

Indutores de resistência nos aspectos vegetativos e nutricionais da soja

Poliana Frigo¹, Tiago Roque Benetoli da Silva^{2*}, Tainara Vanessa Carraro³, Natalia Alves Barbosa², Claudia Regina Dias Arieira², Juliana Stracieri²

²Universidade Estadual de Maringá (UEM), *Programa de pós-graduação em Agronomia*, Maringá-Paraná

¹Universidade Estadual de Maringá (UEM), *Campus Umuarama*, Paraná, Brasil. Departamento de Ciências Agronômicas. Estrada da Paca, São Cristóvão, 87501-970, Umuarama, Paraná.

³Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *Campus Marechal Cândido Rondon*, Paraná, Brasil.

E-mail autor correspondente: trbsilva@uem.br

Artigo enviado em 30/07/2017, aceito em 19/02/2018.

Resumo: Devido ao constante aumento da cultura da soja (*Glycine max* L.) em áreas novas agrícolas é observado ao mesmo tempo o aumento de pragas e doenças incidentes na cultura. Buscando alternativas mais sustentáveis para o controle, estudos indicam que a indução de resistência das plantas pode obter resultados satisfatórios. Em vista disso, o experimento foi realizado na UEM – Campus de Umuarama em vasos a céu aberto e foi feito delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 testemunhas, sendo duas de Acibenzolar-S-Metil (25 e 50 g ha⁻¹) do produto comercial Bion WG 500, duas doses de Ecolife® (0,5 e 1,0 L ha⁻¹) e o tratamento testemunha com seis repetições para análise da resposta da planta a esses indutores. Conclui-se então que as aplicações dos indutores de resistência não interferiram significativamente no desenvolvimento da soja. Em relação à nutrição de plantas, a aplicação dos indutores aumentou a concentração do Mg e Zn foliar.

Palavras-chave: *Glycine max*, Bion, Ecolife.

Inductors resistance rates of application on soybean

Abstract: Due to the steady increase in soybean (*Glycine max* L.) in agricultural new areas is observed at the same time increasing pest and disease incidents in culture. Looking more sustainable alternative for control studies indicate that induction of resistance of plants can obtain satisfactory results. In view of this, the experiment was conducted in EMU - Campus Umuarama in pots in the greenhouse and was made completely randomized design, with five witnesses, two of acibenzolar-S-methyl (25 and 50 g ha⁻¹) of Bion commercial product WG 500, two doses of Ecolife® (0.5 and 1.0 ha⁻¹) and control treatment with six replications for the analysis of plant response to such inducers. It was concluded that the application of resistance inducers do not interfere significantly in the development of soybeans. With regard to plant nutrition, application of inducing increased the concentration of Mg and Zn leaf.

Keywords: *Glycine max*, Bion, Ecolife.

Introdução

A soja (*Glycine max* L.) foi introduzida no Brasil no ano de 1882 através dos Estados Unidos, hoje está adaptada e cultivada em todas as regiões do Brasil, sendo a principal responsável pelo aumento na área de produção de grãos, registrando em 2015 um aumento entre 2,1 a 3,8% (671,3 a 1.244,4 mil hectares) (CONAB, 2015).

Após anos de melhoramento genético, a soja ainda é acometida por várias doenças que impedem que ela alcance seu potencial máximo de produção (EMBRAPA, 2010), o que pode acabar prejudicando financeiramente o produtor e até mesmo os consumidores da oleaginosa, visto que atualmente a soja dispõe de quase 90% da produção de óleo no Brasil (VIEIRA et al., 2010). Segundo a Embrapa Soja (2006) a perda anual varia entre 15 e 20%, embora algumas doenças possam levar a perda de até 100% da produção. Sabendo isso, é indispensável a utilização de métodos de controle de doenças.

