

AVALIAÇÃO DO FERTILIZANTE DE SOLO CALZ+S®, APLICADO NA LINHA DE PLANTIO, EM ASSOCIAÇÃO AOS FUNGICIDAS SÍTIO- ESPECÍFICO E MULTISSÍTIO VISANDO O MANEJO DA RESISTÊNCIA DA FERRUGEM ASIÁTICA , NA CULTURA DA SOJA, SAFRA 2019.

## 1 INSTITUIÇÃO REALIZADORA

Cabeda: Pesquisa & Desenvolvimento Agrônômico

CNPJ: 19.690.415/0001-62

Endereço: Avenida Brasil, 1033 - ap.202 - Bairro Centro

CEP 99025-002: Passo Fundo - RS

Fone/Fax: (54) 9 9980 9678

E-mail: [cabeda@cabeda.org](mailto:cabeda@cabeda.org)

Estação Experimental

Endereço: Santo Antonio dos Pinheirinhos - Água Santa/RS

## 2 EMPRESA SOLICITANTE

Zarcos Com. e Repr. de Fertilizantes Ltda

Rua Lorenço Angelo Busatto, nº 400, sala 1, Vila Santa Terezinha.

CEP 83.501-080: Almirante Tamandaré- PR

## 3 AUTOR

Rafael Cabeda

Engenheiro Agrônomo , Pesquisador

CREA/RS RS095245

Endereço: Avenida Brasil, 1033 - ap.202 - Bairro Centro

CEP 99025-002: Passo Fundo - RS

Fone/Fax: (54) 9 9980 9678

E-mail: [cabeda@cabeda.org](mailto:cabeda@cabeda.org)

#### 4 OBJETIVO

O presente estudo pretende avaliar o papel da nutrição mineral de plantas e do glifosato sobre estes mecanismos, principalmente sobre a via do ácido chiquímico. Esta via é responsável pela síntese de lignina, fitoalexinas e taninos, de muita importância na defesa vegetal. Para o bom funcionamento da via do ácido chiquímico é vital o suprimento adequado de micronutrientes, que entram como catalisadores de inúmeras reações bioquímicas. Como esta via pode ser bloqueada pelo glifosato, é discutido também o possível efeito deste herbicida nas doenças de plantas, como soja. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a efetividade do fertilizante de solo CALZ+S®, aplicado na linha junto com o adubo em associação a um plano de tratamento com fungicidas de sítio-específico (triazol, estrobilurina, carboxamida), e a fungicida multissítio (mancozeb) visando o manejo da resistência da ferrugem asiática resistente a fungicidas de sítio específico. Tendo como referência para o aumento desta eficiência, o tratamento com fungicidas sítio específico mais o fungicida multissítio à base de mancozeb.

#### 5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O controle químico da ferrugem asiática da soja [*Glycine max* (L.) Merrill.], causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow, é uma prática cultural bastante frequente nas lavouras brasileiras (SCHERMA et al., 2009). Na ausência deste controle, a ferrugem pode causar grandes prejuízos na produtividade esperada.

Os danos diretos com a ferrugem foram reduzidos ao longo dos anos com o melhor conhecimento de controle da doença. Hoje o custo atribuído à doença vem do custo de controle com fungicidas, sendo estimado em US\$ 2 bilhões.

Os chamados fungicidas sítio-específicos para o controle da ferrugem possuem quatro modos de ação principais: os triazóis e o triazolintione (inibidores da desmetilação – IDM), as estrobilurinas (inibidores de quinona externa – IQe), as carboxamidas (inibidores da succinato desidrogenase – ISDH) e por fim, as morfolinás (redutase e isomerase na biosíntese de esterol).

O potencial de risco de desenvolvimento da resistência de fungos a fungicidas está relacionado com extensão da área tratada, com o número de aplicações por safra, com a população de esporos do fungo-alvo constantemente exposta ao agente químico, com a variabilidade genética do agente causal, com o mecanismo de ação bioquímico do fungicida de sítio específico ou multissítio, com sua especificidade, com a concentração do ingrediente ativo na calda fungicida e com a qualidade da cobertura da folhagem. Contudo, a resistência de fungos a fungicidas afeta o produtor, a indústria, os distribuidores, e por isso, deve ser tratada seriamente (REIS et al., 2014)

A resistência a fungicidas sítio-específicos para o fungo *Phakopsora pachyrhizi*, causador da ferrugem-asiática, continua a aumentar. Com a elevada área de cultivo de soja e o uso de fungicida como uma das únicas estratégias de manejo, na safra 2013/2014 foi detectada pela primeira vez na ferrugem asiática da soja a mutação na posição F129L do gene do citocromo “b” (KLOSOWSKI et al., 2016). Essa mutação confere resistência parcial ao grupo químico das estrobilurinas. Na safra 15/16 foi detectada outra mutação na subunidade C na posição I86F, conferindo perda de sensibilidade ao grupo químico das carboxamidas (FRAC, 2017). A presença dessa mutação refletiu na redução de eficiência de alguns fungicidas em avaliações nos ensaios do Consórcio Antiferrugem.

Por outro lado, já na safra 2018/2019, os resultados de ensaios realizados em laboratório mostraram a presença de isolados do fungo *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem asiática da soja, com sensibilidade reduzida para triazolintione em populações coletadas. A caracterização genética dessas populações tem mostrado a presença de mutações pontuais (F120L, Y131H, Y131F, I145F, K142R, I475T, dentre outras). A relevância dessas mutações para a redução da sensibilidade constatada está sendo investigada, visto que diferentes mecanismos de resistência também podem estar associados (FRAC 2019).

