

Parâmetros biométricos e produtividade da cultura da soja sob aplicações de produtos comerciais para quebra da dominância apical

Cássio Bombarda Auler^{1*}; Evandro Luiz Nogarolli Casimiro¹; Alfredo Alves Neto²

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*}cassio_auler@hotmail.com evandrocasmiro@hotmail.com

²Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Produção Vegetal do Programa de Pós Graduação em Agronomia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Marechal Cândido Rondon. alfredo.alves.neto@hotmail.com

Resumo: A soja (*Glycine max* L. Merrill) é a oleaginosa mais plantada e consumida no mundo, porém o maior desafio dos técnicos e produtores rurais na agricultura, é o aumento da produtividade da cultura, com isso o objetivo do trabalho foi avaliar a influência de produtos comerciais sobre a quebra da dominância apical na cultura da soja, no ano agrícola 2019/2020. O experimento foi conduzido em propriedade rural situada no município de Corbélia – PR, nos meses de setembro de 2019 à março de 2020. O delineamento utilizado foi blocos casualizados com oito tratamentos e quatro repetições, sendo T1 – testemunha, T2 – Bentazona (Basagran®), T3 – Fomesafem (Flex®), T4 – Lactofem (Cobra®), T5 – 2,4-Dichlorophenoxy (Aminol 2,4-D®), T6 – Baic (Titan FS®), T7 – Stoller (Stimulate®) e T8 – Poda mecânica. Os parâmetros avaliados foram porte da planta em, R2, R4; galhos por planta e grãos por planta, número de entrenós, massa de mil grãos e produtividade. Os dados foram submetidos ao teste F e posteriormente ao teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro. O tratamento T5 – 2,4-Dichlorophenoxy (Aminol 2,4-D®), foi o tratamento com maior redução na altura de plantas, com maior redução na produtividade. O tratamento com maior produtividade foi o tratamento T6 – Baic (Titan FS®).

Palavras-chave: *Glycine max* L. Merrill; quebra dominância apical; produtividade.

Biometric parameters and soybean crop yield under commercial product applications to break apical dominance

Abstract: Soybeans (*Glycine max* L. Merrill) are the most widely planted and consumed oilseeds in the world, greater or lesser challenge from agricultural technicians and agriculturalists, greater growth of the crop, with this objective or objective of work more impaired. Commercial products on a break of apical dominance in soybean crop, in the 2019/2020 agricultural year. The experiment was carried out on a rural property located in the municipality of Corbélia - PR, from September 2019 to March 2020. The design used was randomized blocks with eight adjustments and four repetitions, T1 - control, T2 - Bentazona (Basagran®), T3 - Fomesafem (Flex®), T4 - lactofem (Cobra®), T5 - 2,4-Dichlorophenoxy (Aminol 2,4-D®), T6 - Baic (Titan FS®), T7 - Stoller (Stimulate®) and T8 - Mechanical pruning. The replacement parameters were ported from the plant at, R2, R4; branches per plant and grains per plant, number of internodes, test and mass of a thousand grains. The data collected were analyzed by analysis of variance (ANOVA), using the SISVAR program (FERREIRA and AZEVEDO, 2011), and, when used, as test media that were used by the Duncan test at 5% probability. Treatments T5 - 2,4-Dichlorophenoxy (Aminol 2,4-D®), was treated with a greater reduction in plant height, with a greater reduction in recovery. The treatment with the greatest treatment was the T6 - Baic treatment (Titan FS®).

Key words: *Glycine max* L. Merrill; break apical dominance; productivity

Introdução

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é a oleaginosa mais plantada e consumida no mundo. É o principal produto do agronegócio brasileiro, com um crescimento de 17,03% em produção nos últimos 5 anos, pois, atingiu 95,43 milhões de toneladas em 2016 e produziu 115,02 milhões de toneladas em 2019. (CONAB, 2020)

É uma cultura sensível as variáveis edafoclimáticas, com a necessidade de 450 mm a 800 mm de chuva durante o seu ciclo, absorve de 2 mm a 8 mm diariamente, com mudanças na demanda hídrica que possuem seus picos nas fases de floração até enchimento de grãos. Além disso, necessita de temperaturas noturnas de 15°C à 22°C, pois, em temperaturas menores ou maiores, diminuem a degradação de fotossintatos produzidos pela fotossíntese durante todo o período de luz (DALL'AGNOL e GOZZANI, 2019).