Devido a crescente expansão da cultura da soja para regiões novas é evidente um aumento de pragas e doenças e o produtor acaba se tornando dependente da utilização de produtos químicos para o controle mais rápido e eficiente. Porém, a longo prazo, a utilização excessiva desse método de controle pode trazer prejuízos sociais, ambientais e econômicos, visto que nem sempre esses produtos vão obter um resultado satisfatório (LEITE et al., 2006) e atualmente os mercados consumidores de soja interno e, principalmente, externo está cada vez mais exigente quanto aos padrões de qualidade dos produtos e do ambiente sócio-físico da produção (EMBRAPA, 2004).

Com o aumento dos danos e o surgimento de populações de insetos-praga resistentes, produtores voltaram-

se para os métodos alternativos de controle que, se utilizados corretamente, podem desempenhar resultados satisfatórios (FERNANDES; CARNEIRO, 2006). Sabe-se que plantas possuem uma ampla gama de mecanismos de defesa contra patógenos, que podem ser ativados por eliciadores bióticos ou abióticos, e um método de ativação desses mecanismos e também um dos mais modernos de controle de doenças de plantas é a indução fisiológica de resistência, cujo processo envolve a ativação de mecanismos latentes de resistência, criando barreiras físicas e bioquímicas nas plantas tornando-as, assim, mais resistentes. (HUTCHESON, 1998; VALLAD; GOODMAN, 2004; SALES JUNIOR et al., 2005; CARVALHO, 2010).

Pesquisas que envolvem a aplicação de indutores de resistências observam o ganho de produtividade e desenvolvimento de planta, indicando então que as utilizações desses compostos podem ajudar a diminuir custos de produção e trazer benefícios (KUHN; PASCHOLATI, 2010). Por outro lado, há estudos que mostram que as utilizações de indutores de resistência não incrementam na produtividade, ou causam até redução da mesma (GODARD et al., 1999; HEIL et al., 2000; REDMAN; CIPOLLINI JÚNIOR; SCHULTZ, 2001; DIETRICH; PLOSS; HEIL, 2005).

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo a verificação do desenvolvimento e nutrição da soja, em função da aplicação de indutores de resistência.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido a céu aberto, na Universidade Estadual de Maringá, Campus de Umuarama - PR, localizada na latitude 23º 47' 55 Sul e longitude 53º 18' 48 Oeste, à 430m acima do nível do mar.

O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições e cinco tratamentos, sendo estes: 25 e 50 g ha⁻¹ de acibenzolar-s-metilico (Bion 500 WG®), 0,5 e 1,0 L ha⁻¹ de Ecolife®, em plantas de soja, cultivar BMX Potência RR, e testemunha sem aplicação de produto.

O solo foi coletado de um Latossolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2013) e depositado em vasos de 18 litros, com adubação constituída de calcário até elevar a saturação por base à 70%, no dia 02/12/2015. No dia 04/12/2015 foi realizada a semeadura. Os tratamentos foram aplicados após a emissão do primeiro trifólio e novamente após o início da floração. As plantas foram mantidas até o ponto de colheita para avaliação.

As plantas foram coletadas, medida a altura e diâmetro de colmo, e levadas a laboratório, para obtenção de massa seca de parte aérea, onde as mesmas foram deixadas para secar em estufa, a 65 °C, até a massa constante.

Para avaliação do teor de nutrientes, foram utilizadas a parte aérea de plantas coletadas na área útil de cada parcela experimental, durante o período de florescimento pleno, sendo submetidas à lavagem com água destilada e colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 60 – 70 °C, por 72 horas. Foram analisados os macronutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e os micronutrientes como boro (B), zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn) seguindo a metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Foi efetuada análise de variância a 5% de probabilidade com as médias comparadas pelo teste de Tukey com o mesmo nível de significância. A análise estatística foi efetuada seguindo-se o modelo de análise variância, por

intermédio do programa Sisvar (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

