

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

RAFAEL CARLOS BALDIN

**FISIOLOGIA DA PRODUÇÃO DA SOJA EM RESPOSTA À
APLICAÇÃO DE REGULADORES VEGETAIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2016

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

RAFAEL CARLOS BALDIN

**FISIOLOGIA DA PRODUÇÃO DA SOJA EM RESPOSTA À
APLICAÇÃO DE REGULADORES VEGETAIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2016

RAFAEL CARLOS BALDIN

**FISIOLOGIA DA PRODUÇÃO DA SOJA EM RESPOSTA À
APLICAÇÃO DE REGULADORES VEGETAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Taciane Finatto

PATO BRANCO

2016

Baldin, Rafael Carlos

Fisiologia da produção da soja em resposta à aplicação de reguladores vegetais / Rafael Carlos Baldin.

Pato Branco. UTFPR, 2016

60 f. : il. ; 30 cm

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Taciane Finatto

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2016.

Bibliografia: f. 55 – 58

1. *Glycine max* [L.] Merrill. 2. Ação hormonal. 3. Auxina. 4. Citocinina. 5. Giberelina. 6. Produtividade de grãos. I. Finatto, Taciane, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. III. Fisiologia da produção da soja em resposta à aplicação de reguladores vegetais.

CDD: 630



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO
Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

**FISIOLOGIA DA PRODUÇÃO DA SOJA EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE
REGULADORES VEGETAIS**

por

RAFAEL CARLOS BALDIN

Monografia apresentada às 08 horas 30 min. do dia 25 de novembro de 2016 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Dr^a. Janaína Dartora

IAPAR- Instituto Agrônômico do Paraná

Ms.C Leomar Guilherme Woyann

UTFPR

Prof^a. Dr^a. Taciane Finatto

UTFPR

Orientadora

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

Dedico este trabalho a Deus, pelo amparo em todos os momentos desta caminhada acadêmica. Aos meus pais, amigos, professores e a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo amor e oportunidade de realizar esta caminhada, dando-me força e otimismo para ultrapassar todas as adversidades de mais esta jornada da vida;

Aos meus pais, Valmir Baldin e Lourdes Guares Baldin, pelo apoio e incentivo, os quais foram imprescindíveis para a realização deste sonho;

A toda minha família, que sempre compreendeu minha ausência em vários momentos, devido ao meu compromisso acadêmico;

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Taciane Finatto, por sua valiosa orientação, experiência e conhecimentos transmitidos para minha formação;

Aos colegas e amigos da UTFPR, pessoas que dividiram momentos, compartilharam alegrias e dificuldades, nesses cinco anos de graduação;

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui.

“Nossa maior fraqueza é a desistência. O caminho mais certo para o sucesso é sempre tentar apenas uma vez mais.”

Thomas A. Edison

RESUMO

BALDIN, Rafael C. Fisiologia da produção da soja em resposta à aplicação de reguladores vegetais. 61 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

A soja (*Glycine max* [L.] Merrill) é uma das culturas mais importantes do mundo. O óleo e a proteína contidos em seus grãos, aliado ao baixo custo de produção, a colocam como protagonista quando se trata de matéria-prima para alimentação humana e animal. Desta forma, a demanda global pelo grão de soja, bate recordes a cada nova safra e a cultura já exige os mais altos níveis técnicos para alcançar as melhores produtividades. Em situações onde a produção não se encontra condicionada por limitações nutricionais, hídricas e/ou pela ação de pragas, o emprego de agroquímicos de ação hormonal nesta cultura, mostra-se cada vez mais promissor para o aumento da produção e conseqüentemente redução dos custos agrícolas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes reguladores vegetais aplicados via foliar, em diferentes estádios de desenvolvimento, sobre parâmetros fisiológicos, morfológicos e produtividade de grãos da cultura da soja. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos contemplaram aplicações foliares de reguladores vegetais a base de cinetina (CIN), ácido 4-indol-3-ilbutírico (AIB) e ácido giberélico (GA₃) e os controles (Stimulate® e água). Estes foram aplicados via foliar nos estádios fenológicos V4, R1, R4, em uma cultivar de soja com tipo de crescimento indeterminado (95Y72) e outra com tipo de crescimento semi-determinado (TMG 7262RR). Foram avaliados os caracteres fisiológicos (clorofila a, clorofila b, clorofila total, taxa de assimilação de CO₂, condutância estomática, eficiência no uso de água, taxa de transpiração e concentração intercelular de CO₂), morfológicos (massa fresca e seca acumulada em raízes, folhas, legumes, hastes e parte aérea; estatura de planta, altura de inserção do primeiro legume) e os componentes do rendimento (número de legumes por planta, número de grãos por planta, número de grãos por legume, massa de mil grãos e produtividade de grãos). Os tratamentos utilizados neste experimento não influenciam nos caracteres estatura de planta, altura de inserção do primeiro legume, número de grãos por legume, número de legumes por planta, massa de mil grãos e produtividade de grãos das cultivares testadas. Aplicações de CIN nos estádios R1 e R4, além de GA₃ aplicado no estádio R4, resultam em decréscimo do número de legumes por planta, da cultivar TMG 7262RR. A aplicação dos reguladores vegetais não resulta em uma variabilidade no coeficiente de correlação linear de Pearson, entre os caracteres relacionados a produtividade de grãos. A aplicação dos diferentes reguladores vegetais diminui a correlação entre a produtividade de grãos e o número de legumes por planta. Assim, diante da constante busca pela evolução na produtividade da cultura, constata-se a necessidade de novos trabalhos, para uma conclusão mais precisa quanto a eficiência ou não dos reguladores vegetais sobre a fisiologia da produção da soja.

Palavras-chave: *Glycine max* [L.] Merrill. Ação hormonal. Auxina. Citocinina. Giberelina. Produtividade de grãos.

ABSTRACT

BALDIN, Rafael C. Physiology and production of soybean in response to foliar applications of plant growth regulators. 61 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2016.

Soybean is one of most important crop in the world. The oil and protein present in the seeds, associated to low cost of production, make this crop a protagonist when it's come to the raw material to human and animal alimentation. In this way, the global demand for soybeans, breaking records with each new harvest and the crop already requires the highest technical levels to achieve the best productivities. In situations where production is not conditioned by nutritional, water and / or pest restrictions, the use of hormone-action agrochemicals in this crop is promising for increased production and consequently reduced agricultural costs. The objective of this study was to evaluate effect of the foliar application of plant growth regulators, in different stages of development on physiological, morphological parameters and soybean grain yield. The experimental design adopted was randomized block, with three repeats. The treatments contemplated foliar applications of plant growth regulators kinetin (citocinin), indole-3-butyric (auxin) and gibberellic acid (gibberellins) and controls (Stimulate® and water). The foliar applications were on phenological stages V4, R1 e R4, in an indeterminate type cultivar (95Y72) and other semi-determinate cultivar (TMG 7262RR). Were evaluated physiological traits (chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, CO₂ assimilation rate, stomatal conductance, water use efficiency, transpiration rate and intercellular CO₂ concentration), morphological (fresh and dry mass accumulated in roots, number of pods per plant, number of grains per plant, number of grains per pod, mass of one thousand grains and productivity). The treatments of this study not influenced on characters such height plant, first pod insertion height, number of pod per plant, number of grains per pod, and mass of one thousand grains of tested cultivars. KIN application on stages R1 and R4, GA₃ applied at the R4 stage, result in a decrease in the number of pods per plant of cultivar TMG 7262RR. The application of plant grow regulators does not result in a variability in Pearson's linear correlation coefficient among the characters related to grain yield. The application of the different plant growth regulators decreases the correlation between grain yield and number pods per plant. Thus, in view of the constant search for the evolution in crop productivity, the need for new work, for a more precise conclusion as to the efficiency or not of the plant growth regulators on the physiology of soybean production.

Keywords: *Glycine max* [L.] Merrill. Hormonal action. Auxin. Kinetin. Gibberellin. Grain yield.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Variabilidade do caractere produtividade de grãos (PROD), das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....34
- Figura 2 – Variabilidade do caractere massa de mil grãos (MMG), das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos utilizados no experimento. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....	29
Tabela 2 – Resumo da análise de variância dos caracteres: número de legumes por planta (NLP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por legume (NGL), estatura de planta (ESTP), altura de inserção do primeiro legume (AIPL), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD); das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....	33
Tabela 3 – Comparação de médias dos caracteres: número de legumes por planta, número de grãos por planta, número de grãos por legume, estatura de planta, altura de inserção do primeiro legume, massa de mil grãos e produtividade de grãos; das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....	36
Tabela 4 – Resumo da análise de variância da massa fresca e seca acumulada em raízes, hastes, folhas, legumes e parte aérea, das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....	39
Tabela 5 – Comparação de médias da massa fresca e seca acumulada em raízes, hastes, folhas, legumes e parte aérea, das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....	41
Tabela 6 – Resumo da análise de variância dos caracteres: clorofila a (CLOR_A), clorofila b (CLOR_B), clorofila total (CLOR_T), condutância estomática (CE), taxa de assimilação de CO ₂ (TA CO ₂), taxa de transpiração (TRANSP), concentração intercelular de CO ₂ (CI CO ₂), eficiência do uso da água (EUA); das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....	44
Tabela 7 – Comparação de médias dos caracteres: clorofila a, clorofila b, clorofila total, condutância estomática, taxa líquida de assimilação de CO ₂ , taxa de transpiração, concentração intercelular de CO ₂ e eficiência do uso da água; das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....	47
Tabela 8 – Coeficientes da correlação linear de Pearson para a produtividade de grãos (kg ha ⁻¹), das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....	49
Tabela 9 – Coeficientes de correlação linear de Pearson para a massa de mil grãos (g), das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....	51
Tabela 10 – Coeficientes de correlação linear de Pearson para o número de legumes por planta, das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....	52
Tabela 11 – Coeficientes de correlação linear de Pearson para o número de grãos por legume, das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.....	53

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

AIA	Ácido indol-3-acético
AIB	Ácido indol-3-butírico
AIPL	Altura de inserção do primeiro legume
AN.CONJ.	Análise conjunta
BA	Benziladenina
BIOES	Bioestimulante
CE	Condutância estomática
CIN	Cinetina
CI_CO ₂	Concentração intercelular de CO ₂
CLOR_A	Clorofila a
CLOR_B	Clorofila b
CLOR_T	Clorofila total
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	Capacidade de troca de cátions
DAE	Dias apos a emergência
DNA	Ácido desoxirribonucléico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESTP	Estatura de planta
EUA	Eficiência do uso da água
F1	Fator 1
F2	Fator 2
F3	Fator 3
GA ₃	Ácido giberélico
GAs	Giberelinas
ICF	Índice de clorofila Falker
M.O.	Matéria orgânica
MATOPIBA	Iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
MFF	Massa fresca de folhas
MFH	Massa fresca de hastes
MFL	Massa fresca de legumes
MFPA	Massa fresca de parte aérea
MFR	Massa fresca de raiz
MMG	Massa de mil grãos
MSF	Massa seca de folhas
MSH	Massa seca de haste
MSL	Massa seca de legumes
MSPA	Massa seca de parte aérea
MSR	Massa seca de raiz
NGL	Número de grãos por legume
NGP	Número de grãos por planta
NLP	Número de legumes por planta
PAR	<i>Photosynthetic Active Radiation</i>
pH	Potencial hidrogeniônico
PROD	Produtividade de grãos
TA_CO ₂	Taxa de assimilação de CO ₂
TEST	Testemunha

TRANSP
USDA
V%

Taxa de transpiração
United States Department of Agriculture
Saturação de bases

LISTA DE ABREVIATURAS

aprox.	Aproximadamente
cv.	Cultivar
cvs.	Cultivares
Dr.	Doutor
Ed.	Editor
Eds.	Editores
Org.	Organizador

LISTA DE SÍMBOLOS

Ca	Cálcio
cm	Centímetro
$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	Centimol de carga por decímetro cúbico
CaCl_2	Cloreto de cálcio
KCl	Cloreto de potássio
P	Fosforo
CO_2	Gás carbônico
g dm^{-3}	Gramas por decímetro cúbico
g L^{-1}	Gramas por litro
g kg^{-1}	Gramas por quilo
$^{\circ}\text{C}$	Graus celsius
L ha^{-1}	Litros por hectare
Mg	Magnésio
+	Mais
®	Marca registrada
m	Metros
m^2	Metros quadrados
μmol	Micro mols
mg dm^{-3}	Miligramas por decímetro cúbico
mm	milímetros
mol	Mole
mol L^{-1}	Moles por litro
N	Nitrogênio
K_2O	Óxido de potássio
%	Porcentagem
K	Potássio
g	Gramas
ha	Hectare
P_2O_5	Pentóxido de fósforo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 OBJETIVOS.....	18
2.1 GERAL.....	18
2.2 ESPECÍFICOS.....	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1 ASPECTOS GERAIS E IMPORTÂNCIA DA SOJA.....	19
3.2 PRODUÇÃO DE SOJA.....	20
3.3 HORMÔNIOS E REGULADORES VEGETAIS.....	22
3.3.1. Auxina.....	22
3.3.2. Giberelina.....	23
3.3.3. Citocinina.....	24
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	26
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	26
4.3 CARACTERES AVALIADOS.....	29
4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS DADOS.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
6 CONCLUSÕES.....	53
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* [L.] Merrill), apesar de não ser considerada como alimento básico, é uma das culturas mais importantes do mundo, principalmente para o fornecimento de proteína e óleo vegetal. O grão da soja, pode conter entre 30% e 53% de proteína, além de 13% a 28% de óleo (BEZERRA et al., 2015). Essas características, aliadas ao baixo custo relativo de produção, a tornam a principal fonte destes subprodutos utilizada no mundo.

Algumas plantas cultivadas, como é o caso da soja, já atingiram estágios tecnológicos que exigem os mais altos níveis técnicos para alcançarem as melhores produtividades. Normalmente, essas culturas não se encontram mais condicionadas por limitações nutricionais ou hídricas, estando também adequadamente protegidas por defensivos. Nessas condições e com a necessidade da utilização de tecnologias mais avançadas, o emprego de agroquímicos de ação hormonal mostra-se cada vez mais promissor (CASTRO; MACEDO, 2011). Segundo os mesmos autores, estes compostos de origem orgânica, aplicados em pequenas quantidades, promovem, inibem ou modificam processos morfológicos e fisiológicos das plantas, sendo que os principais reguladores vegetais utilizados na agricultura, pertencem aos grupos das auxinas, giberelinas, citocininas e etileno.