O desafio dos técnicos e produtores rurais na agricultura, é o aumento da produtividade na cultura da soja. Segundo a CONAB (2020), somente nos anos agrícolas de 2010/2011, 2016/2017 e 2017/2018, a produtividade média da agricultura brasileira não ultrapassou 4 toneladas por hectare. No entanto, algumas áreas são referência na agricultura, com produtividades médias acima de 6,9 toneladas por hectare (CESB, 2019).

O manejo do dossel de forma a alcançar uma melhor arquitetura de plantas, maior número de ramificações, além de ajudar na colheita mecanizada, reduz de forma direta a predisposição ao acamamento, maior número de vagens no terço inferior e médio das plantas de soja e consequentemente o aumento de produtividade (CAMPOS *et al.*, 2010).

Nas plantas, o crescimento vegetativo é realizado por uma série de hormônios vegetais, sua síntese e degradação, produzem uma complexa interação de fatores fisiológicos e metabólicos, dentre eles a dominância apical (DARIO *et al.*, 2005).

Para Taiz e Zeiger (2004) a dominância apical é um processo fisiológico que ocorre nas plantas, onde a gema apical inibe o crescimento das gemas auxiliares, diretamente influenciada pela auxina, regulador de crescimento vegetal que influencia os mecanismos de expansão celular. Alguns herbicidas e reguladores vegetais interferem na quebra da dominância apical e no crescimento longitudinal das plantas com consequentemente diminuição no porte e acamamento. Entretanto os herbicidas possuem potencial para causar fitotoxicidade às culturas, por isso, é importante a condução de pesquisas em diferentes cultivares e condições edafoclimáticas para avaliação do efeito na produtividade das culturas (BUZELLO, 2010).

Foloni *et al.*, (2016), conduziram experimentos nos Município de Ponta Grossa e Londrina PR nas cultivares de soja BRS 1001IPRO, BRS 1007IPRO e BRS 1010IPRO com estandes de 220 e 360 mil plantas ha⁻¹, com a utilização de lactofem, etefom e controle. Com exceção da cultivar BRS 360RR, os tratamentos testados (regulador de crescimento e herbicida), diminuíram o acamamento, mas prejudicaram a produtividade em 11,25% e 3,75% com lactofen e etefom, respectivamente.

A aplicação de lactofen, herbicida utilizados para controle de dicotiledôneas, em plantas de soja ocasionou redução no crescimento da soja com consequente redução no acamamento em cultivares com 400.000 plantas ha⁻¹ (BUZELLO, 2010).

Diversos trabalhos de pesquisa têm realizado testes com herbicidas em doses menores (FOLONI *et al.*, 2016), com objetivo de alcançar um maior brotamento das hastes auxiliares.

Outros trabalhos têm avaliado a interferência na dominância apical, causada por produtos que contenham hormônios vegetais, sintéticos ou orgânicos (CARVALHO *et al.*, 2013). No entanto, trabalhos de pesquisa que realizem a comparação do feito de herbicidas com os produtos de base hormonal são incipientes e escassos.

Neste sentido, o principal objetivo deste trabalho foi avaliar a influência na cultura da soja de diferentes produtos comerciais disponíveis no mercado, com objetivo de proporcionar a cultura a quebra da dominância apical durante o ano agrícola 2019/2020.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido entre os meses Outubro de 2019 à abril de 2020, na propriedade rural situada no município de Corbélia – PR, nas coordenadas geográficas: 24° 76' 64,61" S e 53° 35' 09,09" O, altitude: 671 m, durante a safra 2019/2020 (Figura 1). O solo é classificado como latossolo vermelho distroférico típico (EMBRAPA, 2018). A cultivar utilizada foi soja – *Glycine max* (L.) NA 5909 RG®.



Figura 1 – Localização do Local do Experimento. Google Earth (2020).

