

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**SAMARA DRIESSEN VAN ASS**

**FONTES FOSFATADAS ASSOCIADAS A BIOESTIMULANTES NA  
PRODUTIVIDADE DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merr.)**

**Uberlândia  
Março – 2012**

**SAMARA DRIESSEN VAN ASS**

**FONTES FOSFATADAS ASSOCIADAS A BIOESTIMULANTES NA  
PRODUTIVIDADE DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merr.)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de Agronomia, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Marli Aparecida Ranal

**Uberlândia  
Março - 2012**

**SAMARA DRIESSEN VAN ASS**

**FONTES FOSFATADAS ASSOCIADAS A BIOESTIMULANTES NA  
PRODUTIVIDADE DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merr.)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de Agronomia, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela banca examinadora em 18 e junho de 2012.

Prof. Dr. Beno Wendling

Membro da banca

Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup> Fernando Oliveira Franco

Membro da banca

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marli Aparecida Ranal

Orientadora

## **DEDICATÓRIA**

Dedico aos meus pais, Antonius Matheus Wilhelmus Van Asse Elizabeth Van Ass, por todo apoio e dedicação e por me instruírem e mostrarem os melhores valores da vida e como conquistá-los. À minha irmã, Dayane Driessen Van Ass, pelo companherismo e amizade incomparáveis.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** pelo dom da Vida e da Sabedoria e por permitir que tantas pessoas maravilhosas pudessem fazer parte da minha trajetória, algumas das quais cito abaixo.

Agradeço à **Marli Aparecida Ranal**, por toda paciência e sabedoria que dedicou a este trabalho e ao meu aprendizado. Mesmo em um período tão curto de convivência, como minha orientadora, pude perceber como é uma excelente profissional, com visão e integridade.

Aos membros da banca, **Beno Wendling** e **Fernando Oliveira Franco**, pela confiança, colaboração e contribuição para a conclusão deste trabalho.

Aos meus pais, **Antonius Matheus Wilhelmus Van Ass** e **Elizabeth Van Asse** à minha irmã **Dayane Driessen Van Ass**, que são meus alicerces nesta vida.

A todos do Curso de Agronomia, meus agradecimentos, em especial ao **Pablo Severiano**, **Lais Prazeres Mendonça** e **Fábio Janoni Carvalho**, pela paciência e ajuda indispensáveis na execução deste trabalho e a todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram para a realização desta conquista.

## RESUMO

O sucesso de uma cultura está diretamente relacionado a seu estado nutricional e, conseqüentemente, imunológico, que garantem um equilíbrio entre a planta e o ambiente. Assim, o trabalho objetivou avaliar o comportamento fisiológico da cultura da soja submetida a diferentes técnicas de nutrição, associadas com condicionadores de solo e produtos biológicos ou estritamente baseadas no uso de fontes químicas minerais, visando conhecer a viabilidade econômica dessas tecnologias. O experimento foi conduzido no município de Uberaba - MG, em um LATOSSOLO VERMELHO - AMARELO Distrófico, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado, consistindo de sete tratamentos com três repetições, em um total de 21 parcelas experimentais de 0,5 ha. Os tratamentos foram constituídos de fontes fosfatadas e estimulantes em doses e combinações diversas. Os resultados obtidos mostram que a utilização de polímeros fosfatados foi eficiente, podendo-se reduzir a dose do adubo, minimizando os custos de produção, o que atende a modelos agrônômicos mais sustentáveis. Os bioestimulantes de solo, integrados com termofosfato, podem ter contribuído para melhorar a capacidade da planta na absorção e assimilação de fósforo, já que não diferiram de alguns tratamentos baseados estritamente em fontes químicas minerais mais concentradas.

**Palavras-chave:** aditivo polimérico; polímero; termofosfato; bioestimulante.

## **ABSTRACT**

The success of a culture is directly related to their nutritional status and therefore immune, to ensure a balance between plant and environment. Thus, the study aimed to evaluate the physiological performance of soybean under different nutrition techniques, associated with soil conditioners and organic products or strictly based on the use of mineral chemical sources, aiming at the economic viability of these technologies. The experiment was conducted in the municipality of Uberaba-MG, in a Typic-Yellow Latosol, with the completely randomized design, consisting of seven treatments with three replications in a total of 21 experimental plots of 0.5ha. The treatments consisted of phosphate sources and stimulants in various doses and combinations. The results show that the use of phosphate polymers was efficient, and the dose of fertilizer can be reduced, which serves more sustainable agronomic models, reducing production costs. Some biostimulants, with integrated thermophosphates, may have contributed to improve the capacity of the plant uptake and assimilation of phosphorus, since some treatments did not differ based strictly on chemical sources more mineral concentrated.

**Keywords:** polymeric additive, polymer, thermophosphate; biostimulant.



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	10
2.1 Disponibilidade do fósforo.....	10
2.2 Princípios da Trofobiose.....	11
2.3 Avanços na adubação.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Local de instalação do experimento.....	13
3.2 Delineamento experimental e tratamentos utilizados.....	13
3.3 Máquinas e implementos utilizados.....	16
3.4 Avaliações.....	17
3.5 Análise estatística.....	18
3.6 Viabilidade econômica.....	19
4 RESULTADOS .....	20
5 DISCUSSÃO .....	23
6 CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS.....	27
ANEXO 1 .....	30
ANEXO 2.....	31

## 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas intensivos de produção agrícola estão se tornando insustentáveis, em função do uso em larga escala de fertilizantes, desrespeitando a real necessidade do sistema solo-planta-atmosfera, que requer o fornecimento do correto elemento, na época e quantidade adequadas, de maneira economicamente viável (MALAVOLTA, 2006).

O aumento da produtividade e a redução do custo de produção da cultura da soja são bastante visados, há muitos anos, e novas alternativas tecnológicas têm sido buscadas para que bons resultados no desempenho da cultura possam ser alcançados. Para atender esta demanda, torna-se necessário o estudo de modelos agrícolas menos dependentes do uso de insumos, que reduzam o custo de produção, tornando-os mais eficientes (ASSMANN et al., 2003).