A ação dos reguladores vegetais nas plantas são as mais variadas e complexas. As auxinas possuem a capacidade de regular a dominância apical, desenvolver gemas florais, retardar a abscisão foliar e promover a formação de raízes adventícias (STOUT; BERNASCONI; MURPHY, 2013). As citocininas estão relacionadas aos processos de mobilização de nutrientes, dominância apical, desenvolvimento floral e retardamento da senescência foliar (FOSKET; KIEBER, 2013). Já as giberelinas estão associadas a regulação do crescimento, alongamento e divisão celular, mobilização de reservas e floração (DAVIES; SPONSEL, 2013).

Geralmente discute-se a ação dos reguladores vegetais na planta de modo individual, ou seja, como se atuassem de modo independente. Apesar disso, na prática observa-se que um regulador pode influenciar a ação de outro, fazendo com que as inter-relações do crescimento e desenvolvimento vegetal possam resultar da ação de muitos sinais (CASTRO; MACEDO, 2011).

Buscando demonstrar a funcionalidade destas substâncias dentro da sojicultura, diversas pesquisas envolvendo a aplicação de reguladores vegetais (de forma isolada ou em combinação) estão sendo desenvolvidas. Apesar desses trabalhos, em sua maioria, apontarem para ganhos na produtividade de grãos, ainda há a necessidade de elucidar melhor os resultados, consolidando os posicionamentos técnicos a respeito do assunto.

Estudos tem relatado acréscimos significativos na produtividade, com a aplicação de um bioestimulante (Stimulate®) via foliar (0,25 L ha⁻¹), na cultura da soja (cvs. BRS Valiosa RR e MG/BR 46 (Conquista)), levando ao incremento de 37% na produtividade de grãos e 25% no número de legumes por planta em relação à testemunha (BERTOLIN et al., 2010). Testando o mesmo bioestimulante, em duas safras de soja diferentes (cv. BRS 246 RR), Albrecht et al. (2012) observaram tendência de aumento em 16% na produtividade de grãos, comparando o melhor tratamento em relação a testemunha, apesar de não ser constatada diferença estatística. Ainda no mesmo experimento, os autores, analisaram a influência dos reguladores vegetais sobre os teores de óleo e proteína contidos no grão da soja, e verificaram a possibilidade de incremento do conteúdo proteico com a aplicação destas substâncias.

Na cultura do feijoeiro, a aplicação de reguladores vegetais, ressalta a importância do estágio fenológico da planta no momento da aplicação, visto que a utilização do bioestimulante (Stimulate®) na mesma dose, porém em estágios fenológicos diferentes, proporcionou variações nos resultados para produtividade de grãos (COBUCCI; WRUCK; SILVA, 2005).

Em virtude da grande importância da soja na alimentação humana e animal, e na geração de renda para o agricultor, há a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias para o aumento da produção brasileira e mundial. Desta forma, pesquisas referentes à utilização de reguladores vegetais como ferramenta para aumento da produção e consequentemente redução dos custos, tem grande importância no cenário agrícola.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar o efeito de diferentes reguladores vegetais aplicados via foliar em diferentes estádios de desenvolvimento, sobre parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos da cultura da soja.

2.2 ESPECÍFICOS

Aplicar via foliar os reguladores vegetais: ácido 4-indol-3-ilbutírico (auxina), cinetina (citocinina) e ácido giberélico GA₃ (giberelina) e os controles (Stimulate® e água), nos estádios fenológicos V4, R1, R4, em uma cultivar de soja com tipo de crescimento indeterminado (95Y72) e outra com tipo de crescimento semi-determinado (TMG 7262RR).

Avaliar a produtividade de grãos e os seguintes componentes do rendimento:

- ✓ Número de legumes por planta;
- ✓ Número de grãos por planta;
- ✓ Número de grãos por legume;
- ✓ Massa de mil grãos.

Analisar os parâmetros fisiológicos e morfológicos:

- ✓ Massa fresca e seca em: folhas, hastes, legumes, parte aérea e raiz;
- ✓ Fluorescência das clorofilas (a, b e total);
- ✓ Condutância estomática;
- ✓ Taxa de assimilação de CO₂;
- ✓ Eficiência do uso da água;
- ✓ Concentração intercelular de CO₂;
- ✓ Estatura de planta;
- ✓ Altura de inserção do primeiro legume.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ASPECTOS GERAIS E IMPORTÂNCIA DA SOJA

A soja cultivada (*Glycine max* [L.] Merrill), tem como centro de origem a região nordeste da China. Considerada uma das culturas mais antigas, a soja, com o passar dos anos, foi introduzida nas mais diversas regiões do planeta, porém, foi no Brasil, mais precisamente no estado do Rio Grande do Sul, que esta cultura tão importante para a humanidade encontrou as condições climáticas mais apropriadas para seu desenvolvimento (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

A produção comercial de soja no Brasil, teve início no estado do Rio Grande do Sul, expandindo-se rapidamente (a partir de 1950) para o sudeste, norte e nordeste (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009). As pesquisas de melhoramento genético foram fundamentais para a expansão territorial desta cultura, sendo que a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a introdução do gene de período juvenil longo, propiciaram a chegada da soja ao Cerrado e ao Centro-oeste brasileiro (BEZERRA et al., 2015).

Com a entrada e consolidação da cultura no cerrado, o Brasil tornou-se o segundo maior produtor mundial do grão, atrás apenas dos Estados Unidos. Durante os 40 anos que a soja vem sendo cultivada nessas condições, a produção aumentou quase sete vezes, enquanto a área semeada aumentou apenas quatro vezes (BEZERRA et al., 2015). Na última safra (2015/2016), apesar dos problemas climáticos, a produção brasileira foi de 95,42 milhões de toneladas, colhidas em uma área de 33,25 milhões de hectares, mostrando a grande importância desta cultura, para a base produtora de grãos do país (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2016).

Apesar de não ser considerada como um alimento básico, a soja é uma das culturas mais importantes do mundo. A proteína e o óleo contidos nos grãos, a tornam uma importante matéria prima, possibilitando direta ou indiretamente seu emprego na alimentação humana e animal (BEZERRA et al., 2015).

A partir da década de 1970, houve um desenvolvimento na produção de aves e suínos brasileira. Este fato, vem sendo atribuído a expansão da cultura da soja

e a utilização do seu farelo, na alimentação dos animais. Apesar disso, segundo Bezerra et al. (2015) os incrementos na produção de carne, devem também ser atribuídos a ganhos com melhoramento genético do plantel e organização da cadeia produtiva.

Entre as fontes de óleos vegetais disponíveis no mundo, o óleo de soja representa cerca de 56% de toda a oferta, com aproximadamente 281 milhões de toneladas. No Brasil, esse número é ainda mais significativo, chegando a 90% da produção total de óleos vegetais (BEZERRA et al., 2015). A produção de óleo de soja, tem suas vantagens em relação a outras culturas, pois segundo Mourad (2006) em um hectare de soja é possível obter entre 486 e 1080 kg ha⁻¹ de óleo, enquanto que com a canola e o algodão se obtém 504 kg ha⁻¹ e 69 kg ha⁻¹, respectivamente.

Atualmente, com a crescente produção de biodiesel, a soja mostra ainda mais importância no cenário produtivo, já que é considerada a principal matéria-prima para a produção. O aumento de 2% para 5% de biodiesel no diesel de petróleo brasileiro, alavanca ainda mais a demanda pela cultura e reflete também na necessidade de maior oferta do grão.

3.2 PRODUÇÃO DE SOJA

De acordo com o *United States Department of Agriculture (USDA)*, a produção mundial de soja no ano safra 2016/2017 será de 330,2 milhões de toneladas, tendo como protagonistas principais Estados Unidos e Brasil. Devido as boas condições climáticas, estima-se que na safra 2016/2017, os Estados Unidos colham cerca de 33,59 milhões de hectares, com produtividade média de 3288 kg ha⁻¹ e produção total de 110,5 milhões de toneladas. Para o Brasil, o aumento da produção e área cultivada, refletirão em aproximadamente 103 milhões de toneladas de soja produzidas, mantendo o país como segundo maior produtor mundial do grão (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2016).

As áreas produtivas com soja no nosso país, abrangem 16 estados. O Mato Grosso, seguido pelo Paraná e o Rio Grande do Sul são os maiores produtores deste grão. Juntos estes estados, correspondem a uma área plantada com soja de

19,3 milhões de hectares e uma produção em torno de 60 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2016).

Segundo Bezerra et al. (2015) a produtividade brasileira, por unidade de área, supera os números americanos em alguns estados. No encerramento da colheita da soja na safra 2015/2016, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) registrou, apesar dos problemas climáticos, uma produtividade média no país de 2870 kg ha⁻¹. No Paraná a produtividade média alcançada foi maior, chegando a 3090 kg ha⁻¹ (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2016).

O avanço constante das pesquisas, dão ao Brasil cada vez mais competitividade nessa importante cadeia produtiva. Da safra 2011/2012 para a 2012/2013 houve um crescimento de 18% na produção de soja, enquanto a área plantada subiu apenas 10% (BEZERRA et al., 2015). Assim, observa-se que apesar dos constantes avanços na produção em novas fronteiras agrícolas, como o MATOPIBA por exemplo, a pesquisa e a inovação tecnológica ainda são as maiores aliadas do produtor.

A demanda global pelo grão de soja será mais uma vez recorde na próxima safra. Só o Brasil deve aumentar cerca de 5,5% do total exportado no ciclo passado, chegando a cerca de 59,7 milhões de toneladas. Além disso, também é previsto uma grande exportação da safra americana, com acréscimo de 3,7% e aproximadamente 53,1 milhões de toneladas de soja exportadas. A China, maior importador de soja do mundo foi responsável por 63% das importações mundiais de 2015. Apesar disso, estima-se que na próxima safra a demanda de soja pela China aumente 4,81% e alavanque as exportações (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2016).

Esse cenário reflete diretamente nos estoques mundiais do grão, afetando também os preços pagos pelo produto. Diante de tamanha importância que esta cultura possui para a cadeia produtiva mundial, verifica-se que o aumento na produtividade torna-se cada vez mais importante.

3.3 HORMÔNIOS E REGULADORES VEGETAIS

Em vegetais superiores, a formação, o crescimento e o desenvolvimento dos órgãos vegetais dependem de mensageiros químicos, que são substâncias naturais produzidas pelas plantas.

Os hormônios vegetais são mensageiros químicos, produzidos em uma célula, que modulam os processos celulares em outra célula, interagindo com proteínas específicas que funcionam como receptores em rotas de transdução de sinal. A maioria dos hormônios é sintetizada naturalmente em um tecido da planta e age em baixas concentrações, sobre sítios-alvo específicos em outro tecido (STOUT; BERNASCONI; MURPHY, 2013).

De acordo com Stout, Bernasconi e Murphy (2013) o desenvolvimento vegetal é regulado por seis tipos principais de hormônios: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico e brassinosteróides.

Quando substâncias naturais ou sintéticas, aplicadas exogenamente, geram ações similares aos hormônios vegetais, estas recebem o nome de reguladores vegetais. Esses compostos, aplicados nas plantas, promovem alterações em processos vitais e estruturais, podendo influenciar na germinação, enraizamento, floração, frutificação e senescência da planta (CASTRO; VIEIRA, 2001). Apesar disso, a principal finalidade da aplicação de reguladores vegetais em plantas cultivadas, ainda é a tentativa de incrementar a produção.

Para Castro e Vieira (2003), quando houver a mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou de reguladores vegetais com outras substâncias, este denomina-se bioestimulante. Na agricultura, os principais reguladores vegetais utilizados pertencem aos grupos das auxinas, giberelinas, citocininas e etileno (CASTRO; MACEDO, 2011).

3.3.1. Auxina

As auxinas foram o primeiro hormônio de crescimento vegetal estudado em plantas. Trabalhos iniciados por Charles Darwin no final do século XIX culminaram, após uma revisão, numa demonstração de um promotor químico de

crescimento no ápice de coleóptilos de aveia (*Avena sativa*) realizada por Frits Went em 1926, onde surgiu o termo auxina. A primeira auxina natural descoberta foi o ácido indol-3-acético (AIA), com ocorrência em todos os vegetais. Mais tarde, outras auxinas foram descobertas em plantas superiores, como o ácido 4-cloroindol-3-acético (4-Cl-AIA) que ocorre em ervilha, por exemplo, e o ácido indol-3-butírico (AIB) existente em milho e plantas leguminosas (STOUT; BERNASCONI; MURPHY, 2013).

Este hormônio é sintetizado no ápice caulinar das plantas e transportado, de forma basípeta, aos demais tecidos. Além de sua influência no tropismo vegetal, a auxina participa de praticamente todo o ciclo de vida de um vegetal, desde a germinação até a senescência. De acordo com Stout, Bernasconi e Murphy (2013), seus principais papéis para a planta são a regulação da dominância apical, desenvolvimento de gemas florais e filotaxia, formação de raízes laterais e adventícias, diferenciação vascular, desenvolvimento do fruto e retardamento da abscisão foliar.

Na agricultura e horticultura, as utilizações comerciais de auxina incluem a prevenção da abscisão de frutos e folhas, a promoção do florescimento em abacaxi, a indução do desenvolvimento de frutos partenocárpicos e o enraizamento de estacas para propagação vegetativa (STOUT; BERNASCONI; MURPHY, 2013).

Na cultura da soja (cv. BRS 184), Campos et al. (2008), avaliando a aplicação de reguladores vegetais, verificou aumento da matéria seca total e índice de área foliar das plantas tratadas com AIB. Da mesma forma, Castro (1981 apud Campos et al., 2008) em tratamentos com AIA e GA₃ obteve aumento na área foliar de plantas de soja, porém, a produtividade de grãos não foi incrementada pelos reguladores utilizados.

3.3.2. Giberelina

As giberelinas foram o segundo grupo de hormônios a serem caracterizados. Sua descoberta ocorreu durante a década de 1930, através da identificação de um composto, produzido pelo fungo patogênico *Gibberella fujikuroi*, que promovia o crescimento exagerado em plantas de arroz (*Oryza sativa*). A partir disso, os cientistas japoneses isolaram três amostras puras, denominando-as de

giberelina A₁ (GA₁), giberelina A₂ (GA₂) e giberelina A₃ (GA₃). Estes autores concluíram que apesar de muitas GAs estarem presentes em culturas de *Gibberella*, o GA₃ predominava e era o composto que mais se aproximava do produzido pelas plantas. Assim o GA₃, recebeu o nome específico de ácido giberélico (DAVIES; SPONSEL, 2013).

