

SEÇÃO 8 FITOPATOLOGIA

INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA A DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA

Odacir Oro¹, Carolina Amaral Tavares da Silva² e Cláudia Regina Dias Arieira²

¹Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia. Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR E-mail: ooodacir@yahoo.com.br

²Universidade Estadual de Maringá, PR – Brasil. E-mail: karoltavares@yahoo.com.br, crdariaeira@uem.br

*RESUMO: A soja é uma cultura amplamente presente na agricultura brasileira com cerca de 30% da produção mundial, exigindo por parte dos pesquisadores técnicos e agricultores, um trabalho eficaz no que se refere ao controle de doenças. O trabalho objetivou avaliar a indução de resistência a doenças na cultura da soja (*Glycine max*). Foi utilizado 20 parcelas com 4 tratamentos diferenciados. Os tratamentos utilizados são: T1 = Silício – 200 mL ha⁻¹, Fosfíto – 400 mL ha⁻¹, Cobre – 350 mL ha⁻¹, Fungicida sistêmico – 140 mL ha⁻¹ e Óleo metilado de soja 580 mL ha⁻¹. T2 = Fungicida Sistêmico 140 mL ha⁻¹ e Óleo metilado de soja Áureo 580 mL ha⁻¹. T3 = Silício 200 mL ha⁻¹, Fosfíto 400 mL ha⁻¹ e Cobre 350 mL ha⁻¹. Com duas aplicações compreendendo os estádios fenológicos R1 e R5. e T 4 = Testemunha, sem tratamento. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a incidência de doenças, produtividade por hectare e o peso de 1000 grãos. O uso dos produtos indutores de resistência, Cobre, Silício e Fosfíto, associado ao uso do fungicida proporcionou os melhores resultados de rendimento de grãos (kg ha⁻¹). Já a massa de 1000 grãos (g), não teve diferença significativa a nível de 5%.*

PALAVRA-CHAVE: Glycine max L., proteção de plantas.

RESISTENCE INDUCE ON SOYBEAN PLANTS

*ABSTRACT: Soybean is a crop widely present in the Brazilian agriculture with about 30% of world production, demand from farmers and technical researchers, effective work in relation to disease control. This study aims to evaluate the induction of resistance to disease in the culture of soybean (*Glycine max*). Were used 20 plots with 4 different treatments. The treatments used were: T1 = Silicon - 200 mL ha⁻¹, phosphite - 400 mL ha⁻¹, Copper - 350 mL ha⁻¹ Systemic Fungicide - 140 mL ha⁻¹ and methylated soybean oil 580 mL ha⁻¹. T2 = Systemic Fungicide 140 mL ha⁻¹ oil and methylated Áureo of 580 mL ha⁻¹. T3 Silicon 200 mL ha⁻¹, Phosphite 400 mL ha⁻¹ strengthen ha⁻¹ e Copper 350 mL ha⁻¹. Two applications including phenological stages R1 and R5. and T 4 = Control without treatment. This study aimed to evaluate the incidence of diseases, yield and the 1000 grains weight. The use of the products of resistance inducers, Copper, Silicon and Phosphorous associated with the use of fungicides resulted in the best grain yield (sc ha⁻¹) and 1000 grain weight (g).*

KEYWORDS: Glycine max L., protection of plants.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) surgiu como importante nutriente em meados do primeiro milênio tem sido cultivada na China há séculos, por mais de 5.000 anos. Espécie antiga vem do japonês shoyu, porém, é originária da China. Há cerca de 3.000 anos a soja se espalhou pela Ásia onde começou a ser utilizada como alimento. No Brasil, o grão chegou com os primeiros imigrantes japoneses em 1908, mas foi introduzida oficialmente no Rio Grande do Sul em 1914. Porém a expansão da soja no Brasil aconteceu na década de 70, com o interesse crescente da indústria de óleo e demanda do mercado internacional (Embrapa, 2004).

A incidência de doenças em plantas depende de uma série de fatores, incluindo inúmeras interações bióticas e abióticas. As interações entre os nutrientes são complexas, geralmente sendo explicadas através das funções destes elementos no metabolismo vegetal. A resistência pode particularmente ser aumentada pela alteração nas respostas das plantas aos ataques de parasitas, aumentando as barreiras mecânicas (lignificação) e a síntese de compostos tóxicos (Embrapa, 2004).

O silício (Si) tem a propriedade de aumentar a rigidez dos tecidos, aumentando a resistência aos predadores (herbívoros e fungos, principalmente). São inúmeros os trabalhos que relatam o aumento de resistência de plantas aos patógenos fúngicos. Os fungicidas, compostos químicos são amplamente utilizados para o controle de patógenos prejudiciais as plantas. Alguns com o objetivo de proteção e outros usados como curativos sistêmicos. Incluem-se nessa classificação, os inibidores de resistência, agindo como fungicidas que inibem o crescimento micelial e a esporulação. Esses compostos tem a função de induzir o sistema de defesa das plantas e produzir fitoalexinas e compostos fenólicos letais a patógenos de plantas, tais como ferrugem asiática da soja e as doenças de final de ciclo. (Korndörfer et al., 2005; Rodrigues et al., 2005).