Em vista disso, alternativas baseadas no princípio da Trofobiose (CHABOUSSOU, 1969), que representam o controle do balanceamento químico do solo e equilíbrio nutricional das plantas, tornaram-se uma busca crescente na agricultura atual, pois resultam na defesa fisiológica natural das plantas. Esta defesa só é possível com a redução de aminoácidos livres na planta, apressando o processo de transformação dos mesmos em proteína, o que contribui para a prevenção de ataques de insetos e microorganismos em grande escala (TSUZUKI, 2010).

A barreira física natural das plantas contra patógenos depende da quantidade de lignina e suberina, que são reduzidas com a deficiência nutricional do fósforo, aumentando a susceptibilidade da planta à infecção (MALAVOLTA, 2006). Segundo o autor, a produção de defensivos endógenos como alexinas, glicosídeos e alcalóides também decresce com essa deficiência, além de ocorrer variações no ambiente inter ou intracelular, mais favorável a fungos e bactérias pelo acúmulo de substratos, que são seu alimento.

O poder funcional do fósforo para as plantas é de incrível abrangência, tendo como principal papel o de armazenar e transferir energia. Além disso, possui um grande poder de redistribuição, pois mobiliza reservas para o crescimento e produção (MALAVOLTA, 2006).

Visando aumentar a eficiência no uso do fósforo pela agricultura atual e a redução da fixação do fósforo solubilizado, o aumento da disponibilidade deste nutriente na solução do solo pode ser alcançado pelo uso de termofosfatos, pois estes contêm silício, nutriente que compete diretamente com o fósforo nos sítios de adsorção (BÜLL et al., 1997). Entretanto, o uso de fontes tradicionais fosfatadas, revestidas com polímeros que visem liberação gradativa

do fósforo consiste também em uma alternativa econômica, pois garante menor custo de produção devido à menor quantidade de adubo a ser utilizada (MELO et al., 2007).

Práticas como o uso de fertilizantes fosfatados e “bioestimulantes” da matéria orgânica presente no solo, usados de maneira integrada, podem ser justificadas pela alta dependência do comportamento do fósforo pelo efeito da matéria orgânica, já que o uso desses estimulantes pode promover indiretamente a dessorção do fósforo fixado em solos argilosos e um melhor condicionamento da ativação enzimática para a transformação deste elemento em forma inorgânica, ou seja, na forma disponível para as plantas (TIRLONI et al., 2009).

Assim, o trabalho objetivou avaliar o comportamento fisiológico da cultura da soja submetida a diferentes técnicas de nutrição, associadas com condicionadores de solo e produtos biológicos ou estritamente baseadas no uso de fontes químicas minerais, visando conhecer a viabilidade econômica dessas tecnologias.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Disponibilidade do fósforo

Existem estimativas de que os recursos mundiais de fósforo de baixo custo estão comprometidos e podem ser esgotados em 2050 (VANCE et al., 2003). Assim, o estudo da disponibilidade desse nutriente no solo e sua forma de absorção e assimilação pelas plantas é de suma importância para o desenvolvimento tecnológico na nutrição e melhoramento de plantas, tendo em vista o uso mais racional e econômico das fontes fosfatadas.

Solos tropicais geralmente apresentam altos teores de fósforo em sua constituição; porém, baixas concentrações em sua solução, limitação esta que se deve principalmente à elevada fixação do nutriente aos colóides do solo, devido à intemperização e alta concentração de sesquióxidos de ferro e alumínio (BÜLL et al., 1998).

A essencialidade do fósforo para a planta está relacionada ao metabolismo do vegetal e suas reações biossintéticas, influenciando diretamente na fisiologia vegetal (SFREDO, 2008). Para as plantas, de maneira geral, o fósforo possui alguns aspectos essenciais para a construção da produtividade, como a aceleração da formação de raízes e contribuição para o funcionamento das mesmas que servem de apoio mecânico e órgão de absorção de água e íons; aumento do perfilhamento, no caso de gramíneas; maior floração e, conseqüentemente, maior frutificação; regulação da maturação; aumento da viabilidade de sementes; aumento do teor de carboidratos, óleo, gordura e proteínas e fixação biológica de nitrogênio (MALAVOLTA, 2006). A disponibilidade desse nutriente na cultura da soja é uma garantia de rendimento à cultura, reduzindo o abortamento de flores e vagens nos estádios reprodutivos e elevando a massa de grãos ao final do ciclo (VENTIMIGLIA et al., 1999).

O comportamento do fósforo deve-se, em grande parte, à composição da matéria orgânica presente no solo. As frações mais decompostas da matéria orgânica que não apresentem vestígios morfológicos do material de origem compreendem a fração húmica do solo. Esta contém ácidos orgânicos com maior afinidade por cátions polivalentes do que os fosfatos, o que resulta na inibição competitiva e conseqüentemente aumento da concentração de fósforo na solução do solo em decorrência da redução da sorção específica de fosfato pelos óxidos de ferro e alumínio (GUPPY et al., 2005). Além disso, o equilíbrio dinâmico entre as formas orgânicas e inorgânicas de fósforo no solo depende da relação carbono orgânico/fósforo orgânico que, em geral, é de 100/1 na camada superficial. Quando

incorporados resíduos com relação superior a 300, haverá imobilização de fósforo e resíduos com relação menor que 200 levam à mineralização deste nutriente (DICK et al., 2009).

## **2.2 Princípios da Trofobiose**

Uma planta sadia depende intrinsecamente da qualidade de seu hábitat, além do equilíbrio nutricional e metabólico em que ela se encontra, pois em condições adversas, como quando atacada por insetos ou patógenos, ela será capaz de possuir a imunidade necessária. Existem razões sociais e ecológicas para se acreditar que a monocultura tem se tornado cada vez mais indesejável na agricultura moderna, seja pelo uso intensivo de defensivos e insumos que agridem o solo estruturalmente e biologicamente, ou pela repercussão que o desequilíbrio dessas práticas proporciona às plantas e seu metabolismo, modificando o comportamento de pragas e doenças (TSUZUKI, 2010).