A notícia publicada pelo FRAC ressalta a necessidade urgente de adoção de estratégias que visam reduzir a pressão de seleção de resistência, uma vez que esses isolados, ainda estão restritos a algumas áreas. Essas estratégias envolvem a utilização de misturas com diferentes modos de ação, a rotação de mecanismos de ação e a associação a fungicidas multissítios, numa tentativa de atrasar a seleção de isolados

resistentes e também garantir a eficiência de controle, caso haja uma falha do produto sítio-específico.

A maior dificuldade hoje enfrentada no controle da ferrugem é a imprevisibilidade da população do fungo que estará presente na próxima safra. Como essa é uma doença com alto potencial de dano, o produtor deve trabalhar da forma mais segura possível para garantir um controle eficiente da doença e evitar redução de produtividade.

Fungicidas representam uma das estratégias de controle. Para que o manejo seja eficaz, é preciso que o produtor adote todas as práticas que incluem a utilização de cultivares de ciclo precoce; semeaduras no início da época recomendada; a eliminação de plantas de soja voluntárias e a ausência de cultivo de soja na entressafra – também conhecido como “vazio sanitário” e a utilização de cultivares com genes de resistência quando disponíveis.

Devido às mutações, vem sendo constatado nas últimas safras a diminuição da eficiência de controle dos produtos comerciais comumente utilizados no manejo da doença. O aumento da diversidade química com o uso de fungicidas protetores com múltiplos sítios de atuação nos patógenos pode ser uma importante alternativa para o manejo da resistência.

Assim, nesse sentido, devemos construir o controle da ferrugem asiática através de varias estratégias, aplicadas conjuntamente, dentre elas: Plano de tratamento (nº de aplicações contemplando fungicidas com diferentes mecanismo de ação); associação com fungicidas protetores (multissítio); momento de aplicação (iniciar em V7-V8 ) e intervalo de aplicação (no máximo de 15 dias ); tecnologia de aplicação (vazão, espectro de gotas, horário de aplicação,...); e a associação de indutores de resistência e sanitizantes (antiesporulantes).

Por outro lado, apesar das plantas não possuírem sistema imunológico como os animais, elas apresentam uma série de mecanismos que as fazem resistentes a doenças e pragas. A resistência de plantas às pragas e doenças pode ser afetada pelo manejo da cultura, e sobretudo pelo uso do herbicida glifosato.

Sabe-se que esses efeitos do glifosato no aumento da suscetibilidade das plantas às doenças ocorrem em função de um conjunto de fatores:

- Muitos produtos envolvidos na defesa da planta, tais como lignina, tanino e fitoalexinas têm origem bioquímica na rota do ácido chiquímico, que é bloqueada pelo glifosato.

- As fitoalexinas são componente importante no arsenal de defesa vegetal e o comprometimento da sua síntese pode favorecer a incidência de doenças.

- Os micronutrientes, principalmente Mn, Cu, Zn e B, são imprescindíveis para o bom funcionamento da rota do ácido chiquímico.

- Concentrações extremamente pequenas de glifosato podem comprometer a síntese de fitoalexinas, um alerta para que se faça boa lavagem dos pulverizadores após a aplicação deste produto.

- A integridade das membranas celulares é determinante na sanidade da planta por evitar o vazamento de solutos orgânicos, que são nutrientes para pragas e patógenos. O boro, o cálcio e o zinco têm papéis importantes no controle da permeabilidade das membranas.

- Marschner (1995), cita que tivemos considerável progresso no melhoramento e seleção de plantas com maior resistência ou tolerância a doenças e pragas. E que a resistência das plantas pode ser aumentada através da maior formação de barreiras mecânicas (lignificação) e da síntese de compostos de defesa (fitoalexinas). E que, apesar de geneticamente controlados, estes atributos são consideravelmente influenciados por fatores ambientais.

Como tanto a lignificação como a síntese de fitoalexinas nas plantas superiores passam pela rota do ácido chiquímico, é previsível que doses subletais do glifosato predisponham a planta à incidência de doenças, como confirmado por Duke et al. (2006) para *Phytophthora megasperma* e *Pseudomonas syringae* em soja (*Glycine max*), e *Colletotrichum lindemuthianum* e *Pythium spp.* em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), entre outras culturas.

Keen et al. (1982), trabalhando com plântulas decepadas de soja, observaram que doses de glifosato maiores que 10 µg mL<sup>-1</sup> bloqueavam completamente a expressão de resistência para a raça 1 do fungo após 48 horas, e que estas plantas apresentavam sintomas de doenças e níveis de gliceolina similares às das plantas suscetíveis à raça 7.

Contudo, o fornecimento de fenilalanina e tirosina 48 horas antes da inoculação causou reação incompatível e alta produção de gliceolina .

O mesmo fenômeno foi observado por Holliday e Keen (1982) quanto à resistência da soja à bactéria. Que comentam: o fato da acumulação de fitoalexinas ser inibida nas folhas de soja por concentrações subletais de glifosato levanta a possibilidade de que o aumento da severidade de doenças poderia ocorrer em algumas culturas mesmo com a presença de baixos níveis de herbicidas residuais no solo. Para dar idéia mais concreta das concentrações que inibem a síntese de fitoalexinas, a dose de  $10 \mu\text{g mL}^{-1}$  equivale a 1 g i.a. de glifosato em 100 litros de água ou 2,8 mL do produto comercial (com  $360 \text{ g L}^{-1}$  do equivalente ácido do glifosato) em 100 litros de água. É, pois, uma contaminação que poderia ocorrer rotineiramente, no caso de uso de pulverizadores não lavados adequadamente, pela deriva nas pulverizações das culturas perenes, como café e citros, ou ainda na deriva da aplicação aérea.

