UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

EFEITO DE HERBICIDAS SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi* Sid. & P. Sid.)

ADRIANA VIANA SCHWAN STOFFEL

DOURADOS

MATO GROSSO DO SUL

2011

EFEITO DE HERBICIDAS SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi* Sid. & P. Sid.)

ADRIANA VIANA SCHWAN STOFFEL

Engenheira Agrônoma

ORIENTADOR: PROF. Ph.D. WALBER LUIZ GAVASSONI

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

Dourados

Mato Grosso do Sul

2011

EFEITO DE HERBICIDAS SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA
(*Phakopsora pachyrhizi* Sid. & P. Sid.)

por

Adriana Viana Schwan Stoffel

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTOR EM AGRONOMIA

Aprovada em: 11 / 02 /2011

Prof. Ph.D. Walber Luiz Gavassoni Orientador – UFGD/FCA	Profª Drª. Lilian Maria Arruda Bacchi Co-orientadora – UFGD/FCA
Prof. Dr. Silvio Pereira Bueno UFGD/FCA	Prof. Dr. Gustavo de Faria Theodoro UFMS
Dr. Celso Dornelas Fernandes EMBRAPA/CNPGC	

OFEREÇO

A Deus por ter me concedido força e determinação.

DEDICO

A minha filha Amanda pelo amor incondicional;
Ao meu marido Daniel pela compreensão dispensada no decorrer da realização do trabalho;
Aos meus pais e meu irmão que em todo momento pude contar com carinho e incentivo.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vitória alcançada;

A minha família pelo amparo nos momentos mais difíceis;

Ao meu orientador Prof. Ph.D. Walber Luiz Gavassoni pela orientação, confiança, paciência e amizade;

A minha co-orientadora Prof. Drª Lilian Maria A. Bacchi pela atenção dispensada, paciência, amizade e suas valiosas contribuições.

Aos amigos do laboratório, em especial Bruno Zuntini, Renan e Marciel que ativamente me auxiliaram na condução dos experimentos e Bruno Pontim pela colaboração na organização das etapas dos trabalhos;

A Fazenda Paquetá pela doação das sementes e herbicidas utilizados;

A UNIGRAN por ter cedido a área para realização dos experimentos e pelo apoio na condução dos trabalhos

Ao Sr. Alcio, funcionário da área experimental da UNIGRAN pela indispensável ajuda na condução dos trabalhos.

Aos funcionários de Campo da UFGD, pela colaboração na colheita dos experimentos de campo.

A Prof. Drª Beatriz Lempp por ter disponibilizado o laboratório de Forragicultura e a Elda pela paciência e atenção dispensadas durante a condução do trabalho no laboratório.

Ao Prof. Dr. Silvio Bueno Pereira pela imensa ajuda na análise estatística dos dados.

A todos os colegas e professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal da Universidade Federal da Grande Dourados, pela amizade e ensinamentos.

A Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de realização do curso.

A CAPES pela bolsa concedida

Àqueles que embora não mencionados contribuíram para a realização do trabalho.

SUMÁRIO

PÁGINA

RESUMO..... vi
ABSTRACT..... vii
INTRODUÇÃO GERAL..... 1
CAPÍTULO I – EFEITO DE HERBICIDAS SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi* S & SIDOW) EM CULTIVO DE SOJA CONVENCIONAL..... 4
RESUMO..... 4
ABSTRACT..... 5
1.1 INTRODUÇÃO..... 6
1.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 8
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 10
1.4 CONCLUSÕES..... 21
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 22
CAPÍTULO II - EFEITO DO GLYPHOSATE SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi* S & SIDOW) 25
RESUMO..... 25
ABSTRACT..... 26
2.1 INTRODUÇÃO..... 27
2.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 29
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 32
2.4 CONCLUSÕES..... 55
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 56
CAPÍTULO III - EFEITO DE HERBICIDAS NA GERMINAÇÃO DE UREDOSPOROS DE *Phakopsora pachyrhizi* S & SIDOW 59
RESUMO..... 59
ABSTRACT..... 60
3.1 INTRODUÇÃO..... 61
3.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 63
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 65
3.4 CONCLUSÕES..... 75
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 76
CONCLUSÕES GERAIS..... 78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 79

EFEITO DE HERBICIDAS SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi* Sid. & P. Sid.).