Chaboussou (1969), buscando justificativas para a instalação e proliferação de pragas e doenças em cultivos comerciais mostrou que, mesmo sob o uso intensivo de controle químico, não havia prevenção e muito menos remedição desses ataques, não devido a um desequilíbrio biológico sofrido por inimigos naturais como muitos pesquisadores haviam justificado, mas pela agressão ao metabolismo da planta que perdia sua resistência devido ao acúmulo de alimentos solúveis para insetos e fungos, como aminoácidos livres, açúcares e minerais não incorporados em macromoléculas. Esse acúmulo é causado por inúmeras aplicações de defensivos agrícolas, pelo uso irracional de adubos nitrogenados solúveis e também por carências de micronutrientes no solo. Sendo assim, o autor constatou que a origem das proliferações inexplicáveis de pragas e doenças dependia diretamente de um fator trófico, ligado intimamente à fisiologia vegetal das plantas cultivadas, e não do manejo e eficácia de aplicações fitossanitárias que estavam sendo utilizadas.

Diferente do conceito atual agrônômico comum sobre insetos e fungos tidos como inimigos arbitrários, esses devem ser tratados como indicadores biológicos, considerando-se o estudo dos prejuízos causados pelos mesmos para as plantas comprometidas e não apenas o comportamento dos insetos, dos patógenos ou da doença em si. É necessário aprofundar-se o estudo para a planta doente ou atacada, considerando-se sua fisiologia e condições ambiental e pedológica em que ela se encontra (CHABOUSSOU, 1969).

### 2.3 Avanços tecnológicos na adubação

Existem atualmente diversas estratégias agronômicas que buscam aprimorar o rendimento na sojicultura que consistem, principalmente, na semeadura antecipada e no uso de cultivares precoces.

No que diz respeito às práticas de adubação e nutrição de plantas, existem hoje adubos químicos de liberação lenta, que podem ser tratados com polímeros ou peletizados. Além destes, existem os termofosfatos, que reduzem a adsorção do nutriente aos colóides do solo, permitindo maior aproveitamento pela cultura.

Discute-se bastante a eficiência de diferentes adubos fosfatados, incluindo fontes e formulações. Porém, a velocidade de liberação de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  para a solução do solo, que resultana forma absorvida pela raiz, depende não só do adubo, como também do solo, da cultura, do clima e do modo de aplicação (MALAVOLTA, 2006).

Além dos atributos minerais disponíveis na adubação, fertilizantes orgânicos e fontes de bactérias que participam ativamente das transferências orgânicas essenciais visam enriquecer a microbiota do solo, ativar o metabolismo das plantas e estimular reações químicas importantes (HOPPE et al., 2005).

Os ambientes microbiológicos que os adubos geram também são diferenciados, devido principalmente à alteração do pH. No caso de termofosfatos, o pH no sulco de semeadura é aumentado, favorecendo a população de bactérias, o que pode justificar o uso integrado de produtos biológicos com esta fonte fosfatada, e não com adubos acidulados que comprometeriam a eficiência desses produtos. Além disso, a adubação potássica à base de cloreto de potássio aumenta a salinidade na camada superficial do solo, podendo comprometer a eficiência da ação benéfica desses microrganismos.

Outras práticas menos usuais como o uso de biorreguladores, bioestimulantes ou bioativadores têm ganhado espaço dentro das inovações tecnológicas de adubação e nutrição, pois garantem maior eficiência no desenvolvimento das plantas (FLOSS et al., 2010). A mistura de dois ou mais reguladores vegetais com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes e vitaminas), é designada de bioestimulante. Dependendo de sua composição, concentração e proporção de substâncias, esses compostos estimulam o crescimento vegetal pela maior divisão, alongamento e diferenciação celular (VIEIRA, 2003).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local de instalação do experimento

O experimento foi conduzido no município de Uberaba-MG, na Fazenda Van Ass (19°23.96'4" S; 47°51.31'8" W), safra de 2010/2011, em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, à altitude de 970 metros, precipitação pluviométrica com média anual de 149 mm e temperaturas máxima e mínima de 30 e 14 °C, respectivamente. Os dados referentes ao clima da região foram obtidos no campo meteorológico presente na Usina Uberaba, situada a 1,5 km da propriedade rural. Amostras de solo coletadas na profundidade de 0-20 cm foram submetidas à análise química e física para sua caracterização, no Laboratório de Análises de Solos – LABAS/UFU e Laboratório de Manejo - LAMAS/UFU em Uberlândia-MG.

O solo da área experimental apresentou pH em água ou acidez ativa alta; fósforo disponível, teor de enxofre e de cálcio trocável bons; teores de potássio, magnésio trocável e matéria orgânica médios; teor de alumínio ou acidez trocável muito baixa; soma de bases e saturação por bases médias; Capacidade de Troca Catiônica – CTC efetiva e CTC a pH 7,0 médias; saturação por alumínio muito baixa; teor de boro muito baixo, de cobre e manganês médios e de ferro e de zinco altos (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química do solo da área experimental localizada na Fazenda Van Ass em Uberaba, MG.

Prof.	pH		P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	M	MO
	H <sub>2</sub> O													
<b>Cm</b>	<b>. mg dm<sup>-3</sup>.</b>		<b>..... cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.....</b>		<b>.... % ....</b>		<b>dag kg<sup>-1</sup></b>							
<b>0-20</b>	5,4		12,4	44	0,0	2,3	0,4	3,5	2,81	2,9	6,3	44	2	3,1

**P,K:** [HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>]; **S - SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : [ Fosfato Monobásico Cálcio 0,01 mol L<sup>-1</sup>]; **Ca,Mg,Al:** KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>; **SB:** soma de bases; **T:** CTC a pH 7,0; **t:** CTC efetiva; **V:** saturação de bases; **m:** saturação por alumínio; **M.O:** Matéria orgânica obtida pelo método colorimétrico.