Uma outra forma de defesa é a produção de lignina, que pode ser diminuída na planta sob ação do glifosato, conforme Liu et al. (1995), os quais verificaram que a infecção por *Phythium spp.* em feijoeiro pode ser favorecida pelo glifosato devido à redução na produção de lignina e estímulo à germinação e crescimento dos propágulos do patógeno no solo via exsudados da planta.

Em resumo, a pesquisa mostra que para que a planta tenha resistência às doenças é preciso que ela produza níveis adequados de fitoalexinas e lignina — o glifosato, mesmo em doses subletais, faz o oposto. O mecanismo de ação do glifosato é bastante singular porque ele é o único herbicida capaz de inibir especificamente a enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPs) que catalisa a condensação do ácido chiquímico e do fosfato piruvato, evitando, assim, a síntese de três aminoácidos essenciais – triptofano, fenilalanina e tirosina (JAWORSKI, 1972; ZABLOTOWICZ e REDDY, 2004).

Uma das mais importantes características do glifosato é sua rápida translocação das folhas da planta tratada para as raízes, rizomas e meristemas apicais. Prata et al. (2000) mencionam que no solo o glifosato é caracterizado pela sua alta capacidade de sorção e que vários são os mecanismos explicando este fenômeno, tais como a troca de ligantes com óxidos de Fe e Al e as ligações de hidrogênio com as substâncias húmicas.

Prata e Lavorenti (2002) explicam que, via de regra, quanto menor a solubilidade em água de uma molécula, maior é a capacidade de sorção desta no solo. E que o comportamento do glifosato é a grande exceção desta regra, pois é uma molécula altamente solúvel em água e extremamente sorvida. Explicam ainda que a sorção do glifosato está relacionada às forças de van der Waals, à formação de pontes de hidrogênio com as substâncias húmicas do solo, à troca iônica (o glifosato pode apresentar carga positiva e negativa ao mesmo tempo) e à formação de ligação covalente com os átomos metálicos dos óxidos do solo (semelhante à adsorção específica dos fosfatos inorgânicos). Mencionam que este último é o mecanismo mais importante para solos oxidicos e faz com que o glifosato permaneça no solo como resíduo-ligado.

Para Hensley et al. (1978), a inativação do glifosato no solo seria por quelação, onde o tamanho do raio iônico explicaria as respostas observadas de maiores eficiências para  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$  e  $Fe^{2+}$ . Os cátions com menores raios iônicos poderiam ser quelatizados mas não os com maiores raios iônicos. Os autores observaram que a atividade da solução de 23 mM de glifosato era bastante reduzida por  $FeCl_3$  ou  $AlCl_3$  com concentrações  $> 11,3$  mM. Co-locando-se  $FeCl_3$  mais solução de glifosato em tubo de ensaio, formava-se um precipitado vermelho-castanho em quantidade crescente com o aumento da concentração de  $FeCl_3$ .

Comentário muito interessante foi feito por Hoagland et al. (1979) a respeito da formação de complexos entre ácidos amino- fosfônicos (como o glifosato) e íons metálicos em meio aquoso. Eles observaram que o  $CaSO_4$  na solução reduzia o efeito inibitório do glifosato no crescimento das plantas. E que o excesso de  $Ca^{2+}$  poderia ser o antídoto através da complexação do glifosato por este cátion.

Outro importante mecanismo para inativação do glifosato no solo é sua adsorção através de substâncias húmicas, tanto na forma sólida como dissolvida. O glifosato une-se às substâncias húmicas via mecanismo de ligação com hidrogênio. E a adsorção é proporcional ao tamanho das moléculas das substâncias húmicas, devido ao maior número de ligações de hidrogênio nas moléculas maiores (PICCOLO et al., 1996). O esterco é também um ótimo inativador de glifosato (SPRANKLE et al., 1975b).

Formulou-se a hipótese de que devido a redução da resistência natural da planta de soja ao ataque dos fungos, pelo efeito deletério do glifosato, com a adição de cálcio

no solo, a base de óxido de cálcio, pode contribuir para melhorar o controle da ferrugem asiática resistente da soja atualmente com menos 30% de controle.

## 6 DESCRIÇÃO DOS ALVOS BIOLÓGICOS

### a) Soja – (*Glycine max L. Merrill*)

A soja é uma das principais fontes de proteína e óleo vegetal do mundo. Ela tem sido cultivada comercialmente e utilizada na alimentação humana e animal, sem nenhum registro de danos causados aos consumidores ou ao meio ambiente. Foi a grande responsável pela aceleração da mecanização das lavouras brasileiras, pela modernização do sistema de transportes; pela expansão da fronteira agrícola, pela profissionalização e incremento do comércio internacional, pela modificação e enriquecimento da dieta alimentar dos brasileiros, pela aceleração da urbanização do País, pela interiorização da população brasileira (excessivamente concentrada no sul, sudeste e litoral) e pela tecnificação de outras culturas (destacadamente a do milho), assim como impulsionou e interiorizou a agroindústria nacional.

As doenças que incidem na cultura da soja têm assumido papel importante na definição da produtividade da cultura, safra após safra. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 90%. Esta cultura é a maior usuária de defensivos agrícolas no Brasil.