RESUMO: O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de alguns herbicidas utilizados para o controle de plantas daninhas na cultura da soja, sobre a ferrugem asiática da soja. Foram conduzidos experimentos a campo e "in vitro" no Centro Universitário da Grande Dourados e na Universidade Federal da Grande Dourados. Inicialmente foram testados herbicidas comumente utilizados para controle de plantas daninhas na cultura de soja não transgênica. Os herbicidas testados foram clorimurom-etílico, fomesafem + óleo mineral, cletodim + fenoxaprop-P-etilico, lactofen, todos com e sem aplicação de picoxistrobina + ciproconazol, aplicados sobre as cultivares M-SOY 8001 e BRS 133. Concomitantemente foi realizado um ensaio com o herbicida glyphosate nas cultivares de soja geneticamente modificadas, M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR. Este mesmo produto foi testado posteriormente sob diferentes doses aplicadas sobre BRS 245 RR. Os herbicidas também foram testados na germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi.* A cv. M-SOY 8001 tornou-se mais suscetível a ferrugem asiática da soja após aplicação dos herbicidas Cletodim + fenoxaprop-P-etilico, fomesafem e lactofem, apenas na primeira avaliação houve redução do número de urédias nesta cultivar após exposição à fomesafem e lactofem. O herbicida glyphosate na dose comumente utilizada para controle de plantas daninhas na cultura da soja apresentou efeito sobre a severidade da ferrugem asiática da soja, porém, o efeito foi limitado à fase inicial da doença. Todas as doses de glyphosate influenciaram na severidade da doença, mas, com curto prazo de proteção. Nenhum dos herbicidas testados apresentou efeito sobre os índices de produtividade da soja. Todos os herbicidas testados afetaram a germinação dos esporos, porém, fomesafem, lactofem e clorimurom-etílico apresentaram curto período de inibição da germinação. Verificou-se efeito tóxico dos herbicidas glyphosate, cletodim + fenoxaprop-P-etilico, lactofem e clorimurom-etilico pela redução no do comprimento do tubo germinativo dos uredosporos.

Palavras-chave: uredósporos, controle químico, ferrugem da soja

EFFECT OF HERBICIDES ON ASIAN SOYBEAN RUST (*Phakopsora pachyrhizi* Sid. & P. Syd.) IN GROWING CONVENTIONAL SYSTEM.

ABSTRACT: The influence of herbicides commonly used for weed control were evaluated on asian soybean rust. Field and laboratory experiments were conducted in the Centro Universitário da Grande Dourados and Universidade Federal da Grande Dourados. Initially we tested some commonly used herbicides for weed control in non-transgenic soybeans. The herbicides were chlorimuron-ethyl fomesafen + mineral oil, clethodin + fenoxaprop-P-ethyl, lactofen with and without application of picoxystrobin + cyproconazole applied on cultivars M-Soy 8001 and BRS 133. Trials were carried out with the herbicide glyphosate using the genetically modified soybean cultivars, M-SOY 7908 RR and BRS 245 RR. Different rates of glyphosate on BRS 245 RR cv. were studied as well. Herbicides were also tested on *Phakopsora pachyrhizi* urediniospores germination under 1, 2, 4, 8 and 24 h exposition times. The cv. M-SOY 8001 became more susceptible to asian soybean rust after application of clethodin + fenoxaprop-P-ethyl, lactofen and fomesafen. A reduction in uredinia counts on M-SOY 8001 was detected after exposition to fomesafen and lactofen. This effect was limited only to the first evaluation, at the Vn stage. Glyphosate, applied on field rates, had an effect on the severity of asian soybean rust, but the effect was limited to initial disease establishment. All glyphosate levels had a short-term protection effect aganst desease severity. The herbicides had no effect on the soybean yield. All herbicides affected the urediniospores germination, however, fomesafen, and lactofen chlorimuron-ethyl showed limited inhibition. Urediniospores germ tubes length were negatively affected by glyphosate, clethodim + fenoxaprop-P-etílico, lactofen and chlorimuron-ethyl.

Keywords: urediniospores, chemical control, soybean rust

INTRODUÇÃO GERAL

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] representa um dos elementos mais fortes do agronegócio brasileiro com produção na safra 2009/10 superior a 68 milhões de toneladas (CONAB, 2010). O Brasil foi o segundo maior produtor e exportador mundial do grão, enquanto que os Estados Unidos ocupam a primeira posição.

O rendimento da soja ainda pode ser elevado. Plantas daninhas podem ocasionar redução na produtividade de grãos ao redor de 20 a 30%, atingindo 90% em ausência de controle (BLANCO et al., 1973). Atualmente, o método de manejo de plantas daninhas mais utilizado na cultura da soja é o controle químico (GRAZZIERO et al., 2006).

O controle químico de plantas daninhas é uma prática de elevada importância para a obtenção de altos rendimentos em qualquer exploração agrícola. Suas vantagens são a economia de mão de obra e a rapidez na aplicação (SILVA e SILVA, 2007). Entretanto, para serem eficazes, os herbicidas devem ter forte atividade biológica contra as plantas.

A interação herbicida-planta pode resultar em efeitos secundários, com efeitos supressores e agravadores de doenças de plantas (DANN et al., 1999; DUKE et al., 2007). O efeito dos herbicidas no desenvolvimento de doenças geralmente resulta da ação direta no patógeno e indireta pela ativação de resposta da planta (SANOGO et al., 2000).

Após a absorção do herbicida pela planta, pode ocorrer interferência, resposta das plantas ao ataque de patógenos, com reações positivas ou negativas na severidade de doenças e na indução da síntese de fitoalexinas (RIZZARDI et al., 2003).

Feng et al. (2005) relatam o efeito do glyphosate em suprimir a ferrugem estriada do trigo. Estes mesmos autores demonstraram que o produto também apresentou ação supressora sobre a ferrugem asiática da soja.

