients. **Advances in Agronomy**. 111, p.249-296, 2011.
- BAILLY, C. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. **Seed Science Research**, v.14, n.2, p.93-107, 2004.
- BINSFIELD, J.A. et al. Uso de bioativador, bioestimulantes e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.1, p.88-94, 2014.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**. 72, p.248-254, 1976.
- BRAGA, I. **Ação de Gaba e Acetilcolina como biorreguladores na fisiologia da soja sob deficiência hídrica**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Rio Claro, 2018.
- CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**. 383, 3-41, 2014.
- CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao Agronegócio Soja**. Piracicaba: ESALQ, LPV, 2012. p. 1- 30.
- CAPUTO, M.M.; SILVA, M.A.; BEAUCLAIR, E.G.F; GAVA, G.J.C. Acúmulo de sacarose, produtividade e florescimento de cana-de-açúcar sob reguladores vegetais. **Interciencia**, Caracas, v.32, n.12, p.834-840, 2007
- CASTRO, P.R.C. **Tiametoxan. Uma revolução na agricultura brasileira**. São Paulo, 410p., 2006
- 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\\_detalhe.php?idEspecial=64&ordem=10](http://www.agroanalysis.com.br/especiais_detalhe.php?idEspecial=64&ordem=10). Acesso em: 15 jun 2018
- CERIBOLLA, E.C. **Bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max. L.*)**. 2015. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI), Ijuí, 2015.
- COSTA, C.T.S.; FERREIRA, V.M.; ENDRES, L.; FERREIRA, D.T.R.G.; GONÇALVES, E.R. Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. **Revista Caatinga**, v.24, n.3, p.56-63, 2011.
- CHUGH, V.; KAUR, N.; GREWAL, M.S.; GUPTA, A.K. Differential antioxidative response of tolerant and sensitive maize (*Zea mays L.*) genotypes to drought stress at reproductive stage. **Indian Journal of Biochemistry and Biophysics**, 5-, p.150-158, 2013.

CIA, M.C. et al. Antioxidant responses to water deficit by drought-tolerant and sensitive sugarcane varieties. **Annals of Applied Biology**. 161, p.313-324, 2012.

DU JARDIN, P. **The Science of Plant Biostimulants – A bibliographic analysis**. 2012. Ad hoc Study Report to the European Commission DGENTR. Disponível em: [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/fertilizers/final\\_report\\_bio\\_2012\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/fertilizers/final_report_bio_2012_en.pdf). Acesso em: 20 jun 2019.

FARIA, T.C. **Desempenho de bioestimulantes e sua viabilidade econômica na cultura da soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia, 62p., 2017.

GIANNOPOLITIS, C.N.; RIES, S.K. Superoxide dismutase I. Occurrence in higher plants. **Plant Physiology** 59, p.309-314, 1997.

GILL, S.S.; TUTEJA, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology Biochemistry**, v. 48, p.909-930, 2010.

GILL, S.S. et al. Superoxide dismutase-mentor of abiotic stress tolerance in crop plants. **Environmental Science and Pollution Research**, v.22, p.1-375-10394, 2015.

HASANUZZAMAN, M.; FUJITA, M. Selenium pretreatment upregulates the antioxidant defense and methylglyoxal detoxification system and confers enhanced tolerance to drought stress in rapeseed seedlings. **Biological Trace Element Research**, v.143, p.1758-1776, 2011.

HASANUZZAMAN, M.; HOSSAIN, M.A.; DA SILVA, J.A.; FUJITA, M. Plant response and tolerance to abiotic oxidative stress: antioxidant defense is a key factor. In: **Crop stress and its management: Perspectives and strategies**. Springer Netherlands, p.216-315, 2012.

HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2 ed – Londrina: Embrapa Soja (Documento 264), 52p., 2005.

HUANG, C.J et al. Iteration in chlorophyll fluorescence, lipid peroxidation and antioxidant enzymes activities in hybrid ramie (*Boehmeria nivea* L.) under drought stress. **Australian Journal of Crop Science**, v.7, p.594-599, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, 2016. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=1&z=t&o=26&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>. Acesso em: 20 mar 2018.

LOBATO, A.K.S.; OLIVEIRA NETO, C.F.; SANTOS FILHO, B.G.; COSTA, R.C.L.; CRUZ, F.J.R.; NEVES, H.K.B.; LOPES, M.J.S. Physiological and biochemical behavior in soybean (*Glycine max* cv. Sambaiba) plants under water deficit. **Australian Journal of Crop Science**, Amsterdam, v.2, n.1, p.25-32, 2008.