Em plantas, a principal função das giberelinas é a germinação das sementes. De acordo com Davies e Sponsel (2013) as GAs também influenciam o crescimento da parte aérea, a iniciação floral, o desenvolvimento da antera, o crescimento do tubo polínico, o desenvolvimento floral, o estabelecimento do fruto e o crescimento e desenvolvimento da semente. Diante disso, diversas funções das giberelinas têm sido exploradas na agricultura, pois segundo Davies e Sponsel (2013) a manipulação de sua concentração em plantas cultivadas afeta diretamente a parte aérea, refletindo no estabelecimento e crescimento de frutos.

A aplicação de reguladores vegetais na cultura da soja (cv. BRS 184), principalmente o ácido giberélico GA₃, aumentou o número de flores por planta, porém isso não resultou em maior número e massa seca de legumes, não refletindo conseqüentemente em maior produtividade de grãos (CAMPOS, 2005).

Leite, Rosolem e Rodrigues (2003) aplicando 0,1 g L⁻¹ de GA₃ via foliar, em plantas de soja (cv. IAC 17) entre os estádios V3-V4, verificaram incremento na altura de plantas, altura do primeiro nó, diâmetro da haste, índice de área foliar e produção de matéria seca. No mesmo sentido, Cruciol et al. (2014) analisando aplicações foliares de ácido giberélico GA₃ (0,05 g L⁻¹) aos 15 DAE da soja, constataram aumento na altura de plantas, largura de folíolos e índice de clorofila a, da cultivar M6952IPRO.

3.3.3. Citocinina

Na tentativa de encontrar um composto capaz de iniciar e manter a proliferação de tecidos caulinares em cultura, nas décadas de 1940 e 1950, o Dr. Folke Skoog e seus colaboradores, chegaram a uma molécula derivada da adenina (6-aminopurina). Esta molécula, que não é um regulador de crescimento de ocorrência natural nos vegetais e sim um subproduto da degradação induzida pelo aquecimento

do DNA, recebeu o nome de cinetina (6-furfurilaminopurina) e estimula a proliferação do tecido parenquimático em cultura, quando na presença de auxina (FOSKET; KIEBER, 2013).

Segundo Fosket e Kieber (2013) a descoberta da cinetina foi importante para demonstrar que a divisão celular pode ser induzida por uma substância química e sugeriu ainda, a ocorrência natural de moléculas relacionadas à divisão celular nos vegetais, como a zeatina (6-(4-hidroxi-3-metilbut-2-enilamino)) e a purina, que foi a primeira citocinina natural encontrada.

Entre os processos fisiológicos das plantas influenciados pela ação da citocinina, estão o controle da divisão celular (principal), o retardamento da senescência foliar, a mobilização de nutrientes, a dominância apical, o desenvolvimento vascular, a quebra de dormência em gemas, a formação e atividade dos meristemas apicais (FOSKET; KIEBER, 2013). Algumas dessas influências das citocininas, sobre os processos fisiológicos das plantas podem ser exploradas na agricultura. Um exemplo é o retardamento da senescência foliar, que agiria estendendo o período de produção fotossintética. De acordo com Fosket e Kieber (2013), as citocininas também estão envolvidas na fixação biológica de nitrogênio (FBN) em leguminosas, pois bactérias fixadoras de nitrogênio como *Rhizobium leguminosarum* e *Bradyrhizobium japonicum*, produzem compostos com atividade semelhante as citocininas.

Borges (2014), em tratamentos foliares com um composto sintético similar a citocinina, chamado benziladenina (BA), verificou redução no abortamento de legumes, aumento significativo no diâmetro da haste, número de sementes por planta e MMS, gerando uma maior produtividade da cultura da soja (cv. 98Y12).

Fioreze et al. (2013) analisando a fisiologia e a produção da soja (cv. BRS 245 RR) tratada com cinetina e cálcio (aplicados via foliar no estágio R2 da cultura) sob déficit hídrico e sombreamento, verificaram uma redução no extravasamento de eletrólitos celulares e manutenção do conteúdo relativo de água em folhas de 11,3%. Apesar disso, a produção final de grãos não foi afetada.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

A implantação e condução do experimento, ocorreu durante o ano agrícola 2015-2016, em uma propriedade rural, localizada no município de Bom Sucesso do Sul – PR, a uma altitude de 604 m, latitude de 26°12'S e longitude 52°73'W. O clima da região segundo classificação de Koppen é Cfa ou subtropical úmido (CAVIGLIONE et al., 2000); com verões quentes, frequente ocorrência de geadas e precipitação anual variando de 1800 a 2000 mm, bem distribuídos durante todo o ano.

O solo do local, segundo Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006) é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico com textura argilosa. De acordo com a análise, seguindo a metodologia descrita em Pavan et al. (1992), as frações físicas deste solo apresentam 788 g kg⁻¹ de argila, 16 g kg⁻¹ de areia e 196 g kg⁻¹ de silte. Além disso, as características de fertilidade, observadas na instalação do experimento (outubro/2015), na camada de 0-20 cm de profundidade de solo são as seguintes: pH (CaCl₂): 4,5; M.O. (combustão úmida): 45,57 g dm⁻³; P (Mehlich⁻¹): 9,55 mg dm⁻³; K (Mehlich⁻¹): 0,23 cmol_c dm⁻³; Ca (KCl 1 mol L⁻¹): 3,60 cmol_c dm⁻³; Mg (KCl 1 mol L⁻¹): 2,50 cmol_c dm⁻³; CTC: 11,68 cmol_c dm⁻³ e V%: 54,20%.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema trifatorial, com três repetições (Tabela 1). A instalação do experimento ocorreu em parcelas de 7,2 m², compreendendo 5 linhas de soja com 3 m de comprimento, espaçadas a 48 cm. Para as avaliações, foram utilizadas apenas as três linhas centrais de soja, contemplando uma área útil de 3,6 m² por parcela. No intuito de reduzir os erros experimentais, foram descartadas as áreas de bordadura de cada parcela.

Os tratamentos basearam-se em aplicações via foliar dos reguladores vegetais a base de cinetina (citocinina), ácido 4-indol-3-ilbutírico (auxina) e ácido

giberélico GA₃ (giberelina) e os controles (Stimulate® e água), nos estádios fenológicos V4 (quarto nó), R1 (início do florescimento), R4 (plena formação dos legumes) da cultura. Para isso, utilizou-se duas cultivares de soja, uma com tipo de crescimento semi-determinado (TMG 7262RR) e outra com tipo de crescimento indeterminado (95Y72), conforme apresentado na Tabela 1.

A primeira cultivar possui como características, ciclo de 124 a 128 dias e resistência a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizie* Sydow), já a segunda possui ciclo de 115 a 125 dias e resistência ao Nematóide de Cisto da soja. A densidade de semeadura atendeu as recomendações técnicas, para a região e época de implantação, em ambas as cultivares. A semeadura foi realizada na época recomendada para as cultivares, em sucessão a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), com adubação de base, contemplando 6 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 45 kg ha⁻¹ de K₂O (300 kg ha⁻¹ da fórmula 02-20-15).

Para a aplicação dos tratamentos via foliar, utilizou-se um pulverizador costal com pressão e vazão constante (200 L ha⁻¹ de volume de calda), controlado através de gás carbônico. As condições climáticas ótimas para maior eficiência dos reguladores aplicados, foram respeitadas em todas as pulverizações. Além disso, visando uma maior eficiência na absorção e translocação dos reguladores aplicados, adicionou-se 5% (50 g L⁻¹) de nitrogênio (N) a concentração do regulador (Tabela 1), sob a forma de uréia. Segundo Malavolta (2006) alguns defensivos podem ter sua absorção aumentada quando a uréia é aplicada conjuntamente.

Os demais tratos culturais visando o controle de ervas daninhas e pragas, foram executados de acordo com as recomendações técnicas fornecidas para a cultura por Costamilan et al., (2012).

Tabela 1 – Tratamentos utilizados no experimento. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

FATOR A	FATOR B	FATOR C
CULTIVAR	ESTÁDIO FENOLOGICO	REGULADOR
TMG 7262RR	V4	1 TESTEMUNHA
		2 *ÁGUA + 5% N
		3 *ÁCIDO 4-INDOL-3-ILBUTÍRICO (0,05 g L ⁻¹) + 5% N
		4 *CINETINA (0,09 g L ⁻¹) + 5% N
		5 *ÁCIDO GIBERÉLICO GA ₃ (0,05 g L ⁻¹) + 5% N
		6 **BIOESTIMULANTE + 5% N
TMG 7262RR	R1	1 TESTEMUNHA
		2 ÁGUA + 5% N
		3 ÁCIDO 4-INDOL-3-ILBUTÍRICO (0,05 g L ⁻¹) + 5% N
		4 CINETINA (0,09 g L ⁻¹) + 5% N
		5 ÁCIDO GIBERÉLICO GA ₃ (0,05 g L ⁻¹) + 5% N
		6 BIOESTIMULANTE + 5% N
TMG 7262RR	R4	1 TESTEMUNHA
		2 ÁGUA + 5% N
		3 ÁCIDO 4-INDOL-3-ILBUTÍRICO (0,05 g L ⁻¹) + 5% N
		4 CINETINA (0,09 g L ⁻¹) + 5% N
		5 ÁCIDO GIBERÉLICO GA ₃ (0,05 g L ⁻¹) + 5% N
		6 BIOESTIMULANTE + 5% N
95Y72	V4	1 TESTEMUNHA
		2 ÁGUA + 5% N
		3 ÁCIDO 4-INDOL-3-ILBUTÍRICO (0,05 g L ⁻¹) + 5% N
		4 CINETINA (0,09 g L ⁻¹) + 5% N
		5 ÁCIDO GIBERÉLICO GA ₃ (0,05 g L ⁻¹) + 5% N
		6 BIOESTIMULANTE + 5% N
95Y72	R1	1 TESTEMUNHA
		2 ÁGUA + 5% N
		3 ÁCIDO 4-INDOL-3-ILBUTÍRICO (0,05 g L ⁻¹) + 5% N
		4 CINETINA (0,09 g L ⁻¹) + 5% N
		5 ÁCIDO GIBERÉLICO GA ₃ (0,05 g L ⁻¹) + 5% N
		6 BIOESTIMULANTE + 5% N
95Y72	R4	1 TESTEMUNHA
		2 ÁGUA + 5% N
		3 ÁCIDO 4-INDOL-3-ILBUTÍRICO (0,05 g L ⁻¹) + 5% N
		4 CINETINA (0,09 g L ⁻¹) + 5% N
		5 ÁCIDO GIBERÉLICO GA ₃ (0,05 g L ⁻¹) + 5% N
		6 BIOESTIMULANTE + 5% N

*Dosagem de regulador (2,3,4,5) aplicada: 0,25 L ha⁻¹.

**STIMULATE®: produto comercial composto por ácido 4-indol-3-ilbutírico 0,05 g L⁻¹ + cinetina 0,09 g L⁻¹ + ácido giberélico GA₃ 0,05 g L⁻¹ + Ingredientes inertes 999,80 g L⁻¹. Dosagem aplicada: 0,25 L ha⁻¹.

4.3 CARACTERES AVALIADOS

Uma semana após as aplicações dos reguladores, analisou-se os teores de clorofila (a, b e total). Para isso, foram utilizadas folhas completamente desenvolvidas e sadias de cinco plantas por parcela. As medições, ocorreram através do medidor eletrônico de índice de clorofila, modelo ClorofiLOG® CFL1030 (Falker Automação Agrícola). Este modelo realiza as medições de forma ótica, avaliando três faixas de frequência de luz e considera a presença de clorofila dos tipos a e b. Assim, através das relações de absorção nas diferentes frequências é determinado o Índice de Clorofila Falker (ICF) (FALKER, 2009).

As trocas gasosas: taxa de assimilação de CO₂ ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), eficiência no uso de água ([A/E]), taxa de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e concentração intercelular de CO₂ ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$); realizadas pelas plantas de soja, também foram analisadas. Para isso, as avaliações foram realizadas no intervalo entre as 10 e as 13 horas, uma semana após as aplicações dos reguladores, em folhas completamente desenvolvidas e sadias de três plantas por parcela. Para avaliação das trocas gasosas, foi utilizado o sistema aberto de medição de trocas gasosas equipado com um analisador infravermelho de gases (IRGA – *Infra-red Gas Analyzer*) modelo LI-6400XT (LI-COR, Lincoln, Nebraska – USA) com fonte artificial de luz vermelha e azul e sistema de injeção de CO₂. As condições microclimáticas, na câmara de análise das amostras, foram mantidas constantes durante as leituras nos diferentes tratamentos, sendo: $1100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ PAR (*Photosynthetic Active Radiation*), e concentração de CO₂ constante em $380 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$.

No estádio R6, foi realizada a coleta aleatória de cinco plantas por parcela, em uma das três linhas úteis da parcela, para avaliação da massa fresca e seca acumulada em raízes (MFR e MSR), folhas (MFF e MSF), legumes (MFL e MSL), hastes (MFH e MSH) e parte aérea (MFPA e MSPA). Para determinação da massa seca, a massa fresca obtida passou por secagem em estufa com circulação de ar forçado a 65 °C até atingir massa constante.

Ao atingir a maturidade fisiológica, coletou-se cinco plantas de soja aleatoriamente dentro da área útil de cada parcela, para avaliar estatura de planta

(ESTP), altura de inserção do primeiro legume (AIPL), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por legume (NGL).

Além disso, para determinação da massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos da soja (PROD), foram colhidas as duas linhas centrais de cada parcela em 2,5 m de comprimento, totalizando uma área de 2,4 m². Posteriormente a colheita, as parcelas foram trilhadas juntamente com as cinco plantas utilizadas para avaliação dos demais componentes de rendimento. Após a trilha, pesou-se os grãos obtidos, para determinação da MMG e PROD em cada parcela, com a correção de umidade em 13%, conforme metodologia citada por Weber (1995).