### b) Ferrugem asiática - (*Phakopsora pachyrhizi H. Sydow & Sydow*)

A ferrugem-asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi H. Sydow & Sydow*, é uma das doenças mais severas que incide na cultura da soja, com danos variando de 10% a 90% nas diversas regiões geográficas onde foi relatada (SINCLAIR; HARTMAN, 1999; YORINORI et al., 2005). Os sintomas iniciais da doença são pequenas lesões foliares, de coloração castanha a marrom-escura. Na face inferior da folha, pode-se observar urédias que se rompem e liberam os uredósporos. Plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, que compromete a formação, o enchimento de vagens e o peso final do grão. As estratégias de manejo recomendadas no Brasil para essa doença incluem: a utilização de cultivares de ciclo precoce e semeaduras no início da época recomendada, a eliminação de plantas de soja voluntárias e a ausência de



cultivo de soja na entressafra por meio do vazio sanitário, o monitoramento da lavoura desde o início do desenvolvimento da cultura, a utilização de fungicidas no aparecimento dos sintomas ou preventivamente e a utilização de cultivares com gene de resistência (TECNOLOGIAS...,2013).

c) Mancha parda - (*Septoria glycines*)

A doença é causada pelo fungo *Septoria glycines* que sobrevive em restos de cultura. A infecção e o desenvolvimento da doença são favorecidos por condições quentes e úmidas. A dispersão dos esporos ocorre pela ação da água e do vento. O fungo necessita de um período mínimo de molhamento de seis horas e temperaturas entre 15°C e 30°C para desenvolver sintomas, com um ótimo de 25°C.

Os primeiros sintomas aparecem cerca de duas semanas após a emergência, como pequenas pontuações ou manchas de contornos angulares, castanho-avermelhadas, nas folhas unifolioladas. Em situações favoráveis, a doença pode atingir as primeiras folhas trifoliadas e causar severa desfolha. Nas folhas, surgem pontuações pardas, menores que 1 mm de diâmetro, as quais evoluem e formam manchas com halos amarelados e centro de contorno angular, de coloração castanha em ambas as faces medindo até 4 mm de diâmetro. Infecções severas podem causar desfolha e maturação precoce (C.V. GODOY et al., 2014).

d) Oídio - (*Microsphaera diffusa*)

A doença é causada pelo fungo *Microsphaera diffusa* que pode infectar em qualquer estágio de desenvolvimento da planta. Condições de baixa umidade relativa do ar e temperaturas amenas (18°C a 24°C) são favoráveis ao desenvolvimento do fungo.

O patógeno é um parasita obrigatório que se desenvolve em toda a parte aérea da planta. Apresenta uma fina cobertura esbranquiçada, constituída de micélio e esporos pulverulentos. Nas folhas, com o passar do tempo, a coloração branca do fungo *Microsphaera diffusa* (C.V. GODOY et al., 2014).

## 7 MATERIAL E MÉTODOS

### 7.1 Local e data de instalação do ensaio

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Cabeda: Pesquisa e Desenvolvimento, localizada em Água Santa-RS, semeado no dia 28/12/2018, em solo Latossolo Vermelho Distrófico, classe II.

### 7.2 Cultivar, espaçamento e densidade populacional

Utilizou-se a cultivar de soja NA 5909. A densidade populacional utilizada foi de 250.000 plantas por ha.

### 7.3 Descrição das práticas agrícolas adotadas durante a condução do ensaio

A adubação foi realizada na linha de cultivo, utilizando-se 250 kg ha<sup>-1</sup> de uma fórmula N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (4-32-10) e 120 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (KCl), aplicado à lanço no estágio 31 (1º entre-nó visivelmente alongado, escala BBCH) da cultura.

### 7.4 Tratamentos

#### 7.4.1 Dose (s) dos produtos utilizados

O ensaio constou de 08 tratamentos, sendo que as doses utilizadas nos tratamentos se encontram listadas na Tabela 1.

#### 7.4.2 Tamanho das parcelas

As parcelas constaram de cinco linhas (0,45 m entre linhas) por 5,0 m de comprimento, num total de 2,25 m x 5,0 m (11,25 m<sup>2</sup>) em cada parcela.

#### 7.4.3 Número de aplicações

Foram realizadas cinco aplicações foliares em cada tratamento.

Tabela 1. Ingrediente ativo (i.a.), produto comercial (p.c.), e dose dos fungicidas nos tratamentos isolados para o controle de doenças na cultura da soja, safra 2018/19. Cabeda: Pesquisa e Desenvolvimento, Água Santa- RS.

Tratamentos		Dose	Produto Comercial	Dose	Época de Aplicação
N <sup>o</sup>	Ingrediente ativo (i.a.)	(g i.a. ha <sup>-1</sup> )	(p.c.)	(L-Kg p.c. / ha <sup>-1</sup> )	
1	testemunha	-	-	-	-
2	fluxapiroxade + piraclostrobina	50,1 + 99,9	Orkestra <sup>®</sup>	0,30	B
	benzovindiflupir + picoxistrobina	30+60	Vessarya <sup>®</sup>	0,60	C
	epoxiconazol+ fluxapiroxade + piraclostrobina	40+40+64,8	Ativum <sup>®</sup>	0,80	D
	metominostrobina + ciproconazol	66+99	Fusão <sup>®</sup>	0,60	E
	fenpropimorfe	225	Versatilis <sup>®</sup>	0,30	F
	óleo mineral	0,37	Iharol Gold <sup>®</sup>	0,25*	B
	óleo mineral	378	Assist <sup>®</sup>	0,50	BDF
3	mancozebe	1.500	Unizeb Gold <sup>®</sup>	2,00	BCDEF
	fluxapiroxade + piraclostrobina	50,1 + 99,9	Orkestra <sup>®</sup>	0,30	B
	benzovindiflupir + picoxistrobina	30+60	Vessarya <sup>®</sup>	0,60	C
	epoxiconazol+ fluxapiroxade + piraclostrobina	40+40+64,8	Ativum <sup>®</sup>	0,80	D
	metominostrobina + ciproconazol	66+99	Fusão <sup>®</sup>	0,60	E
	fenpropimorfe	225	Versatilis <sup>®</sup>	0,30	F
	óleo mineral	285	Iharol Gold <sup>®</sup>	0,25*	B
	óleo mineral	378	Assist <sup>®</sup>	0,50	BDF