O herbicida lactofen afeta supressivamente doenças da soja em situação de campo. Entre elas, o mofo branco causado por *Sclerotinia sclerotiorum* (DANN et al., 1999), a síndrome da morte súbita causada por *Fusarium solani* f. sp. *glycines* (SANOGO et al., 2001) e o nematoide do cisto da soja, *Heterodera glycines* (LEVENE et al., 1998).

Após aplicação de lactofen em soja, Sanogo et al. (2000) observaram menor severidade da síndrome da morte súbita, e um aumento na severidade quando

imazethapyr e glyphosate eram aplicados. Os autores indicaram que o lactofen induziu menor severidade pela produção de gliceolina, fitoalexina envolvida na supressão da doença, enquanto que o estresse provocado pela aplicação dos herbicidas glyphosate e imazethapyr, explicariam o aumento significativo na severidade da doença.

A severidade da podridão da haste da soja, causada por *Sclerotinia sclerotiorum,* após tratamento com o herbicida lactofen foi avaliada à campo em experimentos conduzidos em Michigan, E.U.A., no período de 1995 a 1997. Sob alta pressão da doença, a severidade foi reduzida após aplicação do herbicida lactofen. Em situações de baixa pressão da doença, a severidade não foi reduzida por lactofen e os rendimentos correspondentes foram reduzidos em 10% (DANN et al., 1999). Os autores verificaram acúmulo de altos níveis de gliceolina em folíolos de plantas tratadas com lactofen e a associaram a reduções no tamanho de lesões por *S. sclerotiorum*. Altos níveis de gliceolina foram induzidos pelo lactofen em soja resultando na proteção contra o mofo branco (LANDINI et al., 2003).

Testes realizados em casa de vegetação e em campo demonstraram que a aplicação de glyphosate em plantas geneticamente modificadas suprimiu o número de lesões causadas por *Phakopsora pachyrhizi* (FENG et al., 2005). O glyphosate, utilizado em dose com concentração duas vezes maior que a recomendada em soja transgênica, reduziu em 96% a incidência da ferrugem asiática da soja, sendo equivalente ao fungicida pyraclostrobina + epoxiconazole, testado nas mesmas condições (FENG et al., 2008).

Efeitos adversos de herbicidas que induzem ao aumento na severidade de doenças de plantas também são relatados. Keen et al. (1992) constataram que o uso de glyphosate bloqueou completamente a expressão de resistência da soja a *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea*, pois as plantas apresentaram sintomas da doença dois dias após aplicação do produto. Lévesque et al. (1992) relataram inibição na expressão da resistência para *Colletotrichum lindemuthianum* em feijão após aplicação de glyphosate. Os autores acreditam que o herbicida induz a predisposição do feijoeiro a ataques de patógenos devido ao bloqueio na produção de faseolina, faseolidina, kievitona e faseolinisoflavona, substâncias envolvidas no processo de resistência a patógenos.

O herbicida glyphosate bloqueia a rota do ácido shiquímico pela inibição da enzima 5-enolpiruvilshiquimato 3-fosfato sintase (EPSPsintase). A inibição da enzima inibe a biossíntese de aminoácidos aromáticos (triptofano, fenilalanina e tirosina) e

ocasiona a formação de ácido cinâmico e seus derivados, inibindo também a produção de ácidos hidroxifenólicos, de flavonóides e de compostos fenólicos mais complexos como a lignina. Assim, o glyphosate inibe a conversão do shiquimato a corismato, o que leva à redução na biossíntese de fenilalanina e, por conseqüência, de fitoalexinas reduzindo a resistência de plantas a patógenos (WEAVER e HERRMANN, 1997).

Herbicidas quando utilizados para controlar as plantas daninhas, podem desencadear reações secundárias nas plantas cultivadas. Estes efeitos algumas vezes oferecem benefícios adicionais ao controle de doenças de plantas. Entretanto, pesquisas da interação herbicidas X ferrugem asiática da soja, no âmbito regional, são fundamentais para a identificação de alterações na resposta de plantas de soja ao patógeno. Em caso de supressividade da doença a viabilidade de incorporação a um programa de controle seria imperativa. Assim, objetivou-se avaliar o comportamento da ferrugem asiática da soja frente a aplicação de diferentes herbicidas, bem como o efeito "in vitro" de herbicidas na germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*.

CAPITULO I

EFEITO DE HERBICIDAS SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.) NO CULTIVO DE SOJA CONVENCIONAL.