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS DADOS

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$) em esquema trifatorial. Os níveis do Fator A as duas cultivares, os níveis do Fator B os três estádios fenológicos de aplicação e os níveis do Fator C os diferentes reguladores vegetais, obedeceram as premissas da normalidade e homogeneidade das variâncias. Para os caracteres testados que apresentaram significância estatística, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de significância, através do programa GENES (CRUZ, 2006). A seguir, foram calculados os coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre os principais componentes de rendimento e seus pares de variáveis mais significativos, visando identificar as influências na produtividade de grãos em resposta a aplicação de diferentes reguladores vegetais. A significância dos coeficientes foi verificada por meio do teste t , a 1% e 5% de probabilidade de erro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância apresentada na Tabela 2, foi constatado que o fator cultivar apresentou efeito significativo para os caracteres NLP, NGP, NGL, ESTP, AIPL, MMG e PROD, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F ($p < 0,05$). Efeito semelhante também foi observado no fator regulador, onde apenas os caracteres NGL e ESTP não apresentaram significância. De acordo com a Tabela 2, foi observado que não houve efeito significativo sobre os caracteres analisados, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F ($p \geq 0,05$), para o fator estágio fenológico e para a interação cultivar x estágio fenológico x regulador. Da mesma forma, que os fatores anteriores, a interação cultivar x estágio fenológico, também não apresentou efeito significativo sobre os caracteres analisados, exceto para o caractere NGL. Para a interação cultivar x regulador observa-se efeito significativo ($p < 0,05$) apenas para os caracteres NLP e NGP. Já para a interação estágio fenológico x regulador, observa-se efeito significativo apenas para ESTP e AIPL.

De acordo com a análise de comparação de médias (Tabela 3), observa-se que os caracteres NGL, ESTP e AIPL, não apresentaram diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, para os fatores regulador e estágio de aplicação, sendo esta constatada apenas para o fator cultivar. Estudando o aumento da produtividade em soja com a aplicação do mesmo bioestimulante (Stimulate®) utilizado neste experimento, Bertolin et al. (2010) também não verificaram diferenças significativas para os caracteres ESTP e AIPL, entre a testemunha e os tratamentos que receberam aplicação do bioestimulante, nas cultivares BRS Valiosa RR e MG/BR 46 (Conquista).

Efeito semelhante ao observado neste trabalho, foi encontrado por Cruciol et al. (2014), que ao analisarem aplicações foliares de ácido giberélico GA₃ (0,05 g L⁻¹) aos 15 DAE da soja, não observaram incremento na ESTP e AIPL. Avaliando o efeito de diferentes doses de Stimulate® aplicado via semente nas características agrônômicas da soja (cv. M-SOY 8757), Batista Filho et al. (2013) também não verificaram diferença estatística entre os tratamentos, para os caracteres ESTP, AIPL e NGL.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância dos caracteres: número de legumes por planta (NLP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por legume (NGL), estatura de planta (ESTP), altura de inserção do primeiro legume (AIPL), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD); das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>QUADRADO MÉDIO</i>						
		<i>NLP</i>	<i>NGP</i>	<i>NGL</i>	<i>ESTP</i>	<i>AIPL</i>	<i>MMG</i>	<i>PROD</i>
Cultivar (F1)	1	16539.188*	147157.218*	1.41682*	23620.813*	4178.845*	25749.597*	39712541.739*
E. Fenológico (F2)	2	60.7762 ^{ns}	374.0582 ^{ns}	0.00039 ^{ns}	15.5437 ^{ns}	1.0133 ^{ns}	21.7721 ^{ns}	110994.4301 ^{ns}
Regulador (F3)	5	154.0783*	918.6590*	0.01081 ^{ns}	13.6602 ^{ns}	14.4522*	64.1845*	556108.1497*
Int. F1 x F2	2	3.8758 ^{ns}	16.5293 ^{ns}	0.00012*	10.0844 ^{ns}	0.7882 ^{ns}	48.1349 ^{ns}	232968.6977 ^{ns}
Int. F1 x F3	5	238.0719*	1690.0955*	0.00811 ^{ns}	6.3822 ^{ns}	2.1524 ^{ns}	34.9299 ^{ns}	66082.5601 ^{ns}
Int. F2 x F3	10	32.7607 ^{ns}	183.1995 ^{ns}	0.00548 ^{ns}	15.8579*	0.9662*	24.9647 ^{ns}	92349.0682 ^{ns}
Int. F1 x F2 x F3	10	28.8309 ^{ns}	143.5586 ^{ns}	0.00312 ^{ns}	12.5667 ^{ns}	1.6877 ^{ns}	38.2521 ^{ns}	156501.2665 ^{ns}
Resíduo	70	52.6065	318.0365	0.00634	7.9382	3.9454	19.9104	127344.4569
Média Geral		56.0732	140.0685	2.47620	82.1926	15.3944	182.7156	4498.6775
CV (%)		12.93	12.73	3.22	3.43	12.90	2.44	7.93

(*) significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F ($p < 0.05$); (^{ns}) não significativo ($p \geq 0.05$).

Dentre os componentes de rendimento, o NGL é o que apresenta menor fonte de variação, estando diretamente relacionado as características genéticas do cultivar e conseqüentemente ao melhoramento genético (THOMAS; COSTA, 2010). Desta forma, o resultado obtido neste experimento, vai de encontro com a afirmação anterior, visto que não foram verificadas diferenças quanto ao incremento no NGL com a aplicação dos reguladores vegetais (Tabela 3).

Com relação ao NGP, foi verificado decréscimo em relação a testemunha, apenas para água e o regulador CIN aplicados nos estádios R1 e R4, além do GA₃ aplicado no estádio R4, da cultivar TMG 7262RR. Para os demais fatores (regulador e estádio de aplicação) não se observou nenhuma diferença estatística, sendo esta constatada apenas para o fator cultivar (Tabela 3). Esses resultados, diferem dos encontrados por Klahold et al. (2006) quando verificaram incremento em relação a testemunha, no NGP e NLP, na cultura da soja (cv. M-SOY 7204), em função da aplicação de diferentes doses (combinadas) de Stimulate® via semente e via foliar.

Quando se busca aumentar a produtividade da cultura da soja, o caractere número de legumes por planta ou área pode ser considerado o componente de rendimento mais importante, pois ao contrário de outros componentes de rendimento, como número de grãos por legume e massa de mil grãos, está mais ligado ao fenótipo que ao genótipo. Em condições normais de lavoura, a taxa de abortamento de legumes varia de 40 a 80%, sendo que estresses, como deficiência hídrica, desfolhamento e incidência de moléstias, tendem a aumentar a taxa de abortamento de legumes, principalmente quando ocorrer dentro de cinco dias após a antese (THOMAS; COSTA, 2010).

Para este experimento, foi verificada diferença significativa em relação a testemunha, com decréscimo no NLP, em aplicações de CIN nos estádios R1 e R4, além do GA₃ aplicado no estádio R4, da cultivar TMG 7262RR. Ademais, também observou-se diferença no NLP, MMG e PROD apenas entre os cultivares utilizados (Tabela 3), podendo-se destacar o cultivar TMG 7262RR. A variabilidade destes caracteres em resposta aos tratamentos utilizados, pode ser observada através das Figuras 1 e 2.

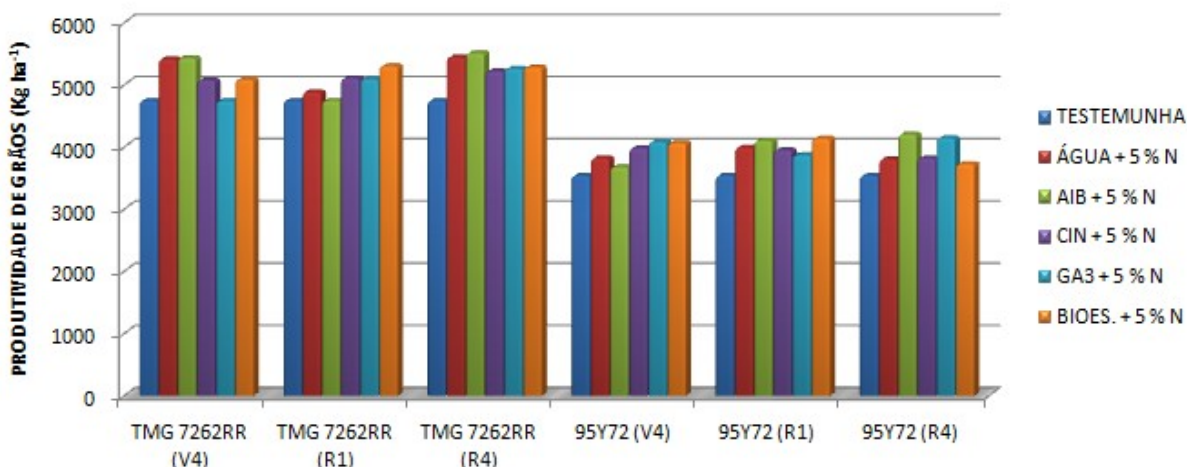


Figura 1 – Variabilidade do caractere produtividade de grãos (PROD), das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

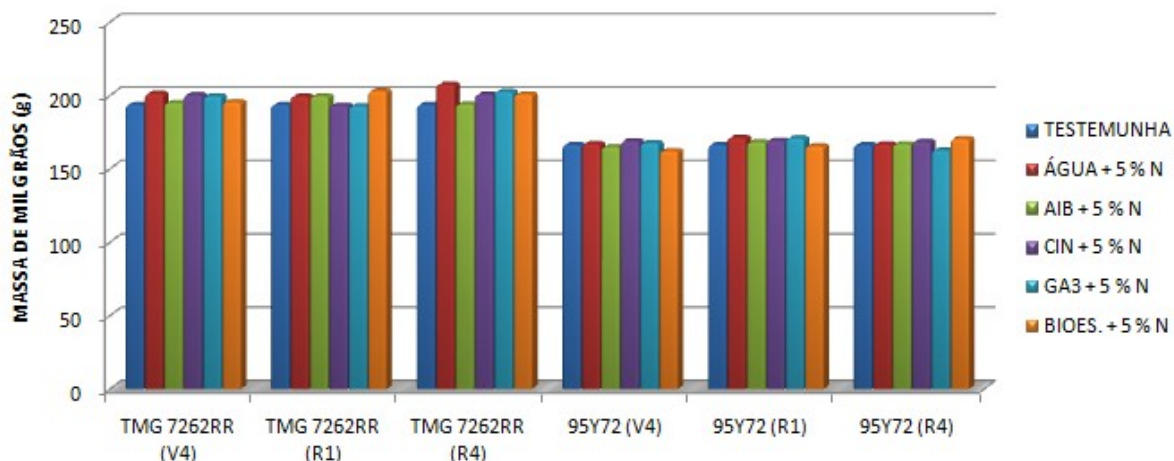


Figura 2 – Variabilidade do caractere massa de mil grãos (MMG), das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

Estes dados diferem de Bertolin et al. (2008), que estudando o aumento da produtividade da soja em resposta a aplicação do mesmo bioestimulante via foliar ou no tratamento de sementes, observaram incremento no NLP e PROD da cultivar BRS Valiosa RR. Avaliando o efeito de diferentes doses de Stimulate® aplicado via semente nas características agrônômicas da soja, Batista Filho et al. (2013) também verificaram diferença estatística entre os tratamentos, para o NLP e PROD. Por outro lado, Albrecht et al. (2012) avaliando o efeito da aplicação via foliar de diferentes doses do bioestimulante (Stimulate®) em diferentes estádios fenológicos da cultura da soja (cv. BRS 246 RR), não verificaram diferença estatística entre os tratamentos na PROD.

Tabela 3 – Comparação de médias dos caracteres: número de legumes por planta, número de grãos por planta, número de grãos por legume, estatura de planta, altura de inserção do primeiro legume, massa de mil grãos e produtividade de grãos; das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

REGULADOR	TMG 7262RR			95Y72		
	V4	R1	R4	V4	R1	R4
PRODUTIVIDADE DE GRÃOS (kg ha⁻¹) (PROD)						
TESTEMUNHA	4749.58 aA	4749.58 aA	4749.58 aA	3544.54 aB	3544.54 aB	3544.54 aB
ÁGUA + 5% N	5416.03 aA	4888.37 aA	5447.01 aA	3823.65 aB	3994.64 aB	3806.13 aB
AIB + 5% N	5435.06 aA	4749.64 aAB	5512.76 aA	3682.99 aC	4105.61 aBC	4208.48 aBC
CIN + 5% N	5076.39 aA	5110.37 aA	5222.72 aA	3985.40 aB	3952.61 aB	3823.70 aB
GA ₃ + 5% N	4746.50 aAB	5095.25 aA	5264.81 aA	4084.95 aBC	3871.68 aC	4149.79 aBC
BIOES. + 5% N	5088.44 aA	5304.16 aA	5284.96 aA	4068.57 aB	4138.75 aB	3730.60 aB
MASSADE MIL GRÃOS (g) (MMG)						
TESTEMUNHA	193,64 aA	193,64 aA	193,64 bA	166,40 aB	166,4 aB	166,40 aB
ÁGUA + 5% N	201,31 aA	199,44 aA	207,55 aA	167,06 aB	171,30 aB	166,84 aB
AIB + 5% N	195,05 aA	199,58 aA	194,00 bA	164,95 aB	168,26 aB	166,88 aB
CIN + 5% N	200,39 aA	193,27 aA	200,72 abA	168,96 aB	169,28 aB	168,64 aB
GA ₃ + 5% N	199,56 aA	192,78 aA	202,59 abA	167,67 aB	170,94 aB	162,69 aB
BIOES. + 5% N	195,60 aA	203,12 aA	200,93 abA	162,25 aB	165,47 aB	170,54 aB
ALTURA DE INSERÇÃO DO PRIMEIRO LEGUME (cm) (AIPL)						
TESTEMUNHA	23,13 aA	23,13 aA	23,13 aA	9,87 aB	9,87 aB	9,87 aB
ÁGUA + 5% N	19,73 aA	20,33 aA	19,40 aA	7,67 aB	8,07 aB	9,00 aB
AIB + 5% N	21,73 aA	21,53 aA	21,73 aA	9,60 aB	9,67 aB	8,60 aB
CIN + 5% N	22,53 aA	21,67 aA	24,07 aA	10,20 aB	9,60 aB	8,87 aB
GA ₃ + 5% N	20,53 aA	21,07 aA	20,53 aA	8,67 aB	8,53 aB	9,47 aB
BIOES. + 5% N	20,33 aA	21,60 aA	22,87 aA	8,87 aB	9,40 aB	9,33 aB
ESTATURA DE PLANTA (cm) (ESTP)						
TESTEMUNHA	97,73 aA	97,73 aA	97,73 aA	70,00 aB	70,00 aB	70,00 aB
ÁGUA + 5% N	95,40 aA	99,13 aA	95,53 aA	64,93 aB	66,20 aB	69,60 aB
AIB + 5% N	97,00 aA	98,33 aA	96,93 aA	66,33 aB	68,60 aB	63,80 aB
CIN + 5% N	97,13 aA	95,20 aA	98,47 aA	68,67 aB	68,67 aB	65,93 aB
GA ₃ + 5% N	93,20 aA	98,13 aA	98,60 aA	64,47 aB	65,47 aB	68,67 aB
BIOES. + 5% N	93,67 aA	95,47 aA	100,27 aA	69,60 aB	64,00 aB	68,33 aB

Continua...