4			CAZ+S®	100	LINHA
	fluxapiroxade + piraclostrobina	50,1 + 99,9	Orkestra®	0,30	B
	benzovindiflupir + picoxistrobina	30+60	Vessarya®	0,60	C
	epoxiconazol+ fluxapiroxade + piraclostrobina	40+40+64,8	Ativum®	0,80	D
	metominostrobina + ciproconazol	66+99	Fusão®	0,60	E
	fenpropimorfe	225	Versatilis®	0,30	F
	óleo mineral	285	Iharol Gold®	0,25*	B
	óleo mineral	378	Assist®	0,50	BDF
5			CAZ+S®	100	LINHA
	mancozebe	1.500	Unizeb Gold®	2,00	BCDEF
	fluxapiroxade + piraclostrobina	50,1 + 99,9	Orkestra®	0,30	B
	benzovindiflupir + picoxistrobina	30+60	Vessarya®	0,60	C
	epoxiconazol+ fluxapiroxade + piraclostrobina	40+40+64,8	Ativum®	0,80	D
	metominostrobina + ciproconazol	66+99	Fusão®	0,60	E
	fenpropimorfe	225	Versatilis®	0,30	F
	óleo mineral	285	Iharol Gold®	0,25*	B
óleo mineral	378	Assist®	0,50	BDF	
6			CAZ+S®	200	LINHA
	mancozebe	1.500	Unizeb Gold®	2,00	BCDEF
	fluxapiroxade + piraclostrobina	50,1 + 99,9	Orkestra®	0,30	B
	benzovindiflupir + picoxistrobina	30+60	Vessarya®	0,60	C
	epoxiconazol+ fluxapiroxade + piraclostrobina	40+40+64,8	Ativum®	0,80	D
	metominostrobina + ciproconazol	66+99	Fusão®	0,60	E
	fenpropimorfe	225	Versatilis®	0,30	F
	óleo mineral	285	Iharol Gold®	0,25*	B
óleo mineral	378	Assist®	0,50	BDF	

7			CAZ+S <sup>®</sup>	300	LINHA
	mancozebe	1.500	Unizeb Gold <sup>®</sup>	2,00	BCDEF
	fluxapirroxade + piraclostrobina	50,1 + 99,9	Orkestra <sup>®</sup>	0,30	B
	benzovindiflupir + picoxistrobina	30+60	Vessarya <sup>®</sup>	0,60	C
	epoxiconazol+ fluxapirroxade + piraclostrobina	40+40+64,8	Ativum <sup>®</sup>	0,80	D
	metominostrobina + ciproconazol	66+99	Fusão <sup>®</sup>	0,60	E
	fenpropimorfe	225	Versatilis <sup>®</sup>	0,30	F
	óleo mineral	285	Iharol Gold <sup>®</sup>	0,25*	B
	óleo mineral	378	Assist <sup>®</sup>	0,50	BDF
8			CAZ+S <sup>®</sup>	400	LINHA
	mancozebe	1.500	Unizeb Gold <sup>®</sup>	2,00	BCDEF
	fluxapirroxade + piraclostrobina	50,1 + 99,9	Orkestra <sup>®</sup>	0,30	B
	benzovindiflupir + picoxistrobina	30+60	Vessarya <sup>®</sup>	0,60	C
	epoxiconazol+ fluxapirroxade + piraclostrobina	40+40+64,8	Ativum <sup>®</sup>	0,80	D
	metominostrobina + ciproconazol	66+99	Fusão <sup>®</sup>	0,60	E
	fenpropimorfe	225	Versatilis <sup>®</sup>	0,30	F
	óleo mineral	285	Iharol Gold <sup>®</sup>	0,25*	B
	óleo mineral	378	Assist <sup>®</sup>	0,50	BDF

#### 7.4.4 Época, modo de aplicação, intervalo entre aplicações e dados meteorológicos

Os tratamentos, especificados na Tabela 1, foram aplicados a partir do dia 28 de dezembro conforme programa de aplicações detalhado na Tabela 2 onde também constam informações complementares sobre as condições climáticas no momento das aplicações.

#### 7.4.5 Tecnologia de aplicação

A aplicação foi realizada com pulverizador portátil de precisão, pressurizado com CO<sub>2</sub>, à pressão de 3,0 BAR, com taxa de aplicação de 150 L/ha, utilizando uma barra de 2,4 m, equipada com 6 pontas de jatos planos duplos 110.02, espaçados 0,4 m entre si e posicionados à altura de 0,50 m acima do ápice das plantas.

#### 7.4.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com oito tratamentos e três repetições.

Tabela 2. Programa de aplicações e informações complementares dos tratamentos para o controle de doenças na cultura da soja, safra 2018/19. Cabeda: Pesquisa e Desenvolvimento, Água Santa- RS.