RESUMO: O controle químico de plantas daninhas é uma prática importante na agricultura moderna, porém, o efeito dos herbicidas sobre organismos não alvo muitas vezes não é considerado. Herbicidas podem interferir nas reações das plantas ao ataque de patógenos, com influência tanto positivas quanto negativas na severidade da doença. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de herbicidas sobre a severidade da ferrugem asiática da soja no cultivo de soja não transgênica, ou seja, aquela que não teve gene modificado para tolerância a glyphosate. Foram avaliados quatro herbicidas, clorimurom-etílico, fomesafem + óleo mineral, cletodim + fenoxaprop-P-etilico, e lactofen com e sem aplicação do fungicida picoxistrobina + ciproconazol aplicados sobre as cultivares de soja M-SOY 8001 e BRS 133. As avaliações foram realizadas semanalmente após detecção dos primeiros sintomas. Foram quantificados o número de lesões, urédias, área foliar lesionada, desfolha, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e rendimentos. Os herbicidas cletodim + fenoxaprop-P-etilico, fomesafem e lactofem conferiram predisposição da cv. M-SOY 8001 a ferrugem asiática da soja. Apenas na avaliação mais próxima a aplicação dos herbicidas houve redução da doença após exposição à fomesafem e lactofem. O efeito dos herbicidas verificado tanto sobre a inibição quanto a predisposição a ferrugem, não foi suficiente para afetar a área foliar lesionada, AACPD, desfolha e também influenciar nos índices de produtividade da cultura. Houve um comprometimento do efeito dos fungicidas pela aplicação dos herbicidas, porém, esse efeito não influenciou a produção da soja.

Palavras-chave: doenças da soja, controle de plantas daninhas, *Glycine max*.

EFFECT OF HERBICIDES ON ASIAN SOYBEAN RUST (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.) IN GROWING CONVENTIONAL SOYBEAN.

ABSTRACT: Weed chemical control is an important practice in modern agriculture, however, the effect of herbicides on non-target organisms is often not considered. Herbicides may interfere with plants reaction to pathogen attacks, with both positive and negative influence on disease severity. The objective of this study was to evaluate the effect of herbicides on the severity of Asian soybean rust in conventional soybeans. We evaluated four herbicides, chlorimuron-ethyl fomesafen + mineral oil, clethodin + fenoxaprop-P-ethyl, and lactofen with and without fungicide application picoxystrobin + cyproconazole applied on the soybean cultivars M-Soy 8001 and BRS 133. Evaluations were performed weekly after disease detection. We quantified the number of diseased leaf area, defoliation, AUDPC and yield. Herbicides clethodin + fenoxaprop-P-ethyl, fomesafem and lactofen increase susceptibility of cv. M-SOY 8001 asian soybean rust. Fomesafem and lactofen negatively affected uredinia number at early stages, shortly after their application. Herbicides effects, either by predisposing nor by controlling rust, did not affect defoliation or soybean yield.

Keywords: soybean diseases, weed control, *Glycine max*.

1.1 INTRODUÇÃO

O uso de herbicidas no controle de plantas daninhas é uma prática importante na agricultura moderna. Entretanto, o efeito o herbicida pode se estender além da espécie alvo e influenciar organismos não-alvo (SANYAL; SHRESTHA, 2008).

Após o herbicida ser absorvido pela planta e atuar no seu local primário de ação, vários eventos bioquímicos e fisiológicos relacionados ocorrem sequencialmente (DEVINE et al., 1993). Alguns desses efeitos podem interferir nas reações das plantas cultivadas ao ataque de patógenos, com influência tanto positiva quanto negativa na severidade de doença e na indução à síntese de fitoalexinas (RIZZARDI et al., 2003).

Dann et al. (1999) verificaram, em três anos de trabalho, que a incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* em soja foi menor em tratamentos que receberam subdoses (0,04 a 0,11 kg ha^{-1}) do herbicida lactofen. Os autores observaram maior supressão da doença em safras e locais com maior potencial de inóculo. Nos Estados Unidos, o herbicida lactofen tem indicação para controle da podridão branca da haste da soja. Sugere-se que o efeito sobre a doença se deva à indução pelo herbicida, de altos níveis de gliceolina, uma fitoalexina da soja, protegendo a cultura contra a doença (LANDINI et al., 2003; HAMMERSCHMIDT, 1999; SANOGO et al., 2000; DANN et al., 1999). Nelson et al. (2002) relatam que além do lactofem, a redução do diâmetro de lesão causada por *S. sclerotiorum* em trifólios de soja também ocorre após exposição aos herbicidas oxyfluorfen, carfentrazone, sulfentrazone e fomesafem.

Outros estudos e avaliações que examinaram os efeitos diretos de herbicidas em diferentes patógenos de plantas e desenvolvimento da doença foram realizados (DAUGROIS et al., 2005; NEMOTO et al., 2002; NELSON et al., 2002). A inibição de doenças fúngicas pode ocorrer por meio da morte de esporos ou prevenção da sua germinação (DUKE et al. 2007).

Daugrois et al. (2005) estudaram em casa de vegetação o efeito de alguns herbicidas inibidores de protoporfirinogênio oxidase (PPOase) em *Pythium* spp., causador da podridão de raiz em cana-de-açúcar. Os autores verificaram que os herbicidas azafenidin, flumioxazin e sulfentrazone reduziram o crescimento micelial de

P. arrhenomanes nas concentrações 18,7, 15 e 10 mg L^{-1}, entretanto, não se detectou efeito dos herbicidas sobre a severidade da doença.