Tabela 3 – Cont.

NÚMERO DE GRÃOS POR LEGUME (NGL)												
TESTEMUNHA	2,59	aA	2,59	aA	2,59	aA	2,37	aB	2,37	aB	2,37	aB
ÁGUA + 5% N	2,62	aA	2,58	aA	2,51	aAB	2,44	aAB	2,37	aB	2,44	aAB
AIB + 5% N	2,57	aAB	2,61	aA	2,55	aAB	2,31	aC	2,38	aBC	2,32	aC
CIN + 5% N	2,62	aA	2,61	aAB	2,64	aA	2,39	aC	2,42	aBC	2,38	aC
GA₃ + 5% N	2,55	aAB	2,61	aA	2,65	aA	2,29	aC	2,36	aC	2,37	aBC
BIOES. + 5% N	2,57	aA	2,56	aA	2,60	aA	2,35	aB	2,30	aB	2,27	aB
NÚMERO DE GRÃOS POR PLANTA (NGP)												
TESTEMUNHA	203,67	aA	203,67	aA	203,67	aA	97,40	aB	97,40	aB	97,40	aB
ÁGUA + 5% N	180,53	aA	157,67	bA	158,27	bA	107,87	aB	112,13	aB	99,87	aB
AIB + 5% N	180,20	aA	179,07	abA	193,07	abA	98,00	aB	101,07	aB	98,80	aB
CIN + 5% N	162,40	aA	154,40	bA	158,13	bA	107,07	aB	99,67	aB	99,07	aB
GA₃ + 5% N	166,13	aA	179,07	abA	158,00	bA	113,73	aB	106,53	aB	100,80	aB
BIOES. + 5% N	188,47	aA	192,53	abA	166,73	abA	105,00	aB	111,73	aB	103,27	aB
NÚMERO DE LEGUMES POR PLANTA (NLP)												
TESTEMUNHA	78,47	aA	78,47	aA	78,47	aA	41,33	aB	41,33	aB	41,33	aB
ÁGUA + 5% N	68,87	aA	61,00	bABC	63,20	abAB	44,33	aCD	47,47	aBCD	40,80	aD
AIB + 5% N	70,13	aA	68,73	abA	75,40	abA	42,47	aB	42,13	aB	42,53	aB
CIN + 5% N	64,20	aA	59,13	bAB	60,20	bAB	44,67	aBC	41,27	aC	41,53	aC
GA₃ + 5% N	64,80	aAB	69,13	abA	59,73	bABC	49,53	aBC	44,87	aC	42,73	aC
BIOES. + 5% N	73,00	aA	75,07	abA	64,07	abAB	44,10	aC	48,53	aBC	45,60	aC

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A análise de variância (Teste F) dos caracteres massa fresca e seca acumulada em raízes (MFR e MSR), folhas (MFF e MSF), legumes (MFL e MSL), haste (MFH e MSH) e parte aérea (MSPA) (Tabela 4), demonstra que o fator cultivar apresentou efeito significativo, ao nível de 5% de probabilidade de erro para todos os caracteres avaliados. Este efeito, também foi verificado para a interação cultivar x regulador, exceto para os caracteres MFR, MFH e MFF. Já para o fator regulador, verificou-se efeito significativo apenas para os caracteres MFL, MFPA, MSR, MSH, MSL e MSPA.

Para a interação estágio fenológico x regulador (Tabela 4), foi verificado efeito significativo para os caracteres MFH, MFF, MFPA e MSF, enquanto que para a interação cultivar x estágio fenológico x regulador apresentaram efeito significativo apenas os caracteres MFR, MFH, MFF, e MFF.

O oposto dos fatores anteriores foi observado no fator estágio fenológico (Tabela 4), onde não se observou efeito significativo para todos os caracteres analisados, exceto para MFH e MFF. Nesse mesmo sentido, encontra-se a interação cultivar x estágio fenológico, onde apenas os caracteres MFR, MFL e MSPA apresentaram efeito significativo.

Na análise de comparação de médias pelo teste de Tukey, (Tabela 5) analisando a massa fresca e seca acumulada pelas plantas de soja, observa-se que os caracteres MFR, MFH e MFF, apresentaram diferença estatística, apenas entre cultivares, não sendo constatada portanto, diferenças entre reguladores e estádios fenológicos de aplicação. Apesar disso, pode ser observado através da Tabela 5, que a aplicação de CIN via foliar proporcionou decréscimo no acúmulo de MFL, quando comparada a testemunha, nos três estádios de aplicação (V4, R1, R4) para a cultivar TMG 7262RR.

Além de retardarem a senescência foliar, prolongando o período de enchimento de grãos, as citocininas também estão envolvidas na fixação biológica de nitrogênio (FOSKET; KIEBER, 2013). Essa afirmação, nos supõe que a resposta quanto a aplicação de CIN, esteja também relacionada com as características fisiológicas e genéticas de cada cultivar. Além disso, também foi observado neste experimento, maior acúmulo de MFL para a cultivar TMG 7262RR em relação ao cultivar 95Y72 (Tabela 5). Isto pode também ser explicado através das características genéticas de cada cultivar e população de plantas demandada por ambas.

Avaliando o acúmulo de MFPA através da Tabela 5, verifica-se que os tratamentos com o bioestimulante nos estádios V4, R1 e R4 não apresentarem eficiência positiva (comparadas a testemunha) para as duas cultivares utilizadas neste experimento. Estes dados, diferem da empresa que desenvolveu o produto, a qual indica como resultados práticos da aplicação do bioestimulante na cultura da soja, o incremento no desenvolvimento vegetal e o maior pegamento de flores e estabelecimento de frutos (AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ, 2016).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância da massa fresca e seca acumulada em raízes, hastes, folhas, legumes e parte aérea, das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO									
		MASSA FRESCA					MASSA SECA				
		RAIZ	HASTES	FOLHAS	LEGUMES	P. AEREA	RAIZ	HASTES	FOLHAS	LEGUMES	P. AEREA
Cultivar (F1)	1	849.522*	35947.029*	2217.707*	73290.633*	257465.943*	159.117*	2623.943*	161.578*	11485.547*	29275.429*
E. Fenológico (F2)	2	1.1957 ^{ns}	0.9001*	0.0021*	109.0676 ^{ns}	120.3571 ^{ns}	0.2185 ^{ns}	1.2073 ^{ns}	0.1104 ^{ns}	15.9688 ^{ns}	29.4155 ^{ns}
Regulador (F3)	5	3.4312 ^{ns}	65.7764 ^{ns}	28.6574 ^{ns}	339.5825*	932.0701*	1.2415*	8.6025*	2.4842 ^{ns}	39.5383*	109.6890*
Int. F1 x F2	2	0.0307*	14.9016 ^{ns}	4.3649 ^{ns}	1.4812*	32.7734 ^{ns}	0.0966 ^{ns}	0.3998 ^{ns}	0.7428 ^{ns}	0.3692 ^{ns}	0.3329*
Int. F1 x F3	5	3.2954 ^{ns}	58.2620 ^{ns}	28.6070 ^{ns}	498.8371*	1049.9467*	0.9401*	7.8999*	3.2932*	58.7805*	138.0350*
Int. F2 x F3	10	1.0175 ^{ns}	12.9628*	3.2278*	31.0617 ^{ns}	89.3843*	0.3157 ^{ns}	1.2943 ^{ns}	0.2964*	5.5999 ^{ns}	12.6095 ^{ns}
Int. F1 x F2 x F3	10	0.3769*	14.9507*	2.5443*	30.4486 ^{ns}	93.4288*	0.20345 ^{ns}	1.6893 ^{ns}	0.4173 ^{ns}	3.8120 ^{ns}	11.0987 ^{ns}
Resíduo	70	1.7099	50.6646	19.7773	92.6250	337.8618	0.3350	2.7670	1.1262	11.8956	28.4649
Média Geral		7.5319	46.3579	17.9024	83.4132	147.6738	3.1857	12.7454	5.0365	28.9732	46.7547
CV (%)		17.36	15.35	24.84	11.54	12.45	18.17	13.05	21.07	11.90	11.41

(*) significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F ($p < 0.05$); (^{ns}) não significativo ($p \geq 0.05$).

Com relação a MSR e a MSH (Tabela 5), foi observado que não houve diferença entre os estádios fenológicos de aplicação. Por outro lado, entre cultivares, como era esperado, devido as características genéticas de cada cultivar, se observou diferenças. Ademais, pode-se destacar negativamente a aplicação de CIN no cultivar TMG 7262RR, nos estádios V4 e R4, com redução de 30,4% e 34,3%, no acúmulo de MSR, em relação ao melhor tratamento das respectivas épocas. Os caracteres MSL e MSPA, também apresentaram resultados semelhantes aos anteriores para a cultivar TMG 7262RR. Apesar disso, neste caso foram os estádios de aplicação R1 e R4 que apresentaram resultados decrescentes pela aplicação de CIN, em comparação com a testemunha (Tabela 5). Estes resultados diferem dos encontrados por Klahold et al. (2006), quando verificaram efeitos positivos sobre a MSR, em resposta a aplicação do mesmo bioestimulante (Stimulate[®]), via semente, via foliar ou na combinação das duas formas de aplicação na cultura da soja. Apesar disso, alguns tratamentos utilizados resultaram em reduções na massa seca de haste + pecíolo, massa seca de legumes e na massa seca total das plantas. Campos (2005) avaliando os efeitos de diferentes reguladores vegetais sobre o crescimento, desenvolvimento, reprodução e produtividade de plantas de soja, não verificou maior acúmulo da massa seca de legumes em relação a testemunha, através da aplicação de produtos como AIB, GA₃ e Stimulate[®].

O sistema radicular da soja, sem qualquer tipo de impedimento (mecânico ou químico), se distribui de forma homogênea nos primeiros 15 cm de solo, apesar de explorar profundidades superiores a 90 cm (FANCELLI, 2014). Para a obtenção de um alto acúmulo de matéria seca nos órgãos da parte aérea e alta produtividade de grãos, principalmente em condições de estresse hídrico, há necessidade de um desenvolvimento agressivo desse sistema radicular. Essa característica, além de ser influenciada pelo ambiente explorado, também está ligada diretamente as características genéticas de cada cultivar.

Para a massa MSF pode-se verificar através da Tabela 5, que não houve diferença entre produtos a 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey. Por outro lado, houveram diferenças entre cultivares, as quais apresentaram grande variabilidade, como já era esperado antecipadamente, devido as características genotípicas de cada cultivar. Estes dados estão de acordo com o trabalho realizado

por Batista Filho et al. (2013), que ao avaliarem o efeito de diferentes doses de Stimulate® aplicado via semente, nas características agrônômicas da soja, não verificaram diferença entre os tratamentos utilizados e a testemunha, para o acúmulo de massa seca de folhas. Nesse mesmo sentido, Campos (2005) utilizando diferentes reguladores vegetais via foliar, entre eles AIB, GA₃ e Stimulate®, também não verificou maior acúmulo da MSF.

Tabela 5 – Comparação de médias da massa fresca e seca acumulada em raízes, hastes, folhas, legumes e parte aérea, das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

REGULADOR	TMG 7262RR						95Y72					
	V4		R1		R4		V4		R1		R4	
MASSA FRESCA DE RAIZ (g) (MFR)												
TESTEMUNHA	10,17	aA	10,17	aA	10,17	aA	5,20	aB	5,20	aB	5,20	aB
ÁGUA + 5% N	11,16	aA	9,82	aA	9,82	aA	5,15	aB	4,74	aB	4,15	aB
AIB + 5% N	10,78	aA	10,69	aA	11,89	aA	4,45	aB	3,87	aB	4,54	aB
CIN + 5% N	9,50	aA	8,76	aA	9,06	aA	4,59	aB	4,10	aB	4,77	aB
GA ₃ + 5% N	9,51	aA	10,42	aA	10,17	aA	4,82	aB	4,77	aB	4,81	aB
BIOES. + 5% N	12,30	aA	11,09	aA	10,58	aA	5,14	aB	4,84	aB	4,75	aB
MASSA FRESCA DE HASTES(g) (MFH)												
TESTEMUNHA	65,70	aA	65,70	aA	65,70	aA	27,87	aB	27,87	aB	27,87	aB
ÁGUA + 5% N	66,36	aA	65,56	aA	65,11	aA	28,69	aB	28,74	aB	27,41	aB
AIB + 5% N	64,25	aA	67,62	aA	70,38	aA	25,95	aB	28,44	aB	25,37	aB
CIN + 5% N	59,89	aA	55,02	aA	58,36	aA	30,30	aB	25,77	aB	27,46	aB
GA ₃ + 5% N	61,16	aA	68,03	aA	63,96	aA	30,19	aB	26,44	aB	26,75	aB
BIOES. + 5% N	65,38	aA	69,98	aA	64,68	aA	29,38	aB	29,31	aB	32,24	aB
MASSA FRESCA DE FOLHAS (g) (MFF)												
TESTEMUNHA	24,33	aA	24,33	aA	24,33	aA	11,74	aB	11,74	aB	11,74	aB
ÁGUA + 5% N	24,25	aA	21,13	aAB	23,74	aA	15,04	aAB	14,50	aAB	12,26	aB
AIB + 5% N	20,88	aA	20,94	aA	22,44	aA	13,85	aA	13,65	aA	13,23	aA
CIN + 5% N	18,82	aA	18,93	aA	17,64	aA	13,68	aA	13,12	aA	13,53	aA
GA ₃ + 5% N	21,79	aAB	22,36	aAB	23,27	aA	13,63	aAB	12,84	aAB	11,99	aB
BIOES. + 5% N	22,97	aABC	26,16	aA	25,50	aAB	13,86	aC	15,22	aBC	15,06	aBC

Continua...

Tabela 5 – Cont.