#### 3.2 Delineamento experimental e tratamentos utilizados

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, consistindo de sete tratamentos (Tabela 2) com três repetições, em um total de 21 parcelas experimentais de 0,5 ha. Cada parcela foi composta por 20 linhas, com espaçamento de 0,5 m, ou seja, 10 m de largura por 500 m de comprimento, com corredores de 1,5 m entre parcelas. Para demarcar a

área foi utilizado um teodolito e estacas para marcação a cada 100 m ao longo das parcelas e entre elas, a cada 11,5 m. A área total utilizada foi de 12,08 ha, sendo 10,5 ha de área experimental. A descrição dos produtos utilizados em cada tratamento encontra-se no Anexo 1.

Tabela 2. Tratamentos diferenciados tecnologicamente para o manejo da nutrição na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.), cultivar ANTA82RR, conduzidos desde o tratamento de sementes até os 60 dias após a semeadura - DAS.

Tratamento	Tratamento de sementes	Dessecação *	Adubação na linha	15 DAS	45 DAS	60 DAS
1	TC	H + BIO 1	MAP	H + BIO 2	FI + KCl	FI
2	TC	H	POLIMERO 1	H	FI + KCl	FI
3	TC	H	60% POLIMERO 1	H	FI + KCl	FI
4 (Testemunha)	TC	H	MAP	H	FI + KCl	FI
5	TC	H	60% POLÍMERO 2	H	FI + KCl	FI
6	TC + BACTÉRIAS	H	TERMOFOSFATO + BIO 3	H	FI + KCl	FI
7	TC + BACTÉRIAS	H	TERMOFOSFATO + BIO 5	H	FI + KCl	FI

TC: tratamento de sementes convencional, constituído de 300 mL por 100 kg de sementes do inseticida Cruiser 350 FS (tiامتoxam) + 100 mL por 100 kg sementes do fungicida Maxim XL (fludioxonil + metalaxil-M) + inoculante Masterfix na dosagem de 125 g por saco (60 kg) de sementes; BACTÉRIAS: 0,5 kg ha-1 Baesol; H: 2,5 L do herbicida Glifosato Atanor 48 (glifosato-sal de isopropilamina) utilizado para dessecação e controle de plantas infestantes em pós-emergência; BIO 1: Bioestimulante (0,5 kg ha-1 Pnergetic K) ; MAP: 200 kg ha-1 Fosfato monoamônico; POLÍMERO 1: 200 kg ha-1 Kimcoat P; 60% POLÍMERO 1 : 120 kg ha-1 Kimcoat P; 60 % POLÍMERO 2: 120 kg ha-1 Map Start; TERMOFOSFATO: 200 kg ha-1 Yoorin Máster; BIO 3: Bioestimulante (2 L ha-1 Biotech); BIO 5: Bioestimulante (0,2 L ha-1 Orgasol); BIO 2: Bioestimulante (0,25 kg ha-1 Pnergetic P); FIMn: aplicação de fungicida (0,3 L ha-1 Priori Xtra) + óleo mineral (5 L ha-1 Nimbus) + inseticida (0,3 L ha-1 Curvom 550 EC) + manganês (1,5 L ha-1 Agric); BIO 4: Bioestimulante (0,4 L ha-1 Ammon); FOLIAR: 0,5 L ha-1 Fosfono K; FI: Aplicação de fungicida (0,3 L ha-1 Priori Xtra) + óleo mineral (5 L ha-1 Nimbus) + inseticida (0,2 L ha-1 Engeog Pleno); KCl: adubação potássica a lanço de 150 kg ha-1 de cloreto de potássio (60% K2O). \* A dessecação foi realizada 10 dias antes da semeadura.

### 3.3 Máquinas e implementos

Na semeadura, utilizou-se sementes da cultivar Anta 82 RR, de ciclo semi-precoce, no período compreendido entre 13/11 a 17/11, com uma semeadora John Deere SLC contendo 14 linhas espaçadas por 0,5 m. As sementes foram tratadas utilizando-se um tambor rotativo Grazmec (Figura 1). Com o intuito de facilitar a prática de semeadura, somente 10 linhas do implemento foram utilizadas para realizar apenas duas passadas do trator por parcela. Esta máquina foi adaptada com um sistema de injeção de calda no sulco de semeadura Micron Combat (Figura 2), para aplicações dos bioestimulantes, correspondentes ao tratamento 6 e 7, respectivamente.



Figura 1. Tambor rotativo utilizado no tratamento de sementes de soja, cultivar ANTA82RR.



Figura 2. Semeadora adaptada com sistema de injeção de calda no sulco de semeadura para aplicações de bioestimulantes.

Foi realizada, ainda, uma adubação potássica a lanço com um distribuidor centrífugo Stara 1300 (Figura 3), aos 45 dias após a semeadura - DAS, em toda área experimental.



Figura 3. Distribuidor centrífugo para adubação potássica a lanço na área experimental.

Todas as práticas culturais visando controle de plantas infestantes, pragas e doenças foram realizadas em todas as parcelas igualmente, seguindo o manejo adotado na propriedade. Para as aplicações de defensivos agrícolas e fertilizantes foliares, foi utilizado um pulverizador autopropelido Servspray Gafanhoto 2500 (Figura 4).



Figura 4. Pulverizador autopropelido utilizado nas aplicações foliares de defensivos agrícolas, fertilizantes e bioestimulantes.

### 3.4 Avaliações

Foram feitas avaliações em três épocas distintas, coletando-se em cada parcela cinco plantas ao longo da 5ª linha aos 45 DAS; cinco plantas ao longo da 10ª linha aos 60 DAS e cinco plantas ao longo da 15ª aos 90 DAS.

Na 1ª avaliação (45 DAS), foi medida a altura das plantas coletadas. Na 2ª avaliação (60 DAS), mediu-se a altura e a área foliar. Na 3ª avaliação (90 DAS) foram avaliados a altura, o diâmetro do caule na inserção da primeira vagem, a altura desta inserção e o número de vagens em cada planta.

Observou-se ainda, em todas as avaliações, os estádios de desenvolvimento, determinados a partir da classificação proposta por Fehr e Caviness, em 1977 (Anexo 2).