Inicialmente, foi realizada amostragem de solo na profundidade de 0 – 0,20 m e de 0,20 – 0,40 m. As amostras encaminhadas ao laboratório de análises químicas Santa Rita, localizados em Mamborê-PR. Os dados da análise química são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo antes da instalação do experimento, Sítio Auler, Corbélia-PR, 2020.¹.

Profundidade	P	M.O	pH CaCl ₂	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	H + Al	Al ⁺³	CTC	SB	Ca/Mg
M	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----								
0 – 0,20	7,86	3,94	4,76	5,28	1,35	0,39	7,20	0,24	14,22	7,02	3,91
0,20 – 0,40	2,86	2,56	5,09	5,07	1,52	0,28	5,55	0,00	12,42	6,87	3,34

Profundidade	V(%)	Al	Ca	Mg	K	S-SO ₄ ⁻²	B	Mn	Zn	Cu	Fe
		% de saturação na CTC									
M	-----%					-----mg dm ⁻³ -----					
0 – 0,20	61,07	3,31	37,13	9,49	2,74	16,43	0,34	97,50	5,02	8,89	34,40
0,20 – 0,40	55,31	0,00	40,82	12,24	2,25	15,22	0,31	62,30	2,37	9,69	36,40

¹P, K⁺, Cu, Zn, Fe e Mn – Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ – KCl; M.O – Walkey Black; pH – Cloreto de Cálcio; H + Al – Tampão SMP; S(SO₄)⁻² - Fosfato Monocálcico; B – Cloreto de Bário (LANA et al., 2016).

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com oito tratamentos e quatro blocos, com 32 parcelas, sendo que cada parcela terá dimensão de 3 x 10 metros. O experimento ocupa uma área total de 852m². Os tratamentos utilizados estão dispostos na tabela 2.

Tabela 2 – Herbicidas com suas respectivas doses por hectare (dose L/kg ha⁻¹), doses de ingrediente ativos por hectare (dose I.A L ou kg ha⁻¹) e volume de calda (110 L ha⁻¹), utilizados no experimento. Sítio Auler, Corbélia-PR, 2020.

Tratamentos	Princípio ativo	Dose L/kg ha ⁻¹	Dose I.A L/kg ha ⁻¹
T 1 - Controle	-	-	-
T 2 - Cobra	Lactofem	0,75	0,090
T 3 - Basagran	Bentazona	1,20	0,360
T 4 - Flex	Fomesafem	0,90	225
T 5 - 2,4-D	2,4-D	1,00	806
T 6 - BAIC	Baic	1,00	-
T 7 - Stimulate	Stoller	1,50	-
T8 – Poda mecânica	-	-	-

Fonte: o Autor, 2020.

As aplicações foram realizadas conforme recomendação técnica de cada produto. A poda mecânica foi realizada no estágio v5-v6 com auxílio de roçadeira manual na altura do último trifólio (gema apical).

Os tratamentos foram aplicados com de pulverizador costal de pressão constante (pressurizado a CO₂), dotado de uma barra lateral com disposição simultânea de seis pontas espaçadas de 0,50 m, com emprego de 490 KPa, com velocidade de deslocamento de 3,6 km/h. A altura de aplicação em relação à cultura foi de 0,50 m e a vazão foi de 110 litros hectare (Figura 2).



Figura 2 – Imagem demonstrativa da barra lateral e aplicação dos tratamentos nas parcelas experimentais. Sítio Auler, Corbélia-PR, 2020.

A semeadura das parcelas foram realizada no mês de setembro, data em que as condições eram favoráveis para semeadura da cultura da soja, 355.000 plantas por hectare. Espaçamento de 0,45 metros, período de condução dos experimentos: outubro de 2019 a abril de 2020.

Parcelas 3 metros de largura x 10 metros de comprimento

T2	T4	T1	T5	T3	T7	T8	T6	Bloco I
T4	T8	T7	T6	T3	T2	T1	T5	Bloco II
T8	T5	T1	T4	T2	T3	T7	T6	Bloco III
T1	T7	T3	T2	T6	T8	T4	T5	Bloco IV

Figura 2 – Imagem ilustrativa do croqui, com alocação dos tratamentos nas parcelas experimentais. Sítio Auler, Corbélia-PR, 2020.