MASSA FRESCA DE LEGUMES (g) (MFL)												
TESTEMUNHA	122,22	aA	122,22	aA	122,22	aA	54,13	aB	54,13	aB	54,13	aB
ÁGUA + 5% N	109,93	abA	104,56	abA	102,85	abcA	59,32	aB	60,66	aB	55,23	aB
AIB + 5% N	111,44	abA	112,32	abA	118,03	abA	53,87	aB	55,81	aB	51,33	aB
CIN + 5% N	97,12	bA	96,04	bA	94,96	cA	61,07	aB	54,87	aB	54,80	aB
GA ₃ + 5% N	105,49	abA	110,25	abA	98,98	bcA	62,41	aB	59,65	aB	55,64	aB
BIOES. + 5% N	115,72	abA	118,99	abA	107,00	abcA	59,98	aB	63,84	aB	61,68	aB
MASSA FRESCA DA PARTE AÉREA (g) (MFPA)												
TESTEMUNHA	212,25	aA	212,25	abA	212,25	aA	93,74	aB	93,74	aB	93,74	aB
ÁGUA + 5% N	200,54	aA	191,26	abA	191,70	aA	103,05	aB	103,90	aB	94,89	aB
AIB + 5% N	196,58	aA	200,87	abA	210,86	aA	93,68	aB	97,91	aB	89,92	aB
CIN + 5% N	175,83	aA	169,99	bA	170,97	aA	105,04	aB	93,76	aB	95,79	aB
GA ₃ + 5% N	188,44	aA	200,63	abA	186,21	aA	106,24	aB	98,94	aB	94,38	aB
BIOES. + 5% N	204,06	aA	215,13	aA	197,18	aA	103,21	aB	108,36	aB	108,98	aB
MASSA SECA DE RAIZ (g) (MSR)												
TESTEMUNHA	4,60	abA	4,60	aA	4,60	abA	2,13	aB	2,13	aB	2,13	aB
ÁGUA + 5% N	4,52	abA	3,76	aA	4,05	abA	2,16	aB	2,04	aB	1,75	aB
AIB + 5% N	4,53	abA	4,21	aA	5,40	aA	1,78	aB	1,71	aB	1,80	aB
CIN + 5% N	3,87	bA	3,68	aA	3,55	bA	1,99	aB	1,71	aB	1,85	aB
GA ₃ + 5% N	3,89	bA	4,56	aA	4,28	abA	2,07	aB	2,12	aB	1,97	aB
BIOES. + 5% N	5,56	aA	4,83	aA	4,67	abA	2,13	aB	2,06	aB	1,96	aB
MASSA SECA DE HASTES (g) (MSH)												
TESTEMUNHA	19,53	aA	19,53	aA	19,53	aA	7,82	aB	7,82	aB	7,82	aB
ÁGUA + 5% N	17,67	aA	17,01	abA	16,73	abA	7,76	aB	7,97	aB	7,59	aB
AIB + 5% N	17,73	aA	17,86	abA	18,90	abA	7,34	aB	7,90	aB	6,70	aB
CIN + 5% N	16,48	aA	14,90	bA	15,45	bA	8,71	aB	7,32	aB	7,27	aB
GA ₃ + 5% N	16,32	aA	19,18	aA	16,93	abA	8,50	aB	7,67	aB	7,11	aB
BIOES. + 5% N	18,31	aA	18,54	abA	17,52	abA	8,23	aB	8,31	aB	8,85	aB
MASSA SECA DE FOLHAS (g) (MSF)												
TESTEMUNHA	7,30	aA	7,30	aA	7,30	aA	3,44	aB	3,44	aB	3,44	aB
ÁGUA + 5% N	6,39	aA	5,35	aAB	6,04	aAB	4,02	aAB	4,06	aAB	3,54	aB
AIB + 5% N	5,99	aAB	5,36	aABC	6,17	aA	3,43	aC	4,00	aABC	3,45	aBC
CIN + 5% N	5,37	aA	5,19	aA	5,11	aA	4,20	aA	3,62	aA	3,87	aA
GA ₃ + 5% N	6,02	aABC	7,13	aA	6,56	aAB	4,07	aBCD	3,93	aCD	3,10	aD
BIOES. + 5% N	6,39	aABC	6,71	aAB	6,99	aA	4,34	aBC	4,57	aABC	4,13	aC

Continua...

Tabela 5 – Cont.

MASSA SECA DE LEGUMES (g) (MSF)												
TESTEMUNHA	43,45	aA	43,45	aA	43,45	aA	17,62	aB	17,62	aB	17,62	aB
ÁGUA + 5% N	39,78	aA	37,88	abA	36,27	abA	19,60	aB	19,69	aB	17,91	aB
AIB + 5% N	39,97	aA	41,09	abA	42,95	abA	17,32	aB	18,19	aB	17,25	aB
CIN + 5% N	35,82	aA	34,07	bA	34,79	bA	19,78	aB	17,96	aB	17,53	aB
GA₃ + 5% N	37,64	aA	38,26	abA	35,42	abA	20,55	aB	19,44	aB	17,99	aB
BIOES. + 5% N	42,62	aA	42,59	aA	37,66	abA	19,54	aB	20,52	aB	19,76	aB
MASSA SECA DA PARTE AÉREA (g) (MSPA)												
TESTEMUNHA	70,28	aA	70,28	aA	70,28	aA	28,88	aB	28,88	aB	28,88	aB
ÁGUA + 5% N	63,84	aA	60,24	abA	59,04	abA	31,38	aB	31,72	aB	29,05	aB
AIB + 5% N	63,70	aA	64,30	abA	68,02	abA	28,09	aB	30,09	aB	27,40	aB
CIN + 5% N	57,67	aA	54,17	bA	55,35	bA	32,69	aB	28,90	aB	28,68	aB
GA₃ + 5% N	59,98	aA	64,57	abA	58,91	abA	33,11	aB	31,03	aB	28,20	aB
BIOES. + 5% N	67,31	aA	67,83	aA	62,16	abA	32,10	aB	33,40	aB	32,74	aB

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 6, onde pode ser observada a análise de variância para os caracteres CLOR_A, CLOR_B, CLOR_T, condutância estomática, taxa líquida de assimilação de CO₂, taxa de transpiração, concentração intercelular de CO₂ e eficiência do uso da água, foi verificado que os fatores cultivar, estágio fenológico e a interação cultivar x estágio fenológico apresentaram efeito significativo para todos os caracteres analisados. Para o fator regulador (Tabela 6) não houve efeito significativo sobre os caracteres analisados. Sobre a interação cultivar x regulador e cultivar x estágio fenológico x regulador, também não houve efeito significativo sobre os caracteres analisados, exceto para a variável CE no primeiro fator e CLOR_B no segundo fator. Efeito semelhante também ocorreu na interação estágio fenológico x regulador, onde apenas os caracteres CLOR_B e EUA, apresentaram efeito significativo para todos os caracteres analisados (Tabela 6).

Tabela 6 – Resumo da análise de variância dos caracteres: clorofila a (CLOR_A), clorofila b (CLOR_B), clorofila total (CLOR_T), condutância estomática (CE), taxa de assimilação de CO₂ (TA CO₂), taxa de transpiração (TRANSP), concentração intercelular de CO₂ (CI CO₂), eficiência do uso da água (EUA); das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO							
		CLOR_A	CLOR_B	CLOR_T	CE	TA_CO ₂	TRANSP	CI_CO ₂	EUA
Cultivar (F1)	1	16.946*	58.845*	138.901*	3.30575*	181.619*	198.478*	7941.067*	0.14733*
E. Fenológico (F2)	2	171.8918*	109.4479*	539.4218*	0.45769*	525.3535*	112.8295*	2674.1414*	0.17878*
Regulador (F3)	5	1.7179 ^{ns}	1.3268 ^{ns}	4.4506 ^{ns}	0.00512 ^{ns}	4.0583 ^{ns}	0.2128 ^{ns}	47.6241 ^{ns}	0.00048 ^{ns}
Int. F1 x F2	2	38.4935*	37.7713*	152.3006*	0.55555*	110.0940*	58.8216*	554.6111*	0.02201*
Int. F1 x F3	5	3.0637 ^{ns}	3.7266*	11.5761 ^{ns}	0.01603 ^{ns}	4.7108 ^{ns}	0.5175 ^{ns}	91.7189 ^{ns}	0.00060 ^{ns}
Int. F2 x F3	10	2.4905 ^{ns}	2.4968*	8.0041 ^{ns}	0.01207 ^{ns}	4.1299 ^{ns}	0.3390 ^{ns}	41.1795 ^{ns}	0.00026*
Int. F1 x F2x F3	10	3.1942 ^{ns}	1.8374 ^{ns}	8.5811 ^{ns}	0.02307*	3.1799 ^{ns}	0.4364 ^{ns}	111.6476 ^{ns}	0.00094 ^{ns}
Resíduo	70	2.2421	1.2095	5.2071	0.01084	4.2930	0.4547	75.3626	0.00134
Média Geral		30.0711	12.4972	42.5695	0.64260	18.8882	7.6393	302.7226	0.26495
CV (%)		4.98	8.80	5.36	16.20	10.97	8.83	2.87	13.83

(*) significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F ($p < 0.05$); (^{ns}) não significativo ($p \geq 0.05$).

Analisando os caracteres CLOR_A, CLOR_B e CLOR_T através da comparação de medias (Tabela7), observa-se que não houve diferença estatística pelo Teste de Tukey, entre os reguladores utilizados. Já os fatores estágio de aplicação e cultivar, como já era esperado, apresentaram esta diferença. Para estes caracteres, podemos destacar a redução do índice de CLOR_A, em resposta a aplicação de CIN e GA₃ nos estádios V4 e R1 da cultivar 95Y72 em relação à testemunha (Tabela 7). O índice de CLOR_B, também sofreu decréscimo, com a aplicação do bioestimulante no estágio V4 para as duas cultivares e GA₃ para a cultivar 95Y72. Ainda com relação a mesma cultivar, observa-se que a aplicação de CIN, GA₃ e o bioestimulante, no estágio V4, impactaram negativamente no índice de CLOR_T (Tabela 7).

Campos (2005) avaliando o desenvolvimento de plantas de soja em resposta a diferentes reguladores vegetais via foliar, observou que os tratamentos com Stimulate[®] e AIB mantiveram o índice de clorofila maior que a testemunha durante o ciclo da cultura e ao final do ciclo. O tratamento com GA₃, também apresentou aumento no índice de clorofila entre 99 e 112 dias após a semeadura da soja.

Analisando os demais caracteres fisiológicos (Tabela 7), foi observado que a aplicação de diferentes reguladores vegetais em diferentes estádios fenológicos da cultura da soja, não apresentaram diferença. Os caracteres CE, TA_CO₂, TRANSP, CI_CO₂ e EUA, como já era esperado, devido as diferentes características genéticas e necessidades fisiológicas das cultivares utilizadas neste experimento, apresentaram clara diferença estatística entre os cultivares utilizados e os estádios fenológicos de cada cultivar.

Para a TA_CO₂ e CE, verifica-se que o cultivar TMG 7262RR apresentou um acréscimo no estágio R4, em comparação aos estádios V4 e R1. Para o cultivar 95Y72 não foi observada a mesma resposta (Tabela 7). Além disso, também pode-se observar que o cultivar TMG 7262RR aumentou a TRANSP no estágio R4, em comparação com os demais estádios analisados. Esse resultado, não acompanha o observado para o cultivar 95Y72, quando se verificou decréscimo na TRANSP para os estádios R1 e R4, em comparação com o estágio fenológico V4 (Tabela 7).

A produtividade de uma cultura é influenciada por diversas características. Entre elas, estão os fatores morfológicos e fisiológicos dos órgãos fotossintetizantes e dos produtos fotossintetizados. A produção da biomassa depende diretamente da atividade fotossintética da fonte (folha), mas a assimilação do CO_2 é apenas um dos fatores que influencia o desenvolvimento vegetal (FOYER; GALTIER, 1996).

Quando analisamos essas respostas fisiológicas em comparação com a PROD de cada cultivar, observa-se que a TMG 7262RR (cultivar de maior PROD), aumentou sua atividade fisiológica justamente no momento onde os legumes terminam seu desenvolvimento (R4) e inicia-se o processo de enchimento de grãos (R5). O aumento na TRANSP, TA_{CO_2} e CE no estágio R4, pode ser também um dos fatores responsáveis pelo alto NLP, NGP e MMG (aprox. 200 g), apresentado pela cultivar TMG 7262RR, quando comparada a 95Y72, que apresentou decréscimo fisiológico no estágio R4.

A maior TA_{CO_2} , apresentada pela cultivar TMG 7262RR, justifica também o maior acúmulo de biomassa, já que esta reflete diretamente na fixação de carbono e acúmulo de biomassa. Com as boas condições ambientais verificadas durante a condução do experimento, pode-se afirmar também que a maior TRANSP da cultivar é positiva. Em condições onde não há estresse hídrico e se tem água disponível no solo, a maior TRANSP resulta numa alta absorção de água e assim consequentemente, nutrientes.

Em relação a concentração intercelular de CO_2 , e EUA, observa-se que o cultivar 95Y72 apresenta menor CI_{CO_2} no estágio R4 e menor EUA no estágio V4, não sendo constadas as mesmas respostas no cultivar TMG 7262RR. Esses dados também vão de encontro as afirmações anteriores, direcionando claramente para uma maior eficiência fisiológica do cultivar TMG 7262 RR em comparação ao cultivar 95Y72, principalmente no estágio R4. Essa maior eficiência pode ter refletido ao final, numa maior PROD por parte da cultivar TMG 7262RR.

Os resultados observados neste experimento para os caracteres fisiológicos (Tabela 7), mostram claramente que cada cultivar responde de forma diferente. Essas respostas fisiológicas se diferenciam de acordo com as características genotípicas, fenotípicas e o estágio da cultura.