Mediu-se o diâmetro do caule na inserção da primeira vagem, utilizando-se um paquímetro, e a altura desta inserção com uma régua, a partir do nível do solo. A área foliar foi calculada com base em imagens geradas por um scanner MP480 CANON 3600 dpi. (Figura 5) e processadas no programa QUANT v1. 0.



Figura 5. Scanner MP480 CANON 3600 dpi utilizado na obtenção de dados de área foliar.

Aos 135 dias após a semeadura, foi realizada a colheita com uma colhedora New Holland TC57 (Figura 6), com plataforma de 15 pés (4,5 m), para determinação da média de produtividade de cada tratamento.



Figura 6. Colhedora utilizada para obtenção dos dados de produtividade.

### 3.5 Análise estatística

As médias obtidas de altura total, área foliar, altura de inserção da primeira vagem, diâmetro de caule nesta altura, número de vagens por planta e produtividade foram

submetidas aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Levene) a 0,01 de significância.

Atendendo-se às pressuposições de que as variâncias entre tratamentos são homogêneas e de que os resíduos apresentam distribuição normal, aplicou-se a análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

### **3.6 Viabilidade econômica**

Para analisar a viabilidade dos tratamentos utilizados, considerou-se o preço de venda da saca de soja de 60 kg no valor de R\$ 50,00. Foram abatidos das médias obtidas de produtividade os custos variáveis, ou seja, aqueles específicos de cada tratamento em análise, desconsiderando-se os custos fixos e os de produção, referentes às outras práticas agrícolas. Sendo assim, foi obtido o valor referente à "Margem de contribuição", que representa o valor que cobrirá os custos e despesas fixos e proporcionará lucro.

## 4 RESULTADOS

Aos 45 DAS as plantas estavam no início ou em pleno florescimento, ou seja, em estádios R1 para R2. Aos 60 DAS, apresentavam-se no início de formação de vagens (estádio R3), enquanto aos 90 DAS elas apresentavam vagens no início do enchimento de grãos (estádio R5).

As médias diferiram entre tratamentos, exceto a altura de plantas, avaliada aos 45 DAS, e o diâmetro do caule na altura da inserção da primeira vagem aos 90 DAS (Tabela 3).

As plantas do tratamento 6 (BACTÉRIAS + TERMOFOSFATO + BIO 3 + FOLIAR + BIO4) e 7 (BACTÉRIAS + TERMOFOSFATO + BIO 5), alcançaram produtividades inferiores, pois receberam um terço da concentração de fósforo em relação ao que foi aplicado nos tratamentos 1,2 e 4, que apresentaram as plantas mais produtivas.

O desempenho esperado dos bioestimulantes presentes no tratamento1 (BIO1 + MAP + BIO 2) não foi observado, já que não houve incremento de produtividade em relação à testemunha (MAP), enquanto aqueles utilizados no tratamento 7 (BACTÉRIAS + TERMOFOSFATO + BIO 5) podem ter causado algum efeito fisiológico benéfico às plantas, já que essas apresentaram uma das maiores médias de número de vagens e um incremento em dados de altura e área foliar dos 60 para os 90 DAS. Entretanto, esses resultados não expressaram seu potencial no rendimento de grãos, por estarem entre uma das menores médias de produtividade.

Inversamente às plantas do tratamento 7, as plantas do tratamento 3 (60% POLÍMERO) apresentaram uma das menores médias de número de vagens, maiores alturas e alcançaram uma das maiores produtividades, mas apresentaram queda acentuada na área foliar dos 60 aos 90 DAS. Essas plantas não diferiram significativamente das plantas dos tratamentos 1,2 e 4 em produtividade, o que confirma a eficiência do adubo polimerizado (POLÍMERO 1), já que compensa sua dosagem reduzida em 60% de  $P_2O_5$ , quando comparado com os demais tratamentos mais produtivos.

Tabela 3. Comportamento fisiológico da cultura da soja (*Glycinemax*), cultivar ANTA82RR, observado em termos de médias de altura, área foliar, altura de inserção da primeira vagem, diâmetro do caule nesta inserção, número de vagens e produtividade, quando submetida a diferentes técnicas de nutrição e fertilidade.

Tratamento	Altura (cm)			Área foliar (cm <sup>2</sup> )		Inserção da 1 <sup>a</sup> vagem		Nº de vagens		Diâmetro (cm)		Produtividade (sacos ha <sup>-1</sup> )	
	45 DAS	60 DAS	90 DAS	60 DAS	90 DAS	90 DAS	90 DAS	90 DAS	90 DAS	90 DAS	90 DAS	130 DAS	130 DAS
1	37, 15 a	62, 03 ab	68, 76 b	1044, 31 b	964, 14 ab	12, 99 bc	29, 00 ab	0, 63 a	63, 19 ab				
2	40, 13 a	64, 07 a	84, 92 a	1271, 87 b	992, 84 ab	19, 71 a	35, 13 ab	0, 70 a	65, 81 a				
3	38, 93 a	62, 55 ab	76, 83 ab	1695, 59 a	771, 61 b	17, 377 ab	27, 60 b	0, 61 a	63, 87 ab				
4	35, 83 a	66, 67 a	79, 30 ab	1123, 13 b	993, 56 ab	16, 23 ab	33, 47 ab	0, 67 a	64, 41 ab				
5	39, 51 a	63, 59 a	73, 64 ab	1173, 32 b	994, 33 ab	10, 12 c	32, 27 ab	0, 68 a	59, 93 bc				
6	30, 00 a	56, 52 b	71, 46 ab	1152, 39 b	1033, 60 ab	13, 19 bc	33, 93 ab	0, 65 a	56, 73 c				
7	27, 43 a	42, 05 c	68, 17 b	1030, 29 b	1183, 24 a	10, 31 c	41, 66 a	0, 74 a	59, 92 bc				
<b>W</b>	<b>0, 16</b>	<b>0, 15</b>	<b>0, 08</b>	<b>0, 12</b>	<b>0, 14</b>	<b>0, 13</b>	<b>0, 15</b>	<b>0, 10</b>	<b>0, 11</b>				
<b>1<sup>a</sup>F</b>	<b>1, 91</b>	<b>3, 21</b>	<b>1, 48</b>	<b>1, 31</b>	<b>1, 46</b>	<b>1, 00</b>	<b>2, 72</b>	<b>1, 41</b>	<b>4, 46</b>				
<b>CV (%)</b>	14, 62	4, 00	6, 78	10, 78	13, 73	13, 55	13, 74	7, 89	3, 18				
<b>2<sup>a</sup>F</b>	2, 73	<b>36, 76</b>	<b>4, 28</b>	<b>9, 10</b>	<b>2, 37</b>	<b>10, 53</b>	<b>3, 00</b>	2, 09	<b>7, 92</b>				