O crescimento micelial de *Bipolaris euphorbiae* foi inibido pelos herbicidas clorimurom-etílico, glyphosate, lactofem e imazetaphyr em testes *in vitro* (NEMOTO et al., 2002). Neste mesmo trabalho, os autores verificaram que o crescimento micelial não foi afetado por bentazon e fomesafem e foi, levemente, pelo oxasulfuron.

O herbicida glufosinate também foi testado em gramíneas geneticamente modificadas (*Agrostis* spp.) e houve a comprovação de sua eficiência na redução de infecções por *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia homoeocarpa* (WANG et al., 2003). De acordo com os autores, o glufosinate pode ser aplicado com segurança e economia para controlar plantas daninhas e para suprimir algumas doenças fúngicas em áreas produtoras de gramíneas transgênicas.

Muitos dos efeitos de herbicidas sobre as doenças de plantas, observados em condições de campo não permitem determinar se o efeito é devido à interação direta herbicida-patógeno ou ao efeito indireto, tornando as plantas mais ou menos resistentes ao patógeno. Também existem relatos de aumento da incidência de doenças, devido ao uso de herbicidas (DUKE et al., 2006).

Embora a predisposição e a inibição de herbicidas sobre doenças de plantas tenham sido reportada em várias culturas, existem respostas variáveis de acordo com o patógeno. Ainda são incipientes as informações que relacionam o efeito de herbicidas sobre a ferrugem asiática da soja. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência de herbicidas comumente utilizados no cultivo de soja convencional, ou seja, que não teve gene modificado para tolerância a glyphosate, sobre a ferrugem asiática causada por *Phakopsora pachyrhizi*.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área experimental do Centro Universitário da Grande Dourados - UNIGRAN no período de dezembro de 2008 à março de 2009. A semeadura foi realizada em 05 de dezembro de 2008, e as cultivares utilizadas foram M-SOY 8001 e BRS 133. Os tratamentos utilizados foram o herbicida, fungicida e testemunha, conforme Quadro 1. Para isolar o efeito da doença, o fungicida foi aplicado quinzenalmente a partir do estádio fenológico V5 (37 DAS – dias após semeadura) e até o estádio fenológico R6. Os tratamentos foram dispostos em delineamento blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 5x2x2 (herbicidas x fungicidas x cultivares), com cinco repetições. Cada parcela foi constituída de sete linhas espaçadas de 0,40 m e 5,00 m de comprimento, representando 14 m^2. Como área útil utilizou-se as três linhas centrais e descartou-se 0,5 m nas extremidades, totalizando-se 4,8 m^2. Os tratamentos foram aplicados utilizando-se um pulverizador costal pressurizado com CO_2 com pressão 40 kgf cm^2 e barra de 2 m contendo quatro bicos espaçados a 0,5 m, tipo leque na vazão de 200 $L.ha^{-1}$.

Para controle de lagartas da soja foram feitas aplicações de endosulfan 350 g L^{-1} (Endosulfan Nortox 350 EC – 1 L ha^{-1}) em 29 de dezembro de 2008; clorpirifós 480 g L^{-1} i.a (Klorpan – 0,5 L ha^{-1}), em 19 de janeiro de 2009 e metomil 215 g L^{-1} (Lannate – 1L ha^{-1}) em 09 de fevereiro de 2009. Houve necessidade de reaplicação para controle de lagarta devido a uma reinfestação no final do ciclo o que culminou com ataque de percevejo, assim, optou-se pela aplicação de metamidofós 600 g L^{-1} (Tamaron BR – 0,5 L ha^{-1}) em 25 de fevereiro de 2009.

Para observação dos primeiros sintomas foram coletados semanalmente 200 folíolos de plantas da bordadura. Após a detecção dos sintomas as avaliações foram realizadas semanalmente as. Para isso foram coletados, aleatoriamente, 30 folíolos do terço médio das plantas da área útil de cada parcela e quantificados o número de lesões, o número de urédias e a área foliar lesionada. A quantificação da área foliar lesionada foi atribuído um valor médio em porcentagem de área foliar lesionada nos folíolos obtidos baseado na escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006). A partir dos dados de severidade, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), que é a melhor representação de uma epidemia, pois representa o desenvolvimento da doença no ciclo da cultura. Para determinar o melhor modelo

epidemiológico para o cálculo da taxa aparente de infecção utilizou-se a metodologia descrita por Bergamin Filho (1995). A desfolha foi avaliada em 23/03 com plantas em estádio fenológico R7 através da avaliação visual atribuindo-se um valor em porcentagem de desfolha para cada tratamento (SARAIVA et al., 2010).

Foi avaliada a produtividade nos 4,8 m^2 centrais da parcela pela quantificação do rendimento (kg ha^{-1}) e da massa de mil grãos (g). Para isso, foram colhidas manualmente as plantas na área útil de cada parcela e em seguida trilhadas. A massa de mil grãos foi obtida pela pesagem em balança de precisão de três sub-amostras de 1000 grãos cada. A produtividade foi obtida pela pesagem dos grãos colhidos de cada parcela, em balança com capacidade para 15 kg. Tanto para massa de 1000 grãos quanto para massa de grãos $parcela^{-1}$, o teor de umidade dos grãos foi aferido a partir de duas sub-amostras com auxílio de um medidor de umidade de grãos "Dole PB 70-22". Em seguida foi feita a correção para 13% de umidade e a conversão em kg ha^{-1}.