Tabela 7 – Comparação de médias dos caracteres: clorofila a, clorofila b, clorofila total, condutância estomática, taxa líquida de assimilação de CO₂, taxa de transpiração, concentração intercelular de CO₂ e eficiência do uso da água; das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

REGULADOR	TMG 7262RR						95Y72					
	V4		R1		R4		V4		R1		R4	
CLOROFILA A (ICF) (CLOR_A)												
TESTEMUNHA	26,55	aB	31,72	aA	32,82	aA	30,93	aA	30,06	aAB	30,93	aA
ÁGUA + 5% N	28,62	aAB	32,11	aA	31,90	aA	28,93	abAB	27,40	aB	32,04	aA
AIB + 5% N	26,35	aD	31,13	aABC	31,81	aAB	28,13	abCD	28,84	aBCD	32,94	aA
CIN + 5% N	28,03	aB	32,24	aA	32,33	aA	27,33	bB	27,61	aB	32,82	aA
GA ₃ + 5% N	26,54	aB	31,58	aA	32,36	aA	26,41	bB	29,12	aAB	31,63	aA
BIOES. + 5% N	27,59	aC	32,22	aA	32,51	aA	27,92	abBC	29,63	aABC	31,47	aAB
CLOROFILA B (ICF) (CLOR_B)												
TESTEMUNHA	10,35	abB	12,59	bAB	15,07	aA	13,19	aA	10,50	aB	13,19	aA
ÁGUA + 5% N	12,66	aB	15,36	aA	15,54	aA	11,44	abBC	9,44	aC	13,39	aAB
AIB + 5% N	11,43	abCD	12,91	abBC	14,59	aAB	10,76	abCD	9,55	aD	15,58	aA
CIN + 5% N	11,11	abB	14,07	abA	14,74	aA	11,00	abB	10,33	aB	13,95	aA
GA ₃ + 5% N	10,36	abB	13,38	abA	14,47	aA	10,21	bB	10,18	aB	14,21	aA
BIOES. + 5% N	9,91	bB	14,95	abA	14,74	aA	10,30	bB	10,67	aB	13,76	aA
CLOROFILA TOTAL (ICF)(CLOR_T)												
TESTEMUNHA	36,91	aC	44,32	aAB	47,89	aA	44,13	aAB	40,56	aBC	44,13	aAB
ÁGUA + 5% N	41,27	aBC	47,46	aA	47,44	aA	40,37	abBC	36,84	aC	45,43	aAB
AIB + 5% N	37,79	aC	44,04	aAB	46,40	aA	38,89	abBC	38,38	aC	48,52	aA
CIN + 5% N	39,14	aB	46,31	aA	47,08	aA	38,33	bB	37,94	aB	46,77	aA
GA ₃ + 5% N	36,90	aB	44,96	aA	46,83	aA	36,62	bB	39,30	aB	45,84	aA
BIOES. + 5% N	37,50	aC	47,17	aA	47,25	aA	38,23	bC	40,30	aBC	45,23	aAB
CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA (mol H₂O m⁻² s⁻¹) (CE)												
TESTEMUNHA	0,66	aBC	0,69	abB	1,15	aA	0,50	abcd	0,40	aD	0,43	aCD
ÁGUA + 5% N	0,61	aB	0,92	aA	0,92	aA	0,48	aB	0,36	aB	0,51	aB
AIB + 5% N	0,63	aB	0,88	abA	1,00	aA	0,59	aBC	0,36	aC	0,53	aBC
CIN + 5% N	0,49	aBC	0,65	bB	1,11	aA	0,55	aBC	0,38	aC	0,53	aBC
GA ₃ + 5% N	0,68	aBC	0,88	abAB	1,02	aA	0,51	aCD	0,30	aD	0,48	aCD
BIOES. + 5% N	0,60	aBC	0,73	abB	1,11	aA	0,60	aBC	0,42	aC	0,50	aBC

Continua...

Tabela 7 – Cont.

TAXA DE ASSIMILAÇÃO DE CO ₂ (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹) (TA_CO ₂)												
TESTEMUNHA	16,19	aB	18,20	aB	26,64	aA	16,38	aB	17,78	aB	19,89	aB
ÁGUA + 5% N	15,58	aC	19,70	aBC	25,06	aA	15,92	aBC	16,83	aBC	20,73	aAB
AIB + 5% N	15,78	aCD	20,51	aBC	26,37	aA	16,74	aBCD	15,11	aD	21,25	aB
CIN + 5% N	13,69	aC	16,55	aC	25,86	aA	16,94	aBC	14,07	aC	21,65	aAB
GA ₃ + 5% N	16,98	aB	18,59	aB	26,24	aA	16,59	aB	15,05	aB	17,54	aB
BIOES. + 5% N	15,51	aC	18,84	aBC	27,05	aA	17,60	aBC	15,82	aBC	20,76	aB
TAXA DE TRANSPIRAÇÃO (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) (TRANSP)												
TESTEMUNHA	8,93	aB	6,81	aCD	11,62	aA	8,36	aBC	4,78	aE	5,89	aDE
ÁGUA + 5% N	8,50	aB	7,42	aBC	10,67	aA	8,24	aB	4,11	aD	6,02	aC
AIB + 5% N	8,74	aB	7,53	aBC	11,38	aA	8,59	aB	4,13	aD	6,31	aC
CIN + 5% N	8,59	aB	6,06	aC	11,74	aA	8,53	aB	4,22	aD	6,20	aC
GA ₃ + 5% N	9,08	aB	7,18	aCD	11,33	aA	8,43	aBC	3,91	aE	5,68	aD
BIOES. + 5% N	8,56	aB	6,52	aC	11,25	aA	9,14	aB	4,48	aD	6,10	aC
CONCENTRAÇÃO INTERCELULAR DE CO ₂ (μmol CO ₂ mol ⁻¹) (CI_CO ₂)												
TESTEMUNHA	318,60	aA	313,93	aA	303,69	aAB	303,94	aAB	285,32	abBC	280,07	aC
ÁGUA + 5% N	315,99	aAB	320,96	aA	296,74	aBC	301,69	aABC	281,15	bC	287,12	aC
AIB + 5% N	317,37	aA	317,04	aA	298,39	aABC	308,55	aAB	292,23	abBC	286,44	aC
CIN + 5% N	313,15	aA	316,80	aA	304,29	aAB	304,78	aAB	303,00	aAB	286,41	aB
GA ₃ + 5% N	316,55	aAB	321,62	aA	300,16	aBCD	304,53	aABC	281,50	bD	293,63	aCD
BIOES. + 5% N	316,67	aA	310,92	aA	300,50	aAB	306,94	aA	301,60	abAB	285,77	aB
EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹ / mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) (EUA)												
TESTEMUNHA	0,18	aC	0,27	aBC	0,23	aC	0,20	aC	0,37	aA	0,34	aAB
ÁGUA + 5% N	0,18	aC	0,27	aBC	0,23	aC	0,19	aC	0,41	aA	0,35	aAB
AIB + 5% N	0,18	aD	0,27	aBC	0,23	aCD	0,19	aCD	0,37	aA	0,34	aAB
CIN + 5% N	0,16	aC	0,28	aAB	0,22	aBC	0,20	aBC	0,34	aA	0,35	aA
GA ₃ + 5% N	0,19	aC	0,26	aBC	0,23	aBC	0,19	aC	0,38	aA	0,31	aAB
BIOES. + 5% N	0,18	aC	0,29	aAB	0,24	aBC	0,19	aC	0,35	aA	0,34	aA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados obtidos pelo coeficiente de correlação linear de Pearson (r), observa-se que a aplicação dos reguladores vegetais nos diferentes estádios fenológicos dos cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, não resultaram em uma grande variabilidade de correlações entre os caracteres analisados e a PROD (Tabela 8). Segundo a Tabela 8, com exceção da testemunha, verificou-se correlações significativas de alta magnitude para os caracteres que compõe a PROD da soja, em resposta aos diferentes tratamentos. Essa resposta,

também foi observada para a análise conjunta de correlação (AN.CONJ.) que compreende todos os tratamentos do experimento de forma conjunta (Tabela 8).

Para o MMG a maior correlação com o caractere PROD, foi observada com a aplicação de CIN ($r = 0,985^{**}$). Já a menor correlação, foi observada com a aplicação de AIB ($r = 0,868^*$), indicando que a aplicação de AIB visando o aumento no MMG tem menor efeito sobre a PROD que a aplicação de CIN (Tabela 8).

Analisando os caracteres NLP e NGL, observa-se através da Tabela 8 que a aplicação dos diferentes reguladores influenciou negativamente nesta correlação, sendo que a menor correlação entre a PROD e o NLP foi verificada em resposta aplicação de GA_3 ($r = 0,860^*$) (Tabela 8).

Tabela 8 – Coeficientes da correlação linear de Pearson para a produtividade de grãos ($kg\ ha^{-1}$), das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

CARACTERE	REGULADOR					
	ÁGUA	AIB	CIN	GA_3	BIOES.	AN.CONJ.
	PROD	PROD	PROD	PROD	PROD	PROD
AIPL	0,947**	0,899*	0,998**	0,951**	0,977**	0,899**
CE	0,746 ^{ns}	0,660 ^{ns}	0,617 ^{ns}	0,982**	0,712 ^{ns}	0,716**
ESTP	0,933**	0,886*	0,998**	0,973**	0,959**	0,907**
MFH	0,965**	0,903*	0,988**	0,959**	0,963**	0,922**
MFF	0,984**	0,912*	0,967**	0,957**	0,970**	0,882**
MFPA	0,971**	0,908*	0,991**	0,938**	0,968**	0,905**
MFR	0,966**	0,919*	0,980**	0,965**	0,950**	0,914**
MFL	0,967**	0,910*	0,992**	0,911*	0,964**	0,887**
MSH	0,966**	0,909*	0,984**	0,945**	0,962**	0,896**
MSF	0,987**	0,961**	0,956**	0,924**	0,991**	0,837**
MSPA	0,966**	0,914*	0,989**	0,930**	0,965**	0,896**
MSR	0,979**	0,943**	0,980**	0,707 ^{ns}	0,944**	0,491**
MSL	0,959**	0,909*	0,993**	0,916*	0,958**	0,895**
NGP	0,965**	0,926**	0,990**	0,905*	0,955**	0,866**
NGL	0,817*	0,847*	0,996**	0,961**	0,982**	0,856**
NLP	0,975**	0,931**	0,974**	0,860*	0,934**	0,850**
MMG	0,983**	0,868*	0,985**	0,902*	0,947**	0,925**

(**) significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t ($p < 0.01$); (*) significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t ($0.01 \leq p < 0.05$); (^{ns}) não significativo.

O caractere NLP ou por área, pode ser considerado o componente de rendimento mais importante, ou seja, o componente de maior correlação com a produtividade dos grãos. Outros componentes do rendimento de grãos, como o número de grãos por legume, apesar de apresentarem alta correlação com a produtividade de grãos, são menos influentes (THOMAS; COSTA, 2010). Neste sentido, Tartaglia et al. (2015) ao avaliarem a correlação linear de Pearson entre variáveis de soja (cv. 6458RSF IPRO), observaram alta correlação entre a produtividade de grãos e o NLP ($r = 0,941^*$), concluindo que o aumento deste caractere influencia positivamente na produtividade de grãos. Dalchiavon e Carvalho (2012), ao avaliarem a correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja (cv. BRSMG 68), também observaram que a maior correlação dentre os componentes da produtividade de grãos, ocorre entre o NLP e a PROD.

O peso de grão representa o tamanho do grão, sendo este, uma característica de cada cultivar. Apesar disso, este caractere sofre variações de acordo com as condições de ambiente e manejo, a que é submetido (THOMAS; COSTA, 2010).

O coeficiente de correlação linear de Pearson (r), entre a MMG e os caracteres analisados, também sofreu variabilidade com a aplicação dos reguladores vegetais (Tabela 9). Para a correlação entre a MMG e o NLP, pode-se destacar uma menor correlação entre os dois caracteres ($r = 0,880^*$), em função da aplicação de GA_3 e uma maior correlação ($r = 0,984^*$), em função da aplicação de CIN (Tabela 9). Além disso, também verificou-se que a aplicação de AIB na cultura da soja, propiciou uma maior correlação ($r = 0,991^*$) entre a MMG e o NGP, que os demais reguladores utilizados (Tabela 9).

Em condições normais, quanto maior o tamanho, menor é o número de grãos por área, embora se possa obter elevada produtividade de grãos tanto com grãos grandes como com grãos pequenos (THOMAS; COSTA, 2010). Para este experimento, apesar de ser observado, principalmente na cultivar TMG 7262RR, uma alta MMG e PROD, observa-se também uma alta correlação, até mesmo na AN.CONJ., entre MMG, NGL, NLP e NGP (Tabela 9). Apesar disso, este resultado pode ter sofrido influencia das boas condições climáticas durante a condução do experimento.

Tabela 9 – Coeficientes de correlação linear de Pearson para a massa de mil grãos (g), das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

CARACTERE	REGULADOR					
	ÁGUA	AIB	CIN	GA ₃	BIOES.	AN.CONJ.
	MMG	MMG	MMG	MMG	MMG	MMG
AIPL	0,976**	0,988**	0,993**	0,958**	0,988**	0,951**
CE	0,842*	0,776 ^{ns}	0,597 ^{ns}	0,840*	0,703 ^{ns}	0,741**
ESTP	0,969**	0,993**	0,993**	0,950**	0,973**	0,964**
MFH	0,986**	0,987**	0,992**	0,950**	0,990**	0,965**
MFF	0,971**	0,971**	0,955**	0,979**	0,993**	0,918**
MFPA	0,983**	0,985**	0,985**	0,953**	0,985**	0,946**
MFR	0,964**	0,971**	0,989**	0,958**	0,947**	0,941**
MFL	0,978**	0,985**	0,980**	0,943**	0,974**	0,927**
MSH	0,982**	0,984**	0,987**	0,932**	0,984**	0,941**
MSF	0,958**	0,939**	0,952**	0,929**	0,970**	0,864**
MSPA	0,977**	0,985**	0,988**	0,951**	0,975**	0,937**
MSR	0,965**	0,941**	0,978**	0,674 ^{ns}	0,939**	0,508**
MSL	0,971**	0,987**	0,989**	0,957**	0,965**	0,936**
NGP	0,947**	0,978**	0,990**	0,920*	0,953**	0,896**
NGL	0,811 ^{ns}	0,991**	0,989**	0,936**	0,938**	0,917**
NLP	0,957**	0,969**	0,984**	0,880*	0,943**	0,875**

(**) significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t ($p < 0.01$); (*) significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t ($0.01 \leq p < 0.05$); (^{ns}) não significativo.

Segundo Board e Maricherla (2008) há uma alta correlação entre a PROD e o número de grãos por área, sendo que este último caractere é influenciado diretamente pelo NLP (ou área) e pelo NGL (além de outros caracteres).