Na área experimental era utilizado plantio direto por mais de 10 anos, em sistema de culturas de soja no verão, trigo, milho segunda safra e aveia-branca no inverno, adubadas exclusivamente com fertilizantes minerais, de acordo com as necessidades das culturas. Por ocasião da instalação do experimento, a cobertura do solo consiste de resíduo de trigo (*Triticum aestivum*).

Os tratos culturais foram realizados ao levar em conta o nível de dano econômico, para plantas daninhas e pragas aplicados de acordo com recomendação agronômica e produtos com receituário agrônômico.

Foram realizadas avaliações e estudos dos parâmetros biométricos da cultura, descritos no parágrafo abaixo:

Porte da planta R2 e R4;

Nº de grãos por planta – (Contagem x média por planta);

Nº de entrenós produtivos – (Nº de entrenós por planta);

Massa de mil grãos e produtividade: a massa de mil grãos foi determinada a partir da pesagem em balança de precisão de 1.000 grãos colhidos por parcela. Quanto à produtividade de grãos de soja, foi determinado com a colheita manual das parcelas, com padronização para 13% de umidade. O experimento foi colhido em 05 de março de 2020. O experimento não foi dessecado.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com utilização do software SISVAR (Ferreira, 2011), análise estatística pelo teste F e agrupamento de médias pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

As variáveis analisadas, altura de plantas em R.2 (ALT R.2), altura de plantas em R.4 (ALT R.4), número de grãos por planta (GRÃOS), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) sofreram influência com as aplicações dos tratamentos (Tabela 3). Em contrapartida, não houve diferenças significativas para número de entrenós por planta (ENTRENÓ).

Tabela 3 – Quadro de análise de variância com os quadrados médios e média apresentada de soja, após aplicação dos tratamentos. Sítio Auler, Corbélia-PR, 2020.

Fonte de variação	GL	ALT R.2	ALT R.4	GRÃOS	ENTRENÓ	MMG	PROD
Tratamentos	7	0,034014*	0,060933**	345,057098*	0,109107 ^{NS}	303,626408**	8780,857143*
Bloco	3	0,001421 ^{NS}	0,001047 ^{NS}	112,451146 ^{NS}	0,071250 ^{NS}	112,804976 ^{NS}	6668,750000 ^{NS}
Erro	21	0,012882	0,001804	143,578765	0,134345	63,589310	4895,511905
Total	39						
CV (%)		11,37	4,16	8,86	2,03	5,31	7,87
Média		0,99	1,02	135,19	18,05	150,28	4767,90

^{NS} não significativo, *significativo (p<0,05) e **significativo (p<0,01).

Para altura de plantas no estágio de R.2, o tratamento com potencial para maior redução de porte na cultura da soja, foi o tratamento com uso de 2,4-D (Tabela 4).

O 2,4-D é um herbicida translocado pelo floema assim se move para a parte aérea e radicular da planta, inibe assim a produção de algumas enzimas e resulta a morte da planta (EMBRAPA, 2008).

Tabela 4 – Efeitos dos tratamentos testados na altura de plantas no estágio R.2 e altura de plantas no estágio R.4. Sítio Auler, Corbélia-PR, 2020.

Tratamentos	Altura de plantas R.2	Altura de Plantas R.4
	m	
Controle	1,0718 A	1,0988 A
Cobra	1,0653 A	1,0623 A
Basagran	1,0790 A	1,0863 A
Flex	0,9718 B	1,0913 A
2,4-D	0,8263 C	0,7670 C
BAIC	1,0500 A	1,0850 A
Stimulate	1,0205 A	1,0905 A
Poda Mecânica	0,9000 B	0,8935 B

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan (p<0,05).

Evidencia-se que no estágio R.2 os tratamentos Flex e Poda Mecânica, apresentaram plantas com 0,97 e 0,90 m respectivamente, com 0,10 e 0,17 m a menos do que as parcelas controle, sem aplicação dos produtos. No entanto, no estágio R.4, pode-se notar que houve uma retomada de crescimento no tratamento Flex, o qual, não diferiu significativamente entre os tratamentos Controle, Cobra, Basagran, BAIC e Stimulate (Tabela 4).