Não houve influência dos tratamentos em relação ao diâmetro, matéria seca e alturas de plantas de soja (Tabela1), o que pode indicar que as induções de resistência promovida pelos produtos avaliados não interferiram no desenvolvimento e ganho de massas das plantas tratadas. Segundo Vitti (2009), quando o acibenzolar-s-metil (ASM) é aplicado às plantas, induz a produção de um sinal químico translocado que desencadeia a resposta de resistência. Estes sinais ativam a expressão de genes conhecidos por serem controlados pelas rotas metabólicas do ácido salicílico (AS), levando à síntese subsequente de um grupo característico de proteínas, as PR-proteínas. Alguns dos compostos relacionados com os mecanismos de defesa inespecíficos têm seus níveis aumentados nos tecidos da planta como as peroxidases, fenilalanina amônia liase (PAL) e lignina.

Cavalcanti et al. (2006) mostra que o crescimento das plantas que receberam tratamento ASM não diferiu da testemunha em relação ao crescimento das plantas, porém, com o uso do produto Ecolife®, houve uma redução significativa do crescimento de parte aérea e redução no acúmulo de massa seca, resultado contrário ao presente trabalho, onde a aplicação de Ecolife® não reduziu tais parâmetros. Kuhn e Pascholati (2010) observaram que após a quarta aplicação do acibenzolar-s-methyl (ASM), a massa seca de parte aérea na cultura do feijoeiro foi menor, quando comparada às plantas não tratadas, e às plantas que receberam um menor número de aplicação do produto, uma vez que plantas que receberam até 2 aplicações de ASM não apresentou diferença

quanto aos parâmetros de desenvolvimento de planta.

Tabela 1. Massa seca da parte aérea (g), diâmetro de colmo (mm) e altura de plantas (cm) de plantas de soja, em função da aplicação de indutores de resistência, em Umuarama (PR) - 2016

Tratamento	Diâmetro de colmo (mm)	Massa seca da parte aérea (g)	Altura de plantas (cm)
Sem aplicação	8,83	8,38	37,5
Bion 500 (25 g ha ¹)	7,33	8,54	37,0
Bion 500 (50 g ha ¹)	8,02	8,36	37,5
Ecolife (0,5 L ha ¹)	9,01	8,60	36,2
Ecolife (1,0 L ha ¹)	9,00	8,52	38,0
C.V. (%)	18,2	20,2	22,9
Teste F	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.= não significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente. C.V. = coeficiente de variação

O Ecolife® é um produto composto por ácido ascórbico, cítrico e láctico, favanóides e fitoalexinas cítricas, tem uma ação sinérgica e aumenta o vigor e a resistência de plantas à doenças (BOLETIM TÉCNICO ECOLIFE®, 2009), apesar disso, no presente trabalho, as plantas que receberam aplicação do produto Ecolife® não resultou em diferenças significativas quando comparado com aos outros tratamentos.

A altura de plantas também não apresentou diferenças significativas para nenhum dos tratamentos, o que difere de um estudo avaliando o efeito de ASM e bioflavonóides cítricos no controle de mancha-aquosa em meloeiros, onde Cabral et al., (2010) observou que as aplicações desses compostos reduziram em 24% a altura de planta e 41% a massa seca de parte aérea.

Em relação aos teores de macro e micronutrientes, (Tabela 2 e 3), observou-se que os valores encontrados nas plantas estão dentro dos níveis considerados adequados para a cultura (EMBRAPA, 2004), com exceção apenas

para o P e o K que se encontram em níveis de deficiência. O excesso de chuva por um período pode ser uma possível explicação para a deficiência de P e K, visto que são elementos altamente móveis, além disso, a calagem promove o aumento das concentrações de Ca e Mg do solo, relativamente à do K, podendo reduzir a absorção de K pelas raízes e provocar sua deficiência (GOEDERT et al., 1975).