Observa-se através da Tabela 10, que os coeficientes de correlação linear de Pearson do caractere NLP sofreram baixa variabilidade em resposta a aplicação dos reguladores vegetais.

Analisando a Tabela 10, pode-se destacar que a aplicação do bioestimulante (Stimulate®), resultou em uma menor correlação entre o NLP e a MSR ($r = 0,966^*$), quando comparando a testemunha e aos outros reguladores vegetais aplicados. Apesar desta diferença ser baixa, este resultado indica que a aplicação do bioestimulante, diminui a influência da raiz sobre o número de legumes por planta ou vice-versa.

Tabela 10 – Coeficientes de correlação linear de Pearson para o número de legumes por planta, das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

CARACTERE	REGULADOR					
	ÁGUA	AIB	CIN	GA ₃	BIOES.	AN.CONJ.
	NLP	NLP	NLP	NLP	NLP	NLP
CI_CO ₂	0,698 ^{ns}	0,563 ^{ns}	0,718 ^{ns}	0,873*	0,662 ^{ns}	0,672**
CE	0,675 ^{ns}	0,837*	0,504 ^{ns}	0,798 ^{ns}	0,472 ^{ns}	0,666**
MFH	0,964**	0,994**	0,995**	0,962**	0,971**	0,953**
MFF	0,984**	0,998**	0,977**	0,937**	0,939**	0,941**
MFPA	0,978**	0,996**	0,993**	0,973**	0,981**	0,977**
MFR	0,986**	0,998**	0,990**	0,943**	0,969**	0,946**
MFL	0,981**	0,996**	0,990**	0,983**	0,990**	0,987**
MSH	0,971**	0,995**	0,999**	0,974**	0,973**	0,974**
MSF	0,990**	0,976**	0,986**	0,961**	0,923**	0,946**
MSPA	0,980**	0,996**	0,996**	0,977**	0,984**	0,983**
MSR	0,991**	0,995**	0,994**	0,3246 ^{ns}	0,966**	0,379*
MSL	0,978**	0,996**	0,994**	0,975**	0,990**	0,984**

(**) significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t ($p < 0.01$); (*) significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t ($0.01 \leq p < 0.05$); (^{ns}) não significativo.

Dentre os componentes da produtividade de grãos, o NGL e o que apresenta menor variação. Existe variabilidade entre as cultivares para a produção de legumes, sendo que o melhoramento genético busca, em média, a produção de dois grãos por legume, algumas vezes são observados legumes com 3, 4 ou até mesmo 5 grãos (THOMAS; COSTA, 2010).

Neste experimento, observa-se que a correlação linear de Pearson entre o NGL e o NLP (Tabela 11), foi maior com a aplicação de CIN ($r = 0,969^{**}$), quando comparado aos demais reguladores aplicados. A aplicação do mesmo regulador, também resultou em um maior correlação entre o NGL e o NGP ($r = 0,985^{**}$), quando comparado aos demais reguladores aplicados.

A máxima PROD da soja, depende da capacidade das plantas em acumularem um mínimo de matéria seca e/ou maximizarem a interceptação de radiação solar, o mais cedo na fase vegetativa e no início da fase reprodutiva. Esse acúmulo depende de inúmeros fatores, como condições meteorológicas, época de semeadura, fertilidade do solo, genótipo, população de plantas, controle de pragas,

etc. (THOMAS; COSTA; PIRES, 2010) e permite a formação do aparato fisiológico, estrutural e reprodutivo, que possibilitara a oportunidade de uma alta PROD.

Estas afirmações vão de encontro ao observado neste experimento, quando se verifica uma alta correlação entre o acúmulo de massa fresca e seca, com os principais componentes da PROD. Para o caractere NLP, componente de rendimento mais influenciado pelo fenótipo, pode ser observado através da Tabela 10, uma correlação alta positiva em relação aos caracteres de massa fresca e seca. Por outro lado, apesar de normalmente se mostrar menos influenciável pelo fenótipo, o NGL também apresentou correlação alta positiva em relação aos caracteres de massa fresca e seca (Tabela 11).

Tabela 11 – Coeficientes de correlação linear de Pearson para o número de grãos por legume, das cultivares de soja TMG 7262RR e 95Y72, em função da aplicação de diferentes reguladores vegetais nos estádios fenológicos V4, R1 e R4. UTFPR, Campus Pato Branco - PR, 2016.

CARACTERE	REGULADOR					
	ÁGUA	AIB	CIN	GA ₃	BIOES.	AN.CONJ.
	NGL	NGL	NGL	NGL	NGL	NGL
CI_CO ₂	0,905*	0,650 ^{ns}	0,702 ^{ns}	0,560 ^{ns}	0,638 ^{ns}	0,655**
CE	0,670 ^{ns}	0,715 ^{ns}	0,592 ^{ns}	0,898*	0,756 ^{ns}	0,710**
MFH	0,892*	0,974**	0,982**	0,952**	0,961**	0,914**
MFF	0,843*	0,952**	0,958**	0,954**	0,948**	0,842**
MFPA	0,894*	0,971**	0,982**	0,939**	0,959**	0,899**
MFR	0,917*	0,943**	0,976**	0,971**	0,965**	0,901**
MFL	0,900*	0,970**	0,982**	0,919*	0,953**	0,888**
MSH	0,901*	0,972**	0,977**	0,938**	0,965**	0,901**
MSF	0,842*	0,937**	0,936**	0,915*	0,980**	0,829**
MSPA	0,906*	0,971**	0,983**	0,933**	0,961**	0,901**
MSR	0,896*	0,914*	0,972**	0,676 ^{ns}	0,960**	0,522**
MSL	0,912*	0,971**	0,987**	0,926**	0,952**	0,898**
NGP	0,902*	0,960**	0,985**	0,901*	0,939**	0,874**
NLP	0,859*	0,946**	0,969**	0,841*	0,908*	0,833**

(**) significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t ($p < 0.01$); (*) significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t ($0.01 \leq p < 0.05$); (^{ns}) não significativo.

6 CONCLUSÕES

Os tratamentos utilizados neste experimento não influenciam nos caracteres estatura de planta, altura de inserção da primeira vagem número de grãos por legume e de legumes por planta massa de mil grãos e produtividade.

Aplicações de CIN nos estádios R1 e R4, além de GA₃ aplicado no estádio R4, resultam em decréscimo do número de loculos por planta, da cultivar TMG 7262RR.

A aplicação de CIN via foliar, reduz a massa fresca de legumes, nos três estádios de aplicação (V4, R1, R4) para a cultivar TMG 7262RR.

A aplicação de CIN nos estádios V4 e R4 da cultivar TMG 7262RR, reduz em 30,4% e 34,3%, o acúmulo de massa seca da raiz, em relação ao melhor tratamento das respectivas épocas.

A aplicação de CIN e GA₃ nos estádios V4 e R1 da cultivar 95Y72, resultam em uma redução do índice de clorofila a.

O índice de clorofila b possui resposta negativa a aplicação do bioestimulante no estádio V4, para as duas cultivares, e GA₃ para a cultivar 95Y72.

A aplicação dos reguladores vegetais não resulta em uma variabilidade no coeficiente de correlação linear de Pearson, entre os caracteres relacionados a produtividade.

Os caracteres relacionados ao acúmulo de massa fresca e seca, apresentam uma forte correlação positiva com os principais componentes da produtividade.

A aplicação dos reguladores vegetais diminui a correlação entre a produtividade e o número de legumes por planta.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados observados neste experimento para os caracteres e fatores analisados, indicam que cada cultivar e regulador responde de forma distinta. Essas respostas diferenciam-se de acordo com as características genóticas, fenotípicas e estágio da cultura, podendo também ser afetada pelo ambiente.

Com a evolução tecnológica e o melhoramento genético, há a necessidade de utilização dos mais altos níveis técnicos de manejo. Para isso, se verifica a importância do conhecimento fisiológico e técnico para o manejo da cultura da soja, objetivando elevada produtividade de grãos.

Diante dos resultados obtidos neste experimento e da necessidade constante de evolução na produtividade da cultura, constata-se a necessidade de novos trabalhos, sendo estes em anos distintos e/ou com cultivares distintos. A partir disso, será possível uma conclusão mais específica quanto a eficiência ou não dos reguladores vegetais sobre a fisiologia da produção da soja.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ, 2016. Stimulate. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Outros/STIMULATE>>. Acesso em 15 set. 2015.

ALBRECHT, Leandro P. et al. Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.4, p. 774-782, 2012.

BATISTA FILHO, Carlos G. et al. Efeito do Stimulate® nas características agronômicas da soja. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 2, n. 4, p. 76-86, 2013. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/9112>>. Acesso em: 04 ago. 2016.

BERTOLIN, Danila C. et al. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.2, p. 339-347, 2010.

BERTOLIN, Danila C. et al. Efeito de bioestimulante no teor e no rendimento de proteína de grãos de soja. **Agrarian**, v.1, n.2, p. 23-34, 2008. Disponível em: <<http://ojs.ws.ufgd.edu.br/index.php?journal=agrarian&page=article&op=view&path%5B%5D=250>>. Acesso em: 01 ago. 2016.

BEZERRA, André R.G. et al. Importância econômica. In: SEDIYAMA, Tuneo; SILVA, Felipe; BORÉM, Aluízio. **Soja: do Plantio à Colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. p. 09-26.

BOARD, James; MARICHERLA, Dinesh. Explanation for decreased harvest index with increased yield in soybean. **Crop Science**, v. 48, 2008.

BORGES, Larissa P. **Redução do abortamento de vagens e produtividade de plantas de soja tratadas com benziladenina**. 2014. 28f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Goiás. Unidade Universitária de Ipameri. 2014.

CAMPOS, Marcelo F. de. **Efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2005. 126 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

CAMPOS, Marcelo F. de. et al. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v.21, n.3, p. 53-63, 2008.

CASTRO, Paulo R.C.; VIEIRA, Elvis L. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001.

CASTRO, Paulo R. C.; MACEDO, Willian R. Fisiologia do feijoeiro e perspectivas para o uso de agroquímicos hormonais. In: FANCELLI, Antonio L. (Ed.). **Feijão: Tecnologia de Produção**. FEALQ/ESALQ/USP. Piracicaba, 2011. p. 81-98.

CASTRO, Paulo R. C.; Vieira, Elvis L. Biorreguladores e bioestimulantes na cultura do milho. In: FANCELLI, Antonio L.; Dourado Neto, Durval. (Eds). **Milho: Estratégias de manejo para alta produtividade**. FEALQ, Piracicaba, Brasil, 2003. p. 99-115.

CAVIGLIONE, João H. et al. Cartas climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000.1 CD-ROM.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2016. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília: Conab. v.3 – Safra 2015/16, n.11 – Décimo primeiro levantamento, agosto 2016. p. 108-118. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 29 de ago. 2016.

COSTAMILAN, Leila M. et al. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2012/2013 e 2013/2014. In: 39ª Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul, 39., 2012, Passo Fundo. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/Indic%C3%A7%C3%B5es%20t%C3%A9cnicas%20para%20a%20cultura%20da%20soja%20no%20RS%20e%20SC%202013-2014.pdf>>. Acesso em: 25 ago 2015.

CRUCIOL, Giovana C. D. et al. Aplicação de ácido giberélico e paclobutrazol na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.1, n.2, p. 72-79, 2014.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2006. 442 p.

DALCHIAVON, Flávio C.; CARVALHO, Morel P. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. **Semina: Ciência Agrárias**, Londrina-PR, v. 33, n. 2, 2012. p. 541-552. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/6441>>. Acesso em: 04 ago. 2016.

DAVIES, Peter J.; SPONSEL, Valerie. Giberelinas: reguladores da altura das plantas e da germinação de sementes. In: TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p. 581-618.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FALKER, Automação A. **Dados técnicos clorofiLOG**. Porto Alegre: Falker, 2009. 6 p.

FANCELLI, Antônio L. Fundamentos fisiológicos para o uso de nitrogênio em lavouras de soja. In: FANCELLI, Antônio L. (Ed.). **Inovações tecnológicas no sistema de produção soja-milho**. ESALQ, Piracicaba, 2014. p. 2-35.

FIOREZE, Samuel L. et al. Fisiologia e produção da soja tratada com cinetina e cálcio sob déficit hídrico e sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.11, p. 1432-1439, 2013.

FOSKET, Donald E.; KIEBER, Joseph. Citocininas: reguladores da divisão celular. In: TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p. 619-645.

FOYER, C. H.; GALTIER, N. Source-sink interaction and communication in leaves. In: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A. A. **Photoassimilate distribution in plants and crops: Sourcesink relationships**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 331-340.

KLAHOLD, Celestina A. et al. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, 2006. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1032/571>>. Acesso em: 06 ago. 2016.

LEITE, Vagner M.; ROSOLEM, Ciro A.; RODRIGUES, João D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 537-541, 2003.

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

MOURAD, Anna L. Principais culturas para obtenção de óleos vegetais combustíveis no Brasil.. In: Enc. Energ. Meio Rural, 6., 2006, Campinas. **Proceedings online...**Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000200029&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 15 ago. 2015.

PAVAN, Marco A. et al. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina, IAPAR, 1992, 40p, (IAPAR. Circular Técnica, 76).

SEDIYAMA, Tuneo; TEIXEIRA, R.C.; BARROS, H.B. Origem, evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, Tuneo (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina, PR: Mecenias, 2009. p. 1-5.

STOUT, Richard G.; BERNASCONI, Paul; MURPHY, Angus. Auxina: o primeiro hormônio do crescimento vegetal descoberto. In: TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p. 541-580.

TARTAGLIA, Francieli L. et al. Correlação linear de Pearson entre variáveis de soja. In: SIEPE, Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 7, n. 2, 2015, Bagé. **Anais...** Universidade Federal do Pampa, 2015. Disponível em: <<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/16539>>. Acesso em: 06 ago. 2016.

THOMAS, André L.; COSTA, José A. Desenvolvimento da planta de soja e o potencial de rendimento de grãos. In: THOMAS, André L.; COSTA, José A. (Org.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre, RS: Evangraf, 2010. p. 13-33.

THOMAS, André L.; COSTA, José A.; PIRES, João L.F. Estabelecimento da lavoura de soja. In: THOMAS, André L.; COSTA, José A. (Org.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre, RS: Evangraf, 2010. p. 127-140.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2016. World agricultural supply and demand estimates. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: 31 ago 2016.

WEBER, Érico A. **Armazenagem agrícola**. Porto Alegre: Kepler Weber Industrial, 1995. 400p.