No estágio de R.4 o tratamento com 2,4-D, continuou com o mesmo desempenho do estágio R.2, com a menor altura dentre os tratamentos, seguido dos tratamentos poda mecânica.

O processo fisiológico da quebra da dominância apical possui diferentes fases, dentre elas a formação da gema lateral, inibição do crescimento da gema lateral, quebra da dominância apical por decapitação e por fim desenvolvimento da gema segundo ONO *et al.* (2004). Neste processo, quando ocorre a inibição do crescimento da gema apical esta região da planta concentra mais ácido indol acético, o qual inibe o crescimento da planta por certo momento (TAIZ, ZIEGER, 2004).

Uma boa prática cultural é a utilização de reguladores de crescimento para diminuir ou ainda evitar a ocorrência de acamamento em determinadas culturas, os redutores de crescimento normalmente atuam nas plantas ao desencadear diversas mudanças celulares, o que pode afetar a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos e tecidos (KERBAUY, 2004; SOUZA *et al.* 2013; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Para os parâmetros biométricos número de grãos por planta (Grãos por planta) e número de entrenós (Entrenós) os resultados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Efeitos dos tratamentos testados em número de grãos por planta de número de entrenós. Sítio Auler, Corbélia-PR, 2020.

Tratamentos	Grãos por planta und	Entrenós
Controle	139,7250 A	17,9750 ^{NS}
Cobra	139,3500 A	18,0250
Basagran	131,4250 AB	18,0750
Flex	141,2250 A	17,8250
2,4-D	113,9750 B	18,3500
BAIC	134,2500 AB	18,1750
Stimulate	141,7250 A	17,9000
Poda Mecânica	139,8500 A	18,1250

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). ^{NS} não significativo.

Os tratamentos Controle, Cobra, Flex, Stimulate e Poda Mecânica, obtiveram as maiores massas de mil grãos. Segundo Souza *et al.*, (2013), a translocação de fotoassimilados pode ser afetada devido a aplicação tardia dos reguladores de crescimento, ou ainda pode acarretar na produção de grãos chochos.

Para o número de entrenós, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Na concepção de Foloni *et al.* (2016), a diminuição do número de entrenós por planta ocorreu em decorrência da utilização de determinado regulador de crescimento, dessa forma, assim que houvesse um aumento na concentração de etileno nas plantas.

Os parâmetros biométricos massa de mil grãos e produtividade foram influenciados pelos tratamentos (Figura 3).

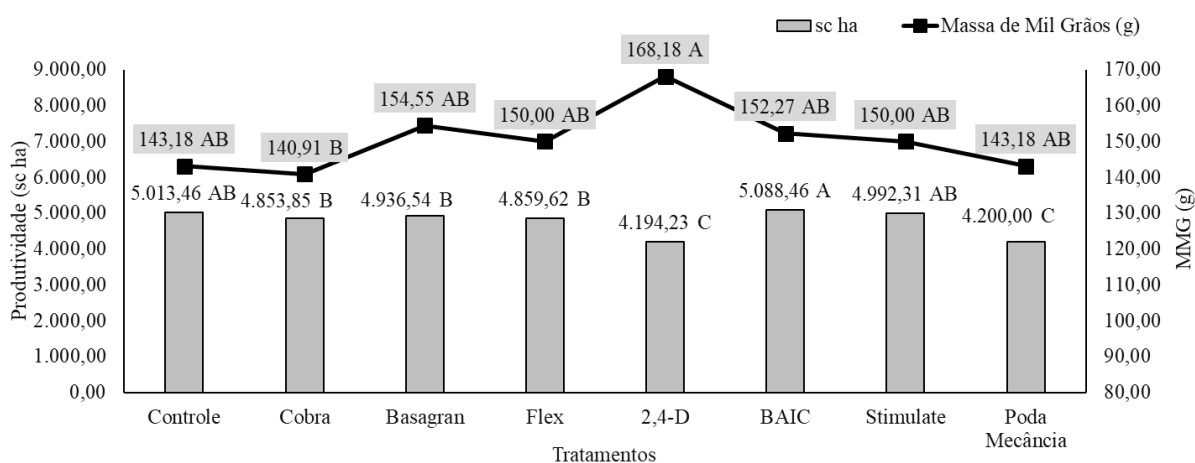


Figura 3 – Efeitos dos tratamentos testados em produtividade (kg ha⁻¹) e massa de mil grãos (g). Sítio Auler, Corbélia-PR, 2020.