DAS: dias após a semeadura; W: estatística do teste de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos da ANOVA; 1<sup>a</sup>F: estatística do teste de Levene para homogeneidade de variâncias; valores em negrito indicam normalidade e homogeneidade a 0,01 de probabilidade; CV: coeficiente de variação; 2<sup>a</sup>F: valor da distribuição de Snedecor; valores em negrito indicam diferença significativa a 0,05 de probabilidade; Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Em relação à análise de viabilidade econômica, baseada na margem de contribuição, o tratamento 3 propiciou o melhor resultado, seguido pelos tratamentos 4, 2, 1, 5, 7 e 6, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Viabilidade econômica dos tratamentos por área (1 hectare), baseada em diferentes abordagens tecnológicas de nutrição, obtida a partir da margem de contribuição de cada uma.

Tratamento	Preço de venda (R\$)	Custos variáveis (R\$)	Margem de contribuição(R\$)
1	3159,5	304,5	2855,0
2	3290,5	320,5	2970,0
3	3193,5	188,5	3005,0
4	3220,5	245,5	2975,0
5	2996,5	161,5	2835,0
6	2836,5	231,5	2605,0
7	2996,0	231,0	2765,0

Valores representados por hectare, considerando-se R\$ 50,00 o preço do saco de soja de 60 kg.

## 5 DISCUSSÃO

Encaminhar a agricultura para um plano de uso racional de insumos agrícolas e de pesquisas mais focadas no metabolismo vegetal como resposta à interferência do homem em seu hábitat natural é um desafio necessário a ser alcançado, já que o modelo atual não otimiza o uso de recursos naturais e tende ao esgotamento dos não-renováveis.

Sendo assim, comprovar teorias baseadas em conceitos que remetem à Agroecologia e à Agricultura Orgânica como a de Chaboussou na agricultura é uma tarefa difícil, pois requer estudos mais aprofundados em metabolismo vegetal e uma pesquisa precisa a longo prazo.

O uso de bioestimulantes ainda é duvidoso quanto ao modo de ação e retorno econômico à agricultura, sendo necessárias também avaliações quanto às variações na severidade de doenças e ataque de pragas que esses produtos podem desencadear, podendo talvez possibilitar um uso de defensivos em menor escala.

A área foliar, diferente da altura das plantas coletadas, não expressou uma relação direta com os maiores rendimentos obtidos; porém, sabe-se que sob condições de suprimento de doses de fósforo, a razão entre massa seca de raiz por massa seca de parte aérea reduz em plantas de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.), e os índices de área foliar e a altura de plantas mostram-se os melhores indicadores para predizer o rendimento de matéria seca nessas condições, comprovando a influência favorável desse nutriente para o crescimento vegetativo (CAMACHO et al., 2002).

Os dados observados para a cultivar utilizada (ANTA 82RR) em relação à altura, área foliar e produtividade não podem ser comparadas com outros trabalhos existentes com a mesma, pois foram realizados em outras épocas e regiões, o que implica em grandes variações edafoclimáticas.

Neste experimento, as plantas dos tratamentos que receberam adubos termofosfatados, em integração com bactérias e bioestimulantes, foram menos produtivas; porém, os adubos correspondentes às mesmas apresentam concentrações de  $P_2O_5$  bem inferiores que os demais.

Os bioestimulantes presentes no tratamento 7 deste trabalho (BACTÉRIAS + TERMOFOSFATO + BIO 5), usados de maneira integrada com o adubo termofosfatado, podem ter contribuído para melhorar a capacidade da planta em absorver e assimilar fósforo, já que não diferiram de alguns tratamentos baseados estritamente em fontes químicas minerais mais concentradas. Além do mais, desconhece-se o efeito desta tecnologia a longo prazo, o que pode contribuir para um solo com maior biodiversidade e, conseqüentemente, sanidade.

Esses produtos podem aumentar a capacidade de absorção de nutrientes e água, refletindo diretamente no desenvolvimento e na produtividade das culturas (VIEIRA, 2003) e, quando usados no tratamento de sementes de soja, podem aumentar o rendimento sem causar efeito fitotóxico às plantas (FLOSS et al., 2010). Observou-se, porém, um efeito tônico no tratamento de sementes de soja com bioestimulante e inseticidas, levando à formação de raízes finas, prejudicando também o vigor e a germinação das sementes (CASTRO et al., 2008). Em sementes de milho, o uso isolado de bioestimulante não afetou a produtividade de grãos, tanto positiva como negativamente (FERREIRA et al., 2007).

Fontes de bactérias, igualmente àquelas presentes nos tratamentos 6 e 7, assim como os estimulantes vegetais, exigem mais pesquisas quanto ao seu comportamento e restrições de uso para garantia de multiplicação no solo. Essas, quando testadas como enraizantes na produção de mudas de plátano (*Platanus acerifolia* (Aiton) Willd.), aumentaram o grau de brotação das estacas, a altura de brotos e também promoveram o maior diâmetro de colo, atributo indicador de maior sobrevivência das mudas no campo (HOPPE et al., 2005). Ainda, em mudas de fumo (*Nicotiana tabacum* L.), esses produtos aumentaram a altura, a massa seca e o número de folhas. As mesmas bactérias, quando utilizadas isoladamente na decomposição de resíduos da indústria fumageira para produção de substratos de mudas florestais, podem promover maior rendimento e qualidade, com um resíduo de maior nível nutricional e melhor relação C/N (HOPPE et al., 2005).