LOCATO, V.; PINTO, M.C.; PARADISO, A.; GARA, L. Reactive oxygen species and ascorbate-glutathione interplay in signaling and stress responses. In: GUPTA, S.D. Reactive oxygen species and antioxidants in higher plants. **Science Publishers**, Kharagpur, p.46-63, 2011

LUNA, M. et al. Selective enzyme inactivation over water stress in maize (*Zea mays* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v.25, p.153-156, 1985

MARIJUAN, M.P.; BOSCH, S.M. Ecophysiology of invasive plants: osmotic adjustment and antioxidants. **Trends Plant Science**, 18, p.660-666, 2013.

PANDEY, G.K. **Elucidation of abiotic stress signaling in plants. Functional Genomics Perspectives**. Springer, 2015.

PARISI, J.J.D. & MEDINA, P.F. **Tratamento de Sementes**. Instituto Agronômico de Campinas – IAC, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Fitossanidade, 2014. Disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/imagem\\_informacoestecnologicas/81.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/81.pdf). Acesso em: 20 mar 2018.

PEIXOTO, P.H.P. et al. Aluminium effects on lipid peroxidation and on the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 11, p.137-143, 1999.

PEREIRA, L.F.M. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos da mandioca cultivada sob deficiência hídrica em diferentes fases de desenvolvimento**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu, 2017.

PERVEEN, S. et al. Induction of drought tolerance in *Zea mays* L. by foliar application of triacontanol. **Pakistan Journal of Botany**. 48, p.907-925, 2016.

PETRIDIS, A. THERIOS, I.; SAMOURIS, G.; TANANAKI, C. Salinity-induced changes in phenolic compounds in leaves and roots of four olive cultivars (*Olea europaea* L.) and their relationship to antioxidant activity. **Environmental and Experimental Botany**, v.79, p.37-43, 2012.

POSMYK, M.M.; SZAFRANSKA, K. Biostimulators: a new trend towards solving an old problem. **Frontiers in Plant Science**. 7:748, 2016.

PRICE, A.H.; HENDRY, G.A.F. Stress and the role of activated oxygen scavengers and protective enzymes on plants subjected to drought. **Biochemical Society Transactions**, Essex, v.17, p.493-494, 1989.

QUARTACCI, M.F.; NAVARI-IZZO, F. Water stress and free radical mediated changes in sunflower seedlings. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v.139, p.621-625, 1992.

RAHNAMA, A.; MUNNS, R.; POUSTINI, K.; WATT, M.A. A screening method to identify genetic variation in root growth responses to a salinity gradient. **Journal of Experimental Botany**, v.62, p.69-77, 2011.

ROSALES, M.A. et al. Physiological analysis of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars uncovers characteristics related to terminal drought resistance. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.56, p.24-34, 2012

SONG, H.; XU, X.; WANG, H.; TAO, Y. Exogenous  $\gamma$ -aminobutyric acid alleviates oxidative damage caused by aluminium and proton stresses on barley seedlings. **Journal Science Food Agriculture**, v.90, p.1410-1416, 2010.

SOURESHJANI, H.K.; NEZAMI, A.; KAFI, M.; TADAYON, M. Responses of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes to deficit irrigation. **Agricultural Water Management**, v.213, p.270-279, 2019.

SOUZA, D.S. **Compostos indólicos como atenuadores de danos do déficit hídrico em plantas de soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Tradução: SANTAREM, R. et al. 4ed. Porto Alegre: Artmed, 848p., 2009.

ZAEFYDAZEH, M. et al. The effect of the interaction between genotypes and drought stress on the superoxide dismutase and chlorophyll content in durum wheat landraces. **Turkish Journal of Biology**. 33, p.1-7, 2009.

ZHANG, J.; KIRKHAM, M.B. Antioxidant responses to drought in sunflower and sorghum seedlings. **New Phytologist**. 132, p.361-373, 1996.