Na safra 2004/2005, em Primavera do leste MT, registrou-se ate cinco aplicações de triazois ou de suas misturas com estrobirulinas, sem notar sucesso na pratica, devido a alta pressão do inoculo. Entre as estrobilurinas tem-se as mais sistêmicas, como a azoxystrobina, e as mesostemicas, que acumulam-se na cutina, que são de liberação lenta para a plantas. Levando-se em conta o modo de ação dos fungicidas de proteção, os cúpricos (Cu), que atuam diretamente na membrana do fungo, impedindo a ação protética e enzimática, enzimas essenciais do grupo SH da metionina. Tem-se confirmado de forma sucessiva e eficaz o uso de formulações de silício para aplicações foliares, que têm apresentado interação sinérgica com os modernos fungicidas sistêmicos e maximizado, assim, a sua ação na planta em diversos patossistemas (Juliatti, 2005).

A membrana plasmática cumpre uma vasta gama de funções. A primeira, do ponto de vista da própria célula, é que ela dá individualidade a cada uma, definindo meios intra e extracelular, criando ambiente e compondo a concentração molecular dando permeabilidade seletiva comunicando-se ao meio extracelular delimita o compartimento de moléculas fazendo o primeiro contato entre os meios intra e extracelular. Com dupla camada de lipídio, as membranas, proteínas e carboidratos das mais diversas naturezas interagem das mais diversas maneiras, compondo a estrutura básica da membrana delimitando os meios intra e extracelular, estabelecendo uma constante comunicação e transporte entre o meio. Toxinas produzidas por patógenos alteram a permeabilidade das membranas celulares. Podendo-se dizer que os receptores da membrana interagem com o patógeno e seu metabólico, havendo uma interação entre patógeno e a ATPases, afetando a eletro-fisiologia da célula, difundindo a membrana resultando no mal funcionamento dos cloroplastos e mitocôndrias, que fornecem energia para a manutenção e reparação da membrana (Oliveira, 2005).

Nutricionistas e fisiologistas de plantas consideram 13 elementos como sendo essenciais às plantas cultivadas, entre os quais estão macro e micro elementos, (N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, B, Mo, Cl e Cu), essenciais porque a deficiência de qualquer um deles ocasiona o crescimento anormal, comprometendo o ciclo de vida da planta. Considerado agronomicamente benéfico o silício (Si) promove o desenvolvimento de muitas espécies de plantas. afirma-se que plantas crescendo em ambiente rico em Si se diferem daquelas presentes em ambientes deficientes nesse elemento, mudando composição química, resistência mecânica das células, características da superfície foliar e tolerância ao estresse abiótico e ao ataque de fungos e pragas. Porém por estar amplamente distribuído na natureza é difícil comprovar cientificamente sua essencialidade às plantas. A legislação brasileira de fertilizante já considera o Si como um micro nutriente benéfico às diversas culturas e sua incorporação aos fertilizantes NPK tornou-se obrigatória, de acordo com o Decreto Lei 4.954 de 14 de Janeiro de 2004. Os mecanismos de resistência conferidos pelo Si permanecem em discussão pela comunidade científica (Rodrigues et al., 2006).

As plantas podem servir de hospedeiro para diferentes organismos, que vivem como parasitas o que chama-se de doenças infecciosas, na maioria das vezes representados por fungos bactérias e vírus causando às plantas alterações de hábito no crescimento e na produção, causando em muitas vezes a morte das plantas. Para um patógeno infectar uma planta é necessário que o mesmo consiga penetrar e colonizar os tecidos do hospedeiro. A atividade do agente indutor é devida à capacidade em sensibilizar a planta e a mesma ativar os seus mecanismos de defesa estruturais e bioquímicos em resposta à presença de um

patógenos. A indução de proteção as plantas contra fitopatógenos, pode ocorrer em condições de casa de vegetação e de campo, conferindo efetividade contra vírus, bactérias, fungos, nematóides e insetos; estabilidade devido à ação de diferentes mecanismos de resistência, dando proteção natural (Pascholati, 2006).

A Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão (Fundação Chapadão), realizou experimento científico em parceria com Agrichem, para avaliar as características morfológicas, estado nutricional das plantas e o rendimento de grãos de soja em função do uso de Supa Cobre e Supa potássio, o experimento foi realizado na cidade de Chapadão de Sul – MS. Os resultados obtidos foram com o uso de menor dose de Supa Cu ($0,25 \text{ L ha}^{-1}$) e Supa K ($0,1 \text{ L ha}^{-1}$), associada ao fungicida proporcionou melhores resultados de rendimento de grãos e massa de 100 sementes. Os tratamentos Supa Cu ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$) + Supa K ($0,4 \text{ L ha}^{-1}$), Supa Cu ($2,0 \text{ L ha}^{-1}$) + Supa K ($0,8 \text{ L ha}^{-1}$) e Supa Cu ($0,25 \text{ L ha}^{-1}$) + Supa K ($0,1 \text{ L ha}^{-1}$) + fungicida proporcionaram os melhores índices de equilíbrio nutricional (Cruz, 2006).

Com o objetivo de verificar o efeito do uso de fosfito como indutor de resistência de diversos patógenos e estudar os mecanismos envolvidos na defesa, neste sentido foram realizados trabalhos pela Universidade Federal de Lavras – MG. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia do Parasitismo e em casa-de-vegetação de Fisiologia do Parasitismo e em casa-de-vegetação do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras - MG. Onde foi observado que todas as doses de fosfito de potássio testadas apresentaram algum efeito tóxico na germinação dos conídios, inibindo também o crescimento micelial e o comprimento do tubo germinativo (Ribeiro et al., 2005).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a incidência de doenças, produtividade por hectare e massa de 1000 grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Município de Medianeira (PR), na área de propriedade do Sr. Vercidino Getulio Oro, cujas coordenadas geográficas são $25^{\circ}12'58''$ latitude Sul e $54^{\circ}04'46''$ longitude Oeste, numa altitude de 361 metros. O clima da Região é classificado como Temperado Úmido, e o solo como latossolo vermelho distroférico típico (Embrapa,1999), o solo foi previamente amostrado à profundidade de 0-20 cm, cujos atributos químicos e físicos são apresentados na Tabela 1. A semente utilizada para plantio foi a cultivar CD 226 RR, tratadas com 0,05 kg e 0,1 L/100 kg de sementes com Thiamethoxam e Fludioxonil + Metalaxyl - M, respectivamente, a semeadura foi efetuada em 22/10/08

utilizando-se como adubação de semeadura 270 kg ha⁻¹ da formulação 00-20-18 sem micro, a análise de solo se encontra na Tabela 1.

Os tratamentos utilizados foram: T1 = Silício – 200 mL ha⁻¹, Fosfito – 400 mL ha⁻¹, Cobre – 350 mL ha⁻¹, Fungicida sistêmico – 140 mL ha⁻¹ e Óleo metilado de soja 580 mL ha⁻¹. T2 = Fungicida Sistêmico 140 mL ha⁻¹ e Óleo metilado de soja Áureo 580 mL ha⁻¹. T3 = Silício 200 mL ha⁻¹, Fosfito 400 mL ha⁻¹ e Cobre 350 mL ha⁻¹. Com duas aplicações compreendendo os estádios fenológicos R1 e R5. e T 4 = Testemunha, sem tratamento.

Tabela 1 - Atributos químicos e físicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm (Setembro/08).

PH	MO	P	S	Ca	Mg	K	Al	H+Al	SB	
CaCl ₂	g/ dm ³	mg/ dm ³		-----cmolc/ dm ³ -----						
5,60	---	17,30	---	16,04	2,36	0,32	0,00	3,69		9,72
CTC (pH 7,0)	V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Silte	Argila
cmolc/ dm ³	----- % -----			----- mg/ dm ³ -----				----- g/kg -----		
13,41	72,48	0,00	---	24,80	49,0	136,0	6,10	200	225	575,0

P, K⁺, Cu, Zn, Fe e Mn: Mehlich – Ca²⁺, Mg²⁺, e Al³⁺; KCl – pH: Cloreto de Cálcio – H+Al³⁺; Tampão SMP

As parcelas foram constituídas por 7,0 linhas de semeadura com 5 m de comprimento, espaçadas em 0,45 m, compreendendo uma área de 15,75 m², considerando-se como área útil apenas 1,0 m² central de cada parcela. O stand final obtido foi de 355.555 plantas ha⁻¹. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), composto por 4,0 tratamentos (Tabela 2) e 5,0 repetições. Na realização dos tratamentos utilizou-se pulverizador costal com volume de aplicação de 150 L ha⁻¹. O fungicida utilizado na 1ª aplicação foram: (Ciproconazol + Trifloxistrobina, 0,140 L ha⁻¹) e 2ª aplicação (Ciproconazol + Trifloxistrobina, 0,140L ha⁻¹). Avaliaram-se por ocasião da colheita (21/03/09) o peso de 1000 sementes (g) e o rendimento de grãos (kg ha⁻¹), umidade foi corrigida para 13%). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste Tuckey a 5%.