A utilização de termofosfatos requer uma avaliação a longo prazo, pois sua liberação não é pontual como fosfatos monoamônicos que atenderam a rapidez do ciclo da cultivar de soja utilizada no presente trabalho, fornecendo fósforo com maior eficácia. Anualmente, esses adubos podem aumentar os teores de cálcio e magnésio trocáveis no solo, elevar o pH e reduzir o teor de alumínio trocável, dispensando a calagem (MACHADO et al., 1983). Em dois tipos de solo do Cerrado brasileiro, o mesmo termofosfato utilizado gerou maiores rendimentos para essa cultura em dois anos consecutivos, na ausência de calagem, em comparação com o superfosfato triplo, adubo fosfatado de liberação bem mais rápida (KLIEMANN et al., 1995).

Sendo assim, o desempenho do adubo termofosfato em disponibilizar fósforo para a planta é comprovado, podendo ser aumentada sua dose para se igualar ou até mesmo superar os demais tratamentos em produtividade. Mesmo apresentando custos mais elevados, reduzindo a viabilidade econômica, esses adubos podem reduzir os custos de produção a longo prazo. Além disso, a aplicação de cloreto de potássio em toda área experimental pode

ter interferido no desempenho da microbiota que é proporcionada pelo complexo de bactérias utilizado nos tratamentos, pois causa um aumento de salinidade na camada superficial do solo.

No que diz respeito a polímeros, é válido estudar o desempenho desta tecnologia, com o intuito de reduzir o uso impensado de adubos solúveis que comprometem a microbiota do solo e aumentam a suscetibilidade das plantas ao ataque de pragas e doenças, conforme destacou Chaboussou (1969). O tratamento 3 (60% POLÍMERO 1) comprovou sua eficiência, mostrando que pode ser reduzida a dose do adubo fosfatado, quando polimerizado, atendendo a modelos agronômicos mais sustentáveis.

Ensaio com crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) comprovam a eficiência desses produtos pelo incremento de altura e produtividade (LEITE et al., 2011). Em algodão (*Gossypium hirsutum* L.), esses também garantem maior rentabilidade, pela redução das fontes de fósforo (MELO et al., 2007). O tratamento 3 mostrou plantas com um comportamento inverso às do tratamento 7, pois produziram maiores alturas e alcançaram uma das maiores produtividades, mas apresentaram queda acentuada na área foliar dos 60 aos 90 DAS e uma das menores médias de número de vagens. Isto, deve-se talvez ao fato de que em cultivares semi-precoces, como a que foi utilizada (ANTA82RR), é vantajoso que as plantas cresçam mais, pois seu ciclo reduzido não suporta que haja muitas brotações laterais para incrementar a produtividade da cultura. Além disso, a queda de área foliar dos 60 para os 90 DAS não implica em menor produção, pois ocorre devido à senescência natural das plantas e ao ataque habitual de insetos e patógenos.

Quanto à viabilidade econômica dos tratamentos utilizados, todos com exceção do 3, não responderam economicamente como desejado, pois não superaram a testemunha (MAP) em relação à margem de contribuição. Sabe-se que os preços dos produtos utilizados são variáveis, assim como a cultura do experimento em questão, que é uma *commodity* altamente oscilante no mercado, portanto, esta análise serve como padrão de estudo, pois não é permanente.

## **6 CONCLUSÕES**

O tratamento 3 (60% POLÍMERO 1) mostrou-se eficiente, o que indica que a dose do adubo fosfatado pode ser reduzida, quando polimerizado, atendendo a modelos agronômicos mais sustentáveis.

Os bioestimulantes presentes no tratamento 7, usados de maneira integrada com o adubo termofosfato, podem ter contribuído para o aumento da capacidade das plantas em absorver e assimilar o fósforo.

## REFERÊNCIAS

ASSMANN, T. S.; RONZELLI Jr., P; MORAES, A; ASSMANN, A. L., KOEHLER, H.S.; SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.675-683, 2003.

BÜLL, L.T.; FORLI, F.; TECCHIO, M.A.; CORRÊA, J.C. Relação entre fósforo extraído por resina e resposta da cultura do alho vernalizado à adubação fosfatada em cinco solos com e sem adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.3, p.367-561, jul/set, 1998.

BÜLL, L.T.; LACERDA, S.; NAKAGAWA, J. Termofosfatos: Alterações em propriedades químicas em um Latossolo Vermelho-Escuro e Eficiência Agronômica. **Bragantia**, Campinas, v.56, n.1, 1997. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87051997000100018&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051997000100018&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 16 nov. 2011.

CAMACHO, R.; MALAVOLTA, E.; GUERRERO-ALVES, J.; CAMACHO, T. Vegetative growth of grain sorghum in response to phosphorus nutrition. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.4, p. 771-776, out/dez, 2002.

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

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos (A teoria da Trofobiose)**. Porto Alegre: L&PM, 1987, 296 p.

DICK, D.P.; NOVOTNY, E.H.; DIECKOW, J.; BAYER, C. Química da matéria orgânica do solo. In: MELO, V. de F.; ALLEONI, L.R.F. (Ed.). **Química e mineralogia do solo, parte II**. Viçosa: Editora SBCS, 2009, p. 1-67.

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

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

FLOSS, L.G.; DALSSASSO, T. C.; PAGNO, C.R. Eficiência do Uso de Bioativadores no Tratamento de Sementes de Soja (*Glycynemax*) Safra 2009/2010. REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 38. 2010. Cruz Alta. **Anais...** Cruz Alta: Fundacep, 2010. Disponível em:  
<<http://www.fundacep.com.br/soja/38%AA%20RPSRSul%20ATAS%20E%20RESUMOS%20%202010.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2011.

FLOSS, L.G.; FLOSS, E.L. Fertilizantes organominerais de última geração: funções fisiológicas e uso na agricultura. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, 100, jul/ago, 2007. Disponível em:  
< [http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont\\_int&id=811](http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=811)>. Acesso em: 16 nov. 2011.

GUPPY, C.N.; MENZIES, N.W.; MOODY, P.W. Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: a review. **Soil Research**, Armidale, v.43, n.2, p. 189-202, 2005.