Apesar da maior redução de porte, o tratamento 2,4-D, apresentou a maior massa de mil grãos. Em contrapartida, a menor produtividade.

O presente trabalho corrobora com o trabalho de pesquisa de Foloni *et al.*, (2010), onde os tratamentos que reduziram a altura de plantas e consequente acamamento, reduziram da mesma forma, a produtividade.

A maior produtividade foi de 5.099,46 kg ha⁻¹ com o tratamento BAIC, sendo este, um incremento de 75 e 894,23 kg ha⁻¹, ao ser comparado com os tratamentos controle de 2,4-D respectivamente.

Conclusão

O manejo com fitorreguladores reduz o porte da lavoura e minimiza o acamamento, mas há perda de produtividade.

O tratamento T5 - 2,4-Dichlorophenoxy (Aminol 2,4-D®), foi o tratamento com maior redução na altura de plantas, com maior redução na produtividade.

O tratamento com maior produtividade foi o tratamento T6 – Baic (Titan FS®).

Referências Bibliográficas

BUZZELLO, G.L. **Uso de reguladores no controle do crescimento e no desempenho agrônomo da cultura da soja CD 214 RR**. Dissertação de mestrado em agronomia. Pato Branco: UTFPR, 2010. 157p.

CAMPOS, M.F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J.D. Arquitetura de plantas de soja e a aplicação de reguladores vegetais. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**. v.3, n. 1, pp. 153-159, 2010.

CARVALHO, J.C.; VIECELLI, C.A.; ALMEIDA, D.K. Produtividade e desenvolvimento da cultura da soja pelo uso de regulador vegetal. **Acta Iguazu**. v.2, n.1, p. 50-60, 2013.

CESB – Comitê Estratégico Soja Brasil. Publicações. In. **Cases campeões**. Disponível em: <<http://www.cesbrasil.org.br/publicacoes/>>. Acessado em: 23 agosto 2019.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Safras. In. **Séries históricas**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos Acesso em: 10 agosto 2019.

DALL'AGNOL, A.; GAZZONI, L. D. Origem e Evolução. **500 perguntas e 500 respostas, o produtor pergunta e a Embrapa responde**. 1.^a Ed. Brasília: Embrapa, 2019.

DARIO, G.J.A.; MARTIN, T.N.; NETO, D.D.; MANFRON, P.A.; BONNECARRÈRE, R.A.G.; CRESPO, P.E.N. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**. v.12, n.1, p. 63-70. 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Cerrado. **Herbicidas: mecanismos de ação e uso**. 1^a ed. Planaltina- DF. 2008.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 2018. 353p.

FERREIRA, D.F. Sisvar a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. V. 35, p. 1039-1042, 2011.

FOLONI, J.S.S.; HENNING, F.A.; MERTZ-HENNING, L.M.; MELO, C.L.P.de. **Lactofem e etefom como reguladores de crescimento de cultivares de soja.** Resumos expandidos da XXXV Reunião de Pesquisa de Soja. Londrina, 2016.

LANA, M.C. FEY, R.; FRADALOSSO, J.F.; RICHART, A.; FONTATIVA, S. **Análise química de solo e tecido vegetal: práticas de laboratório.** UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, 2016, 129p.

ONO, O. E. JÚNIOR, G. F. J. RODRIGUES, D. J. Reguladores vegetais na quebra da dominância apical de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.2, p. 348-350, Jaboticabal - SP, 2004.

SOUZA, A. C. FIGUEIREDO, P. B. COELHO, M. M. C. CASA, T. R. SANGOI, L. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. **Bioscience Journal**., v. 29, n. 3, p. 634-643, Uberlândia, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.^a ed., Porto Alegre: Artmed, 2004. 559p.