Tabela 2 Tratamentos, estágio de aplicação e doses (2008/2009).

Tratamentos	Época	Dose
T 1 – Fungicida + Silício + Fosfito	R1 + R5	0,14+0,35+0,20+0,40L ha ⁻¹
T 2 – Fungicida	R1 + R5	0,140 L ha ⁻¹
T 3 – Cobre + Silício + Fosfito	R1 + R5	0,35 + 0,20 + 0,4 L ha ⁻¹
T 4 – Testemunha	-----	-----

Cobre (Cu 5,6% e Ca 22%); Silício (Si 9% e K₂O 24%) e Fosfito (K₂O 25% e P₂O₅ 35%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Tabela 3 verificou-se que no rendimento de grãos de soja obteve melhor resultado de produtividade no tratamento usando-se produtos indutores de resistência (Silício – 200 mL ha⁻¹, Fosfito – 400 mL ha⁻¹, Cobre – 350 mL ha⁻¹) associado ao fungicida (Ciproconazol + Trifloxistrobina – 0,140 L ha⁻¹), diferindo aos demais tratamentos, verificando-se semelhança com Cruz (2006), nos trabalhos realizados na Chapadão do Sul/MS, onde utilizou indução de resistência, associados à fungicida proporcionando os melhores índices de equilíbrio nutricional. Já para o peso de 1000 grãos, não apresentou diferenças estatísticas significativa.

Tabela 3 – Massa de 1000 grãos, produtividade kg ha⁻¹ e incremento de produtividade

Tratamento	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade kg ha ⁻¹	Incremento (%)
T1 - Fung.+Ind. Resistência	158,2	5.254 a	57,68
T2 - Fungicida	152,2	4.290 b	28,75
T3 - Ind. De Resistência	155,0	3.620 bc	8,64
T4 - Testemunha	146,4	3.332 c	-----
CV %	4,1	1,87	-----
F %	ns	*	-----

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ns = não significativo, * = significativo a 5%, teste de Tukey.

Ressalta-se que no presente ano agrícola em função da estiagem na região a severidade da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), e outras doenças foram inferior a dos anos anteriores, o que explica as altas produtividades obtidas no campo de pesquisa.

CONCLUSÃO

O uso dos produtos Indutores de resistência, Cobre, Silício e Fosfito associado ao uso do fungicida proporcionou os melhores resultados de rendimento de grãos (sc/ha), já no peso de 1000 (g), não houve diferença significativa.

REFERÊNCIAS

CASTRO, P.R.C. Implicação hormonais nas doenças de plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO MINERAL E INCIDÊNCIA DE DOENÇA DE PLANTAS, 2005, **Anais**. Piracicaba 2005.

CRUZ, F. A. B. Resistência da cultura da soja à Ferrugem Asiática com uso de Cobre e Silício. **Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão**, Chapadão do Sul, Stilus gráfica, 2006. (Relatório Científico).

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Paraná. Embrapa soja**. Londrina: Embrapa, 2004. 224p. (Sistema de produção, 5).

JULIATTI, F.C. Modo de ação dos fungicidas sobre plantas e fungos. In: SIMPÓSIO SOBRE RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO MINERAL E INCIDÊNCIA DE DOENÇA DE PLANTAS, 2005, **Anais**. Piracicaba: Potafos, 2005.

KORNDORFER, G.H.; RODRIGUES, F.Á. Importância do Silício na incidência e na resistência às doenças de plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO MINERAL E INCIDÊNCIA DE DOENÇA DE PLANTAS, 2004, **Anais**. Piracicaba 2005.

OLIVEIRA, R.F. Membrana plasmática e papéis na resistência contra doenças de plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO MINERAL E INCIDÊNCIA DE DOENÇA DE PLANTAS, 2004, **Anais**. Piracicaba 2005.

PASCHOLATI, S.F., CIA, P. **Mecanismos bioquímicos na resistência de plantas às doenças**. Piracicaba. Fealq, 2008, 227-248.

RIBEIRO J, P. M. J.; RESENDE, M. L. V.; PEREIRA, R. B.; CAVALCANTI, F. R.; AMRAL, D. R.; PÁDUA, M. A. Fosfito de potássio na indução de resistência a (*Verticillium dahliae*) Kleb. **Ciência, agrotecnologia**, Lavras, 2006, p.629-636, v. 30.

RODRIGUES, F.Á.; KORNDORFER, G.H.; DATNOFF L.E. Mecanismo de resistência de plantas a patógenos medidas pelo Silício. In: SIMPÓSIO SOBRE RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO MINERAL E INCIDÊNCIA DE DOENÇA DE PLANTAS, 2004, **Anais**. Piracicaba 2005.

Recebido para publicação em: 09/07/2012

Aceito para publicação em: 26/07/2012