HOPPE, J.M.; SCHUMACHER, M.V. **Relatório de Pesquisas**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 77p., fevereiro, 2005.

KLIEMANN, H. J. Efeitos da calagem e de fontes de fósforo no rendimento da soja em dois solos de Cerrado. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**, Goiânia, v.25, n.2, p. 129 - 39, dezembro, 1995.

LEITE, R.C.; KIKUTI, H.; KIKUTI, A.L.P. Comportamento da *Crotalaria juncea* em função de adubação com e sem revestimento com polímeros. **Periódicos Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação - UEMS**, Cassilândia, 2011, 6p.

MACHADO, M.O.; VIANNA, A.C.T.; CASALINHO, H.D. Calcário e fontes de doses de fósforo: Influência no rendimento da soja e na química do solo Pelotas (Alfissolo). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.18, n.7, p. 721-727, jul. 1983.

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 2006. 638 p.

MELO, L.A.F. de; SILVA, D.S. dos; CARNEVALE, A.B.; CABACINHA, C.D., CUNHAS, S.C. Adubos polimerizados podem reduzir a adubação nitrogenada e fosfatada no algodoeiro. **CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO**, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Abrapa, 2007. CD-ROM.

SFREDO, G.J. **Soja no Brasil: Calagem, Adubação e Nutrição Mineral**. Londrina: Embrapa Soja, setembro, 2008, 148 p.

TIRLONI, C.; VITORINO, A.C.T.; NOVELINO, J.O.; TIRLONI, D.; COIMBRA, D.S. Disponibilidade de fósforo em função das adições de calagem e de um bioativador do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n.4, p. 977-984, jul/ago, 2009.

TSUZUKI, Y. **Defesa Fisiológica contra doenças e pragas**. São Paulo: Editora Paulo's, 2010. 97 p.

VANCE, C.P.; UHDE-STONE, C.; ALLAN, D.L. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. **New Phytologist**, New York, v.157, p. 423-447, 2003.

VENTIMIGLIA, L.A.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L.; PIRES, J.L.F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.2, p. 195-199, fevereiro, 1999.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Feijão irrigado: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003, p. 73-100.

## ANEXOS

## Anexo 1 . Especificações dos produtos utilizados para a adubação das plantas.

Nome comercial	Definição	Composição
Aminon Active	Fertilizante organomineral foliar classe "A"	Nitrogênio total solúvel em água – 8% (96 g L <sup>-1</sup> ); Fósforo solúvel em água – 1% (12 g L <sup>-1</sup> ); Óxido de potássio solúvel em água – 2% (24 g L <sup>-1</sup> ); carbono orgânico total – 12% (144 g L <sup>-1</sup> ).
Bacsol	Fertilizante orgânico composto classe A	Nitrogênio total – 5%; pH = 6; carbono orgânico – 45%; umidade máxima – 10%; CTC/C – 10; CTC – 405 mmol dm <sup>-3</sup> .
Biotech	Bioativador do solo	Ácidos orgânicos fracos e complexos enzimáticos
Fosfono K	Fertilizante para aplicação foliar	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 30% (444 g L <sup>-1</sup> ); K <sub>2</sub> O (355,20 g L <sup>-1</sup> ); densidade – 1,48 g L <sup>-1</sup>
Kimcoat P	Fertilizante mineral misto	Nitrogênio Total (N) – 9%; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Solúvel CNA + Água (P) – 54%; Cálcio (Ca) – 1%
MAP (Fosfato monoamônico)	Fertilizante mineral	Nitrogênio Total (N) – 9%; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Solúvel CNA + Água (P) – 54%
MAP Start Química	Fertilizante mineral	Nitrogênio Total (N) – 9%; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Solúvel CNA + Água (P) – 54%
Orgasol	Bioestimulante	Sais orgânicos e inorgânicos e microelementos
Pnergetic K	Bioestimulante do solo	Bentonina em pó; 56% SiO <sub>2</sub> ; 16% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 4% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 4% CaO; 4% MgO; 2% K <sub>2</sub> O; 0,4% Na <sub>2</sub> O; perda na calcinação aproximadamente de 10%; elementos-traços - 3,5%
Pnergetic P	Bioestimulante foliar	Bentonina em pó; 56% SiO <sub>2</sub> ; 16% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 4% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 4% CaO; 4% MgO; 2% K <sub>2</sub> O; 0,4% Na <sub>2</sub> O; perda na calcinação aproximadamente de 10%; elementos-traços - 3,5%
Yoorin Master	Fertilizante mineral misto contendo Termofosfato magnesiano grosso (97%), colemanita, óxido de zinco, óxido cuproso e óxido manganoso	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total – 17,5 %; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Solúvel em ácido cítrico 2% - 11,0%; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> insolúvel em água; Ca - 18,0%; Mg - 7,0%; B – 0,1%; Cu – 0,05%; Mn – 0,3%; Si – 10,0%; Si – 10,0%; Zn – 0,55%

Anexo 2. Estádios fenológicos em fase reprodutiva da cultura da soja (*Glycinemax* (L.) Merr.) propostos por Fehr e Caviness (1977).

<b>Estádio</b>	<b>Denominação</b>	<b>Descrição</b>
R1	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó da haste principal.
R2	Florescimento pleno	Uma flor aberta em um dos dois últimos nós da haste principal com folhas completamente desenvolvidas.
R3	Início da formação de vagens	Vagem com 5 mm de comprimento em um dos 4 últimos nós da haste principal com folhas completamente desenvolvidas.
R4	Vagens completamente desenvolvidas	Vagem com 2 cm de comprimento em um dos 4 últimos nós da haste principal com folhas completamente desenvolvidas.
R5	Início do enchimento de grãos	Grão com 3 mm de comprimento em vagem em um dos 4 últimos nós da haste principal, com folhas completamente desenvolvidas.
R6	Grãos completos	Vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos 4 últimos nós do caule, com folhas completamente desenvolvidas.
R7	Início da maturação	Uma vagem normal na haste principal com coloração de madura.
R8	Maturação plena	95% das vagens com coloração de madura.