Para os teores de zinco, observa-se que os resultados diferiram estatisticamente, onde a aplicação de 50 g ha¹ de Bion aumentou significativamente o teor desse micronutriente (Tabela 3). Este fator pode estar relacionado a acidez do solo, uma vez que os valores de pH, a presença de substâncias orgânicas e inorgânicas formadoras de complexos e a concentração e espécie química do metal presente no solo pode influenciar na concentração desse micronutriente (AGOURAKIS et al., 2006).

Tabela 2 – Teores foliares de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), em g kg⁻¹, no tecido foliar da parte aérea de plantas de soja, em função da aplicação de indutores de resistência, em Umuarama (PR) – 2016

Tratamento	P	K	Ca	Mg
	-----g kg ⁻¹ -----			
Sem aplicação	1,16	5,87	6,89	4,0 b
Bion 500 (25 g ha ¹)	1,14	4,15	7,93	4,3 ab
Bion 500 (50 g ha ¹)	2,05	7,40	8,42	4,8 ab
Ecolife (0,5 L ha ¹)	1,35	4,46	7,01	3,8 b
Ecolife (1,0 L ha ¹)	1,26	5,48	8,44	5,2 a
C.V. (%)	22,1	21,1	19,6	16,1
Teste F	n.s.	n.s.	n.s.	*

n.s. e * = não significativo e significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente. C.V. = coeficiente de variação

Tabela 3 – Teores foliares de cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn) e manganês (Mn) em mg kg⁻¹, no tecido foliar da parte aérea de plantas de soja, em função da aplicação de indutores de resistência, em Umuarama (PR) – 2016

Tratamento	Cu	Fe	Zn	Mn
	-----mg kg ⁻¹ -----			
Sem aplicação	11,0	956	80,5 ab	117
Bion 500 (25 g ha ¹)	11,8	932	82,8 ab	179
Bion 500 (50 g ha ¹)	11,0	967	122,0 a	134
Ecolife (0,5 L ha ¹)	9,3	966	65,7 b	150
Ecolife (1,0 L ha ¹)	9,0	934	54,3 b	143
C.V. (%)	30,1	2,9	30,2	27,3
Teste F	n.s.	n.s.	*	n.s.

n.s. e * = não significativo e significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente. C.V. = coeficiente de variação

Conclusões

Com o presente trabalho foi possível concluir que as aplicações dos indutores de resistência não interferiram significativamente no desenvolvimento da soja.

Em relação à nutrição de plantas, a aplicação dos indutores aumentou a concentração do Mg e Zn foliar.

Referências

AGOURAKIS, D.C.; CAMARGO, I.M.C.; COTRIM, M.B.; FLUES, M. Comportamento de zinco e manganês de pilhas alcalinas em uma coluna de solo. *Química Nova*, São Paulo, v.29, n.5, p.960-964, 2006.

BOLETIM TÉCNICO ECOLIFE. **Estimulando as plantas a produzir suas próprias defesas**. São José dos Campos: Quinabara, 2009, 19p.

CABRAL, C.P.; GAMA, M.A.S.; ALEXANDRE, E.R.; MARIANO, R.L.R.; SILVEIRA, E.B. Efeito de acibenzolar-S-metil, mananoligossacarídeo e bioflavonóides cítricos no controle da mancha-aquosa e no crescimento do meloeiro. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, v.35, n.2, p.119-123, 2010.

CARVALHO, E.A. **Indutores de resistência no manejo da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow)**. 2010. 54p. Tese (Doutorado em

Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

CAVALCANTI, F.R.; RESENDE, M.L.V.; ZACARONI, A.B.; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; COSTA, J.C.B.; SOUZA, R.M. Acibenzolar-S-metil e Ecolife® na indução de respostas de defesa do tomateiro contra a mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*). **Fitopatologia Brasileira**, Viçosa, v.31, n.4, p.372-380, 2006.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos v.3 - SAFRA 2015/16- n. 2- Segundo levantamento 2015**

DIETRICH, R.; PLOSS, K.; HEIL, M. Growth responses and fitness cost after induction of pathogen resistance depend on environmental condition. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v.28, p.211-222, 2005.