		Época de Aplicação	Linha	B	C	D	E	F	
<b>Aplicação</b>	Data		28/12/19	8/2/19	22/2/19	11/3/19	28/3/19	8/4/19	
	Intervalo- dias				14d	17d	17d	11d	
	Estádio - BBCH		0	39	51	61	71	81	
	Cobertura - %		0	80	90	100	100	100	
	Altura - cm		0	30	45	60	70	75	
	Umidade Relativa %			49	64	50	65	81	
	Temperatura - C°			30	26	28	25	16	
	Vento Km/H			5,5	5,4	5,1	5,3	17,6	
	Nebulosidade- %			0	0	0	0	0	
	Umidade	Solo			Seco	Seco	Seco	Úmido	Seco
		Planta			Seco	Seco	Seco	Seco	Seco
<b>% Severidade na aplicação</b>	Mancha Parda			0	10	20	35	35	
	Oídio			0	10	25	30	30	
	Ferrugem			0	0	0	0	10	

## 7.5 Métodos de avaliação

### a) Controle das doenças

As avaliações de controle da ferrugem asiática da soja foram realizadas visualmente (% Severidade) aos 7, 14, 21 e 28 dias após a primeira aplicação dos tratamentos fungicidas. A severidade da ferrugem asiática foi avaliada através de escala visual para leitura conforme a Escala diagramática da ferrugem da soja ( *P. pachyrhizi* ) (CANTERI, M.G. & GODOY, C.V., 2006).

### b) Fitotoxicidade na cultura da soja

As avaliações de fitotoxicidade na cultura da soja foram realizadas visualmente aos 7, 14, 21 e 28 dias após a primeira aplicação dos tratamentos fungicidas, utilizando-se escala percentual, onde nota zero significou nenhum efeito e nota 100 morte ou completa supressão das plantas.

### c) Rendimento de grãos de soja

Ao final do ciclo, em 25/04/2019, foi realizada colheita mecânica das parcelas, resultando em área colhida de (6,75 m<sup>2</sup>). As amostras colhidas foram limpas, pesadas e foi determinada a sua umidade. Posteriormente, calculou-se a massa de grãos corrigindo para 14% de umidade. Por fim, calculou-se o rendimento de grãos expresso em kg/ha com umidade de 14%.

## 8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 8.1 Dados de eficiência

Os níveis de controles avaliados foram muito baixos, para as três doenças avaliadas, quando somente utilizou-se o tratamento com fungicidas sítio específicos (T2 – 39%; 37%; e 28%) para mancha parda, oídio e ferrugem respectivamente. Entretanto, houve uma resposta positiva quando esse mesmo tratamento anterior foi associado com uma aplicação no solo dos fertilizantes a base de cálcio: CalZ+S® na dose de 100 kg/Ha aplicado na linha de plantio (T4 – 61%; 40% e 36%).

Por outro lado, os maiores níveis de controle foram obtidos quando da associação do fungicida sítio específico + fungicida multissítio + fertilizante a base de cálcio- CalZ+S®

na dose de 400 kg/Ha aplicado na linha de plantio (T8 – 80%; 50% e 62%) para mancha parda, oídio e ferrugem respectivamente. Contudo, esse ganho no aumento na eficiência de controle das doenças avaliadas, se deve ao fato da neutralização da molécula do glifosato no solo através da presença do cátion  $\text{Ca}^{+2}$  presente no fertilizante utilizado, conforme a Tabela 3 abaixo.

Para a variável porcentagem de desfolha, o plano de tratamento somente com fungicidas sítio- específico apresentou uma porcentagem de desfolha (T2 – 93%). Com a associação do fertilizante no solo observou-se uma redução dessa desfolha em relação ao tratamento somente fungicidas sítio- específico: CalZ+S® na dose de 100 kg/Ha aplicado na linha de plantio (T4 – 87%). Todavia, as menores porcentagens de desfolha foram obtidas quando da associação dos fungicidas sítio específico + fungicida multissítio + o fertilizantes a base de cálcio: CalZ+S® (T8 – 53%). De maneira geral, os tratamentos que receberam o fertilizante no solo á base de cálcio, apresentaram uma menor porcentagem de desfolha, indicando uma redução na maturação forçada nas parcelas de soja avaliadas, conforme a Tabela 3 abaixo.

## 8.2 Produtividade da cultura da soja

O rendimento de grãos de soja em resposta aos diferentes planos de tratamentos está apresentado na Tabela 3. Observou-se, um incremento muito baixo, com o plano de tratamento somente com fungicidas de sítio-específico (T2- 16,7 sacos.ha<sup>-1</sup> ) em relação à testemunha. Quando esse mesmo tratamento anterior foi associado com o CalZ+S® na dose de 100 kg/Ha aplicado na linha de plantio (T4 – 21,1 sacos.ha<sup>-1</sup>). Mas, sem dúvida, os maiores incrementos na produtividade foram observados nos tratamentos com a associação dos fungicidas sítio específico + fungicida multissítio + o fertilizantes a base de cálcio: CalZ+S® (T8 – 35,0 sacos.ha<sup>-1</sup>), conforme a Tabela 3.



**Tabela 3.** Porcentagem de controle oídio (CO), porcentagem de controle mancha parda (CM) e porcentagem de controle ferrugem (CF) em relação à testemunha sem fungicida, porcentagem de desfolha (D), produtividade (P) e incremento de produtividade (I) em relação ao tratamento testemunha, para os diferentes tratamentos. Cultivar NA 5909. Safra 2018/19. Cabeda: Pesquisa e Desenvolvimento, Água Santa- RS.