Os dados obtidos de lesões e urédias foram transformados em log (x+1) e os de severidade em arcoseno raiz de x/100. Após, foram submetidos a análise de variância pelo programa SAEG. As análises estatísticas da severidade, rendimento e massa de mil grãos foram realizadas por meio do teste Tukey a 5% de significância, para comparação de médias.

QUADRO 1. Ingredientes ativos, doses, épocas de aplicação e estádio fenológico de acordo com os locais de instalação dos experimentos.

	Dose L ha^{-1}	Época de Aplicação	Estádio Fenológico
Clorimurom-etílico	200	30 DAS[3]	V4
Fomesafem[1]	200	30 DAS	V4
Cletodim + fenoxaprop-P-etilico	50 + 50	30 DAS	V4
Lactofem	180	30 DAS	V4
Picoxistrobina + Ciproconazol[2]	60 + 24	37 DAS	V5
Testemunha	-	-	-

[1] Acrescido de óleo mineral, dose 0,2 L ha^{-1}
[2] Acrescido de Nimbus 0,5% v/v
[3] Dias após semeadura

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ferrugem foi detectada na área em 27 de janeiro quando as plantas apresentavam-se em estádio fenológico V11. A análise de variância indicou interação significativa para o número de lesões e urédias de ferrugem entre herbicidas e fungicidas na primeira avaliação realizada após a detecção da doença (Quadro 2). Não foi observado efeito do fungicida na redução do número de lesões de *Phakopsora pachyrhizi* após exposição aos herbicidas. Apenas a testemunha com aplicação de fungicida diferiu estatisticamente da testemunha sem aplicação do produto, com redução de 66,67% de lesões. O herbicida clorimurom-etílico reduziu em 85,71% o número de lesões da ferrugem asiática da soja em plantas não protegidas com fungicida comparadas a testemunha sem aplicação. Quando o fungicida foi aplicado, não foi detectado efeito do clorimurom-etílico sobre o número de lesões. O efeito do fungicida pode não ter sido detectado devido a pouca quantidade de inoculo na época da coleta, ou pode ter ocorrido um comprometimento da ação do fungicida pela aplicação dos herbicidas. Para o número de urédias, detectou-se efeito do fungicida após exposição aos herbicidas. Porém, verificou-se que a exposição das plantas aos herbicidas fomesafem e clorimurom-etílico resultou em maior quantidade de doença em plantas protegidas com o fungicida em relação à testemunha.

QUADRO 2. Número de lesões e urédias de *P. pachyrhizi* em folíolos do terço médio de soja, submetidos ou não a tratamentos com herbicidas aos 55 dias da semeadura. Dourados 2008/09.

	Lesões [1]							
	06/03/2009 - R5.3				19/03/2009 - R7			
Tratamentos	Sem fungicida		Fungicida		Sem fungicida		Fungicida	
Cletodim + Fenoxaprop-P-etilico	0,05	ab	0,11	a	1,75	a	1,34	ab
Fomesafem	0,09	ab	0,22	a	1,75	a	1,45	a
Clorimurom-etilico	0,03	b	0,09	a	1,75	a	1,40	a
Lactofen	0,12	ab	0,06	a	1,80	a	1,34	ab
Testemunha	0,21	a	0,07	a	1,80	a	1,18	b
CV (%)	6,7				67			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha para cada data de avaliação/estádio fenológico, e minúscula na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

[1] Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Médias oriundas da avaliação de 30 folíolos por parcela.

A análise para o número de lesões também revelou interação significativa entre cultivares e fungicida. Tanto M-SOY 8001 quanto BRS 133 apresentaram menor número de lesões quando as plantas foram protegidas com o fungicida. Quando as cultivares foram comparadas, BRS 133 apresentou menor número de lesões do que a cultivar M-SOY 8001 após aplicação do fungicida (Quadro 3).

QUADRO 3 Número de lesões causadas por *P. pachyrhizi* em folíolos do terço médio de soja cvs. M-SOY 8001 e BRS 133, submetidos ou não a tratamentos com fungicida. Dourados 2008/09.

	Lesões[1] 06/03/2009 - R5.3			
Tratamentos	Sem Fungicida [1]		Fungicida [1]	
M-SOY 8001	58,86	Aa	29,39	Ba
BRS 133	60,65	Aa	19,06	Bb
CV(%)	9,89			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
[1] Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.