EMBRAPA SOJA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção 14: Tecnologia de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2011**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2010. 255p.

EMBRAPA SOJA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 162p.

Embrapa Soja – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Entomologia**. Londrina: Embrapa Soja, 2004, cap 1, p. 9.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - Paraná 2005**. Londrina:

Embrapa Soja, 2004. 218p. (Sistemas de Produção, n.6).

FERNANDES, O.A.; CARNEIRO, T.R. Controle biológico de Spodopterafrugiperda no Brasil, p. 75-82. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. (Eds.). **Controle Biológico na Prática**. Piracicaba, ESALQ/USP, cap. 2, p. 287, 2006.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0 In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA. 2000. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000.

GODARD, J.F., ZIADI, S.; MONOT, C.; LE CORRE, D.; SILUÉ, D. Benzothiadiazole (BTH) induces resistance in cauliflower (*Brassica oleracea* var botrytis) to downy mildew of crucifers caused by *Peronospora parasitica*. **Crop Protection**, Guildford, v.18, n.1, p.397-405, 1999.

GOEDERT, W.J.; COREY, R.B.; SYERS, J.K. The effects on potassium equilibria in soils of Rio Grande do Sul. **Brazilian Soil Science**, Viçosa, v.120, n.2, p.107-111, 1975.

HEIL, M.; HILPERT, A.; KAISER, W.M.; LINSEINMEIR, K.E. Reduced growth and seed set following chemical induction of pathogen defence: does systemic acquired resistance (SAR) incur allocation cost? **Journal of Ecology**, Oxford, v.88, n.4, p.645-654, 2000.

HUTCHESON, S.W. Current concepts of active defense in plants. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.36, p.59-90, 1998.

LEITE, L.G.; TAVARES, F.M.; GINARTE, C.M.A.; CARREGARI, L.C.; BATISTA FILHO, A. Nematóides

entomopatogênicos no controle de pragas. In: PINTO, A.S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (Eds.). **Controle Biológico na Prática**. Piracicaba, ESALQ/USP, cap. 2, p.45-53, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.

PEREIRA, S.C.; RODRIGUES, F.A.; CARRÉ-MISSIO, V.; OLIVEIRA, M.G.; ZAMBOLIM, L. Aplicação foliar de silfício na resistência da soja à ferrugem e na atividade de enzimas de defesa. **Tropical Plant Pathology**, Viçosa, v.34, n.3, p.223-230, 2009.

REDMAN, A.M.; CIPOLLINI JÚNIOR, D.F.; SCHULTZ, J.C. Fitness costs of jasmonic acid-induced defense in tomato, *Lycopersicon esculentum*. **Oecologia**, Berlin, v.126, n.3, p.380-385, 2001.

SALES JUNIOR, R.; ROCHA, J.M.M.; MENDES, A.M.S.; NUNES, G.H.S.; NASCIMENTO, M.T.A. Aspectos qualitativos do melão exportado pelo Porto de Natal-RN. **Caatinga**, Mossoró, v.18, n.3, p.267-271, 2005.

VALLAD, G.E.; GOODMAN, R.M. Systemic acquired resistance and induces systemic resistance in conventional agriculture. **Crop Science**, Madison, v.44, n.6, p.1920-1934, 2004.

VIEIRA, A.C.; VASCONCELOS, V.M.; SILVA, P.C.G.; OLIVEIRA, R.P.S.; SILVA, G.F. Winterização do óleo de soja associado à degomagem para produção de biosiesel. In: I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1, 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010, p.1933-1938.

VITTI, A.J. **Tratamento de semente de soja (*Glycine Max* L. (merr)) com abamectina, tiabendazol e acibenzolar-S-metil no manejo de nematóides**. 2009, 120p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.