Tratamentos		Dose	Época de Aplicação	CMP	CO	CF	D	P	I
Nº	Produto Comercial	(L-Kg p.c. / ha <sup>-1</sup> )		(% )				(sacas. ha <sup>-1</sup> )	
1	-	-	-				100	27,0	
2	Orkestra®	0,30	B	39	37	28	93	43,6	16,7
	Vessarya®	0,60	C						
	Ativum®	0,80	D						
	Fusão®	0,60	E						
	Versatilis®	0,30	F						
	Iharol Gold®	0,25*	B						
	Assist®	0,50	BDF						
3	Unizeb Gold®	2,00	BCDEF	62	30	50	68	51,9	24,9
	Orkestra®	0,30	B						
	Vessarya®	0,60	C						
	Ativum®	0,80	D						
	Fusão®	0,60	E						
	Versatilis®	0,30	F						
	Iharol Gold®	0,25*	B						
	Assist®	0,50	D						

4	Calz+S®	100	LINHA	61	40	36	87	48,1	21,1
	Orkestra®	0,30	B						
	Vessarya®	0,60	C						
	Ativum®	0,80	D						
	Fusão®	0,60	E						
	Versatilis®	0,30	F						
	Iharol Gold®	0,25*	B						
	Assist®	0,50	BDF						
5	Calz+S®	100	LINHA	69	40	61	60	56,0	29,0
	Orkestra®	0,30	B						
	Vessarya®	0,60	C						
	Ativum®	0,80	D						
	Fusão®	0,60	E						
	Versatilis®	0,30	F						
	Iharol Gold®	0,25*	B						
	Assist®	0,50	BDF						
6	Calz+S®	200	LINHA	73	50	69	57	59,5	32,6
	Unizeb Gold®	2,00	BCDEF						
	Orkestra®	0,30	B						
	Vessarya®	0,60	C						
	Ativum®	0,80	D						
	Fusão®	0,60	E						
	Versatilis®	0,30	F						
	Iharol Gold®	0,25*	B						
	Assist®	0,50	BDF						
7	Calz+S®	300	LINHA	76	50	69	57	61,0	34,0
	Unizeb Gold®	2,00	BCDEF						
	Orkestra®	0,30	B						
	Vessarya®	0,60	C						
	Ativum®	0,80	D						
	Fusão®	0,60	E						
	Versatilis®	0,30	F						
	Iharol Gold®	0,25*	B						
	Assist®	0,50	BDF						

8	Calz+S®	400	LINHA	80	50	72	53	62,0	35,0
	Unizeb Gold®	2,00	BCDEF						
	Orkestra®	0,30	B						
	Vessarya®	0,60	C						
	Ativum®	0,80	D						
	Fusão®	0,60	E						
	Versatilis®	0,30	F						
	Iharol Gold®	0,25*	B						
	Assist®	0,50	BDF						

## 9 CONCLUSÕES

### 9.1 Sobre a eficiência e praticabilidade agrônômica dos fertilizante Calz+S®

A utilização do fertilizante a base de cálcio e enxofre no solo, funcionam como um antídoto contra o glifosato disponível na solução do solo. Essa característica traz como benefício maior um aumento da resistência natural da planta e sobretudo, agindo como uma ferramenta no manejo das doenças. Todas as avaliações comprovaram esse efeito do CalZ+S® no controle das doenças mancha parda, oídio e ferrugem asiática. Nesse sentido, em função dos baixos níveis de controle em função da resistência dos fungos aos fungicidas sítio específicos, quando aumenta-se a resistência natural da planta, ocorre uma dificuldade para que doença se desenvolva na planta, reduzindo assim os níveis de severidade na planta e conseqüentemente aumentando os níveis de controle.

### 9.2 Sobre ação fitotóxica do produto

Não, se observou sintomas de fitotoxicidade, na cultivar avaliada, em nenhum tratamento avaliado.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRAC. Informação sobre carboxamidas em ferrugem da soja. Disponível em: <<http://www.frac-br.org>>. Acesso em: 25 abril 2017.

FRAC. Informação sobre triazolintiones em ferrugem da soja. Disponível em: <<http://www.frac-br.org>>. Acesso em: 04 junho 2019.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. *Fitopatologia Brasileira*, v. 31, p.63-68, 2006.

HOLLIDAY, M. J.; KEEN, N. T. The role of phytoalexins in the resistance of soybean leaves to bacteria: effect of glyphosate on glyceollin accumulation. *Phytopathology*, St. Paul, v. 72, p. 1470- 1474, 1982.

KEEN, N. T.; HOLLIDAY, M. J.; YOSHIKAWA, M. Effects of glyphosate on glyciollin production and the expression of resistance to *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* in soybean. *Phyto- pathology*, St. Paul, v. 72, p. 1467-1470, 1982.

KLOSOWSKI A.C.; MAY DE MIO L.L.; MIESSNER S.; RODRIGUES R.; STAMMLER G.; Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. *Pest Management Science*, v. 72, n. 6, p. 1211-1215, 2016. DOI: 10.1002/ps.4099.

HENSLEY, D. L.; BEUERMAN, D. S. N.; CARPENTER, P. L. The inactivation of glyphosate by various soils and metal salts. *Weed Research*, v. 18, n. 5, p. 287-291, 1978.

HOAGLAND, R. E.; DUKE, S. O.; ELMORE, C. D. Effects of gly- phosate on metabolism of phenolic compounds. III. Phenylalanine ammonia-lyase activity, free amino acids, soluble protein and hydroxiphenolic compounds in axes of dark-grown soybeans. *Physiologia Plantarum*, v. 46, p. 357-366, 1979.

JAWORSKI, E.G. Mode of action of N-phosphonomethylglycine: inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. *Journal of Agri- cultural and Food Chemistry*, Washington, v. 20, p. 1195-1198, 1972.

PICCOLO, A.; CELANO, G.; CONTE, P. Adsorption of glyphosate by humic substances. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 44, p. 2442-2446, 1996.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. New York: Academic Press, 1995. p. 315.

REIS,E.M. et al. Redução da sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas para recuperar a eficiência de controle.Passo Fundo, Berthier, 2014.