A análise de variância também indicou interação significativa para o número de lesões em cada cultivar após aplicação dos herbicidas nas avaliações realizadas aos 48 e 61 dias após detecção da ferrugem na área (Quadro 4). Na avaliação aos 48 dias após a detecção da doença, com plantas em estádio fenológico R5.3, verificou-se que plantas da M-SOY 8001 expostas a cletodim + fenoxaprop-P-etílico apresentaram mais lesões que a testemunha. Também foi detectado maior número de lesões na cultivar M-SOY 8001 do que na BRS 133. Os demais herbicidas não apresentaram efeito sobre a ferrugem da soja nas cultivares avaliadas. Na avaliação realizada em R7, aos 63 dias da detecção da ferrugem, plantas da cultivar M-SOY 8001 expostas ao fomesafem e lactofem apresentaram maior número de lesões do que as que não receberam aplicação destes herbicidas. Na cultivar BRS 133 não foi verificada diferença significativa para o número de lesões obtidas após tratamento com os herbicidas. Porém, houve diferença entre as duas cultivares expostas ao lactofem, com menos lesões na cv. BRS 133 do que na cv. M-SOY 8001. No presente trabalho não foi realizada investigações sobre possíveis mecanismos de defesa da planta que pudessem elucidar porque algumas cultivares são mais resistentes que outras em condições de campo, assim, não foi possível explicar porque a cv. BRS 133 resistiu melhor à doença do que a cv. M-SOY 8001. Dann et al. (1999) trabalhando com duas cultivares de soja,

verificaram que após exposição ao lactofem houve um maior acúmulo de gliceolina na cultivar NKS 19-90 do que na Williams 82. NKS 19-90 resultou em menor diâmetro de lesão de *Sclerotinia sclerotiorum*, sugerindo que o acúmulo da fitoalexina tenha sido o responsável pela resposta ao patógeno.

QUADRO 4. Número de lesões causadas por *P. pachyrhizi* em folíolos do terço médio de soja cvs. M-SOY 8001 e BRS 133, submetidos ou não a tratamentos com herbicidas. Dourados 2008/09.

	Lesões [1]							
	06/03/2009 - R5.3				19/03/2009 - R7			
Tratamentos	M-SOY 8001		BRS 133		M-SOY 8001		BRS 133	
Cletodim + Fenoxaprop-P-etilico	24,9	Aa	12,1	Ba	42,4	Aab	32,7	Aa
Fomesafem	23,0	Ab	11,9	Aa	49,5	Aa	41,6	Aa
Clorimurom-etilico	16,5	Ab	13,8	Aa	40,9	Aab	38,9	Aa
Lactofen	11,5	Ab	12,1	Aa	54,6	Aa	38,7	Ba
Testemunha	14,7	Ab	12,7	Aa	33,3	Ab	47,4	Aa
CV (%)	18,0				10,0			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha para cada data de avaliação/estádio fenológico, e minúscula na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
[1] Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Médias resultantes da avaliação de 30 folíolos por parcela.

Na avaliação do número de urédias, também foi detectada interação significativa para herbicidas e cultivares (Quadro 5). Aos dois dias após a detecção dos primeiros sintomas da doença, verificou-se inibição do número de urédias em plantas da cultivar M-SOY 8001 após aplicação dos herbicidas fomesafem e lactofem, em relação à testemunha sem aplicação. Na cultivar BRS 133 não foi detectado efeito dos herbicidas sobre o número de urédias de *P. pachyrhizi*, porém, observou-se nesta cultivar 8,9% menos urédias do que na M-SOY 8001 após aplicação do lactofem. Aos 44 dias após detecção da ferrugem, em R6, observou-se aumento do número de urédias em plantas da cv. M-SOY 8001 após exposição ao cletodim + fenoxaprop-P-etílico. Na cultivar BRS 133 não foi verificado efeito da aplicação de herbicidas sobre o número de urédias, porém, menor quantidade de urédias foi encontrada nesta cultivar quando comparada a cv. M-SOY 8001 após exposição à cletodim + fenoxaprop-P-etílico. Em R7, verificou-se maior número de urédias em plantas da cv. M-SOY 8001 expostas ao fomesafem e lactofem do que na testemunha. Na cv. BRS 133 não foi observado efeito

dos herbicidas sobre o número de urédias, apenas foi verificada diferença na quantidade de urédias encontrada na cv. BRS 133 e na cv. M-SOY 8001 expostas ao lactofem.

QUADRO 5. Número de urédias de *P. pachyrhizi* em folíolo do terço médio de soja cvs. M-SOY 8001 e BRS 133 submetidos ou não a tratamentos com herbicidas. Dourados 2008/09.