ZHANG, X.; SCHMIDT, R.E. Hormone-containing products impact on antioxidant status of tall fescue and creeping bentgrass subjected to drought. **Crop Science**, Madison, v.40, p.1344-1349, 2000

ZHANG, X.; ERVIN, E.H. Physiological effects of liquid applications of a seaweed extract and a humic acid on creeping bentgrass. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.128, p.492-496, 2003.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento de semente de soja cultivar M5917IPRO com os bioestimulantes Biozyme<sup>®</sup>, YaraVita Raiz<sup>®</sup> e Nitrostarter + Phylgreem Gemma<sup>®</sup>, sob deficiência hídrica, influenciou as concentrações de nutrientes como P, K, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, como também a atividade de proteínas solúveis e CAT. Porém, de maneira geral, não apresentou interações significativas com as variáveis biométricas.

Quanto as variáveis nutricionais, aos 14 DAA foram observadas alterações nas concentrações de K, Mg, Cu e Fe, Zn e B em raiz, e Zn em parte aérea. E aos 21 DAA nas concentrações de Mg, P, S, Cu e Mn em raiz, e Fe em parte aérea.

Quanto as variáveis bioquímicas foram observadas interações em proteínas solúveis aos 21 DAA e CAT, em ambas as avaliações.

Pode-se colocar como uma das principais entraves na utilização desta tecnologia, justamente o fato de apresentar interações e resultados diferentes, que variam de acordo com a cultura, variedade/cultivar, com o tipo de manejo adotado para sua condução, também com a época de aplicação dos produtos e de avaliação, bem como as variáveis ambientais de clima e solo. Sendo assim, são muitos os fatores que podem interferir na conquista de melhorias ocasionadas pela presença destes produtos.

Apesar dos resultados controversos, a aplicação de bioestimulantes pode ser considerada uma prática promissora para a cultura da soja, que já agrega tanta tecnologia. Atualmente, um pequeno número de estudos tem abordado aspectos nutricionais e fisiológicos, principalmente referente à adoção desta e de outras técnicas em conjunto, com a aplicação de inseticidas e fungicidas, e a presença ou ausência de restrições para o cultivo.

São necessários então, mais estudos para se estabelecer qual a ação destes produtos, como devem ser utilizados e quais as especificidades de cada um deles.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABATI, J. et al. Qualidade fisiológica de sementes de trigo tratadas com biorregulador em condições de restrição hídrica. **Informativo Abrates**, v.24, n.1, p.32-36, 2014.
- ALMEIDA, A.S. et al. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.3, p.501-510, 2011.
- BALARDIN, R.S. et al., Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.7, p. 1120-1126, 2011.
- CARVALHO, T.C. et al. Influência de bioestimulantes na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Phaseolus vulgaris* sob restrição hídrica. **Revista de Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.199-205, 2013.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 132p., 2001.
- CASTRO, P.R.C. **Tiametoxan. Uma revolução na agricultura brasileira**. São Paulo, 410p., 2006
- CASTRO, G.S.A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.43, n. 10, p.1311-1318, 2008.
- CAPUTO, M.M.; SILVA, M.A.; BEAUCLAIR, E.G.F; GAVA, G.J.C. Acúmulo de sacarose, produtividade e florescimento de cana-de-açúcar sob reguladores vegetais. **Interciencia**, Caracas, v.32, n.12, p.834-840, 2007
- CONAB. **Décimo segundo levantamento de safra 2012/2013**. Disponível em: [http://www.vconab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_10\\_09\\_14\\_34\\_18\\_boletim\\_portugues\\_setembro\\_2013.pdf](http://www.vconab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_10_09_14_34_18_boletim_portugues_setembro_2013.pdf). Acesso em: 10 set 2018.
- CUNHA, R.P. et al. Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140742>. Acesso em: 20 mar 2018.
- DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.N. Ação de bioestimulantes no desempenho agrônomo de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.1, p.371-379, 2014.
- LAUXEN, L.R. et al. Desempenho fisiológico de sementes de algodão tratadas com tiametoxan. **Revista Brasileira de Semente**, v.32, n.3, p.61-68, 2010.
- LANA, A.M.Q. et al. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.25, n.1, p.13-20, 2009.
- MIGUEL, F.B. et al. Viabilidade econômica na utilização de regulador vegetal em cana-planta. **Informações econômicas**, v.39, n.1, p.53-59, 2009.

MOTERLE, L.M. et al. Efeito do biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v.58, n.5, p.651-660, 2011.

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

VASCONCELOS, A.C.F. **Uso de bioestimulantes nas culturas de milho e soja**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 112p., 2006.