SCHERMA, H.; CHRISTIANO, R. S. C.; ESKER, P. D.; DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V. Quantitative review of fungicide efficacy trials for managing soybean rust in Brazil. *Crop Protection*, London, v. 28, n. 9, p. 774-782, 2009

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G.L. Soybean rust. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. (Ed.). *Compendium of soybean diseases*. 4. ed. Saint Paul: APS Press, 1999. p. 25-26.

SPRANKLE, P.; MEGGIT, W.; PENNER, D. Adsorption, mobility and microbial degradation of glyphosate in soil. *Weed Science*, Chichester, v. 23, p. 229-234, 1975b.

TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16).

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.L.; GODOY, C.V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. *Plant Disease*, v. 89, p. 675-677, 2005.

Passo Fundo/RS, 25 de junho de 2019.

---

Rafael Cabeda  
Eng. Agr. Pesquisador  
CREA-RS 095245

## ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA SOJA

BBCH	DEFINIÇÃO
<b>0</b>	<b><i>GERMINAÇÃO</i></b>
00	Semente seca.
01	Início da embebição das sementes.
03	Fim da embebição das sementes.
05	Emissão da radícula.
06	Radícula se alongando, formando raízes secundárias.
07	Hipocotilo (com cotilédones) rompe o tegumento da semente.
08	Hipocotilo (com cotilédones) cresce em direção à superfície.
09	EMERGÊNCIA: Hipocotilo (com cotilédones) rompe a superfície do solo (“cracking stage”).
<b>1</b>	<b><i>DESENVOLVIMENTO DE FOLHAS</i></b>
10	Folhas cotiledonares completamente desdobradas.
12	1º par de folhas (folhas primárias-unifolioladas) desdobradas.
13	3ª folha (primeira folha trifoliolada) desdobrada.
14	4ª folha (segunda folha trifoliolada) desdobrada.
	continuando até ...
19	Nove ou mais folhas (2 unifolioladas, 7 ou mais trifolioladas) desdobradas. Ramos laterais ainda não visíveis *.
	Obs.: * Formação de ramos laterais pode iniciar antes. Neste caso, passar diretamente ao estágio 2.

## ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA SOJA

BBCH	DEFINIÇÃO
<b>2</b>	<b><i>FORMAÇÃO DE REBENTOS/RAMOS LATERAIS</i></b>
21	1º ramo lateral visível.
22	2º ramo lateral visível.
23	3º ramo lateral visível.
24	4º ramo lateral visível.
	continuando até ...
29	Nove ou mais ramos laterais visíveis.
<b>3</b>	<b><i>ELONGAÇÃO</i></b>
31	1º entre-nó visivelmente alongado.
32	2º entre-nó visivelmente alongado.
33	3º entre-nó visivelmente alongado.
34	4º entre-nó visivelmente alongado.
	continuando até ...
39	Nove ou mais entre-nós visivelmente alongados.
	Obs.: Ponto de partida é o nó cotiledonar.
<b>5</b>	<b><i>APARECIMENTO DOS ÓRGÃOS DE FLORESCIMENTO</i></b>
51	Primeiros órgãos de florescimento visíveis.
55	Primeiros órgãos de florescimento aumentados.
59	Primeiras pétalas visíveis; flores ainda fechadas.

## ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA SOJA

BBCH	DEFINIÇÃO
<b>6</b>	<b><i>FLORESCIMENTO</i></b>
60	Primeiras flores abertas (esporádicas)
61	* Início do florescimento: aprox. 10% das flores abertas. ** Início do florescimento.
63	Aprox. 30% das flores abertas.
65	* Florescimento pleno; aprox. 50% das flores abertas. ** Fase principal do florescimento.
67	* Florescimento decaindo. Maioria das flores já floresceram.
69	* Fim do florescimento.
	Obs.: * definição somente para variedades com duração de florescimento limitada. ** definição para variedades com duração de florescimento ilimitada.
<b>7</b>	<b><i>FORMAÇÃO DOS FRUTOS</i></b>
71	* Aprox. 10% das vagens alcançaram o tamanho específico da variedade. ** Início da formação das vagens.
73	* Aprox. 30% das vagens alcançaram o tamanho específico da variedade.
75	* Aprox. 50% das vagens alcançaram o tamanho específico da variedade. ** Fase principal da formação das vagens.
77	* Aprox. 70% das vagens alcançaram o tamanho específico da variedade.
79	* Quase todas as vagens alcançaram o tamanho específico da variedade.
	Obs: * definição somente para variedades com duração de florescimento limitada. ** definição para variedades com duração de florescimento ilimitada.



## ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA SOJA

BBCH	DEFINIÇÃO
<b>8</b>	<b>MATURAÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES</b>
81	* Aprox. 10% das vagens amadureceram (grãos duros). ** Início da maturação das sementes.
83	* Aprox. 30% das vagens amadureceram (grãos duros).
85	* Aprox. 50% das vagens amadureceram (grãos duros). ** Fase principal da maturação das sementes.
87	* Aprox. 70% das vagens amadureceram (grãos duros).
89	* Maturação plena: quase todas as vagens amadureceram; grãos duros, não podendo mais ser trincados com a pressão da unha.  Obs: *definição somente para variedades com duração de florescimento limitada. **definição para variedades com duração de florescimento ilimitada.
<b>9</b>	<b>SENESCÊNCIA</b>
91	Aprox. 10% da massa folia amarelada/morta.
93	Aprox. 30% da massa foliar amarelada/morta.
95	Aprox. 50% das partes aéreas amareladas/mortas.
97	Planta completamente morta.
99*	Colheita*
	Obs.* Estádio para identificação de tratamento pós-colheita (ex.: armazenagem)