	Urédias [1]			
	29/01/2009 - V11[2]			
Tratamentos	M-SOY 8001		BRS 133	
Cletodim + Fenoxaprop-P-etilico	2,57	Aab	2,45	Aa
Fomesafem	2,63	Aa	2,57	Aa
Clorimurom-etilico	2,57	Aab	2,51	Aa
Lactofen	2,69	Aa	2,45	Ba
Testemunha	2,39	Ab	2,51	Aa
CV(%)	6,7			

	Urédias [1]			
	12/03/2009 - R6			
Tratamentos	M-SOY 8001		BRS 133	
Cletodim + Fenoxaprop-P-etilico	26,9	Aa	10,2	Ba
Fomesafem	15,5	Aab	10,2	Aa
Clorimurom-etilico	12,3	Ab	12,3	Aa
Lactofen	10,0	Ab	13,8	Aa
Testemunha	12,3	b	13,8	a
CV(%)	18,6			

	Urédias [1]			
Tratamentos	19/03/2009 - R7			
Cletodim + Fenoxaprop-P-etilico	89,03	Aab	75,34	Aa
Fomesafem	119,9	Aa	100,5	Aa
Clorimurom-etilico	94,0	Aab	94,5	Aa
Lactofen	114,2	Aa	95,2	Ba
Testemunha	78,5	Bb	117,6	Aa
CV(%)	13,0			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha para cada avaliação, e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
[1] Para análise estatística os dados foram transformados em log x +1. Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.
[2] Valores obtidos pelo anti log das médias transformadas.

Em algumas avaliações também foi detectado efeito da aplicação do fungicida sobre o número de urédias de *P. pachyrhizi* nas cultivares (Quadro 6). Tanto na avaliação realizada em plantas em estádio fenológico V11 quanto em R7, verificou-

se que a aplicação do fungicida resultou em controle da doença nas cultivares M-SOY 8001 e BRS 133, comparadas à testemunha. Foi observado menor número de urédias na cv. BRS 133 do que na cv. M-SOY 8001 quando as plantas foram protegidas com fungicida. Não foi encontrada em literatura informações sobre a resistência destas cultivares a ferrugem asiática, também não foi possível encontrar informações genéticas que pudessem sugerir que a resistência a doença derive da herança de ancestrais, ou seja, esteja ligada a base genética da cultivar. A avaliação por meio de estudos genealógicos, normalmente, é dificultada pela falta de registro da genealogia das populações (PEREIRA, 1989).

Anderson e Kolmer (2005) verificaram a inibição da ferrugem da folha do trigo geneticamente modificado, pelo herbicida glyphosate nos estádios iniciais da doença. Os experimentos foram conduzidos a campo e em casa de vegetação e indicaram que o glyphosate inibe a ferrugem da folha do trigo em pelo menos 21 dias, mas não superior a 35 dias após o tratamento. Entretanto, os autores afirmaram que se as infecções durante este período forem controladas poderá haver redução da doença, mesmo considerando sua natureza policíclica. Soares et al. (2008) também verificaram que o efeito do glyphosate sobre a ferrugem ocorreu apenas na fase inicial de infecção das plantas pelo patógeno. No presente trabalho, o efeito dos herbicidas fomesafem e lactofem na redução da ferrugem asiática apenas foi detectado no início da infecção. Em algumas avaliações, foi constatado que os herbicidas cletodim + fenoxaprop-P-etílico, fomesafem, lactofen e clorimuron etílico induziram a predisposição da planta à doença.

Dann et al. (1999) relataram que o herbicida lactofem, aplicado em plantas de soja em estádio fenológico V4 não alterou resposta com relação a resistência a podridão branca da haste da soja causada por *Sclerotinia sclerotiorum*. De acordo com os autores, a aplicação em V3 ou no início do florescimento da cultura resultou em menor severidade da doença à campo. Neste trabalho, as aplicações dos herbicidas foram realizadas em V4, visando abranger o controle de plantas daninhas na cultura da soja e não em função do controle da ferrugem. Portanto, não foi possível detectar efeito da época de aplicação dos herbicidas sobre a doença. Futuros trabalhos poderiam ser realizados com aplicação de herbicidas em diferentes fases da cultura, visando-se detectar um melhor controle da doença. Lactofen, neste trabalho, reduziu a doença em apenas uma avaliação.

QUADRO 6. Número de urédias de *P. pachyrhizi* em folíolo do terço médio de soja cvs. M-SOY 8001 e BRS 133 com e sem fungicida. Dourados 2008/09.

	Lesões [1]							
	29/01/2009 - V11				19/03/2009 - R7			
Tratamentos	Sem fungicida[2]		Fungicida[2]		Sem fungicida[2]		Fungicida[2]	
M-SOY 8001	2,75	Aa	2,39	Aa	145,8	Aa	52,4	Ba
BRS 133	2,75	Aa	2,29	Bb	155,1	Aa	38,1	Bb
CV (%)	6,74				12,93			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha para cada avaliação, e minúscula na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
[1] Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Médias resultantes da avaliação de 30 folíolos por parcela.
[2] Valores obtidos pelo anti-log das médias transformadas.

Dann et al.(1999) relataram que o herbicida lactofem, aplicado em plantas de soja em estádio fenológico V4 não alterou resposta com relação a resistência a podridão branca da haste da soja causada por *Sclerotinia sclerotiorum*. De acordo com os autores, a aplicação em V3 ou no início do florescimento da cultura resultou em menor severidade da doença à campo. Neste trabalho, as aplicações dos herbicidas foram realizadas em V4, visando abranger o controle de plantas daninhas na cultura da soja e não em função do controle da ferrugem. Portanto, não foi possível detectar efeito da época de aplicação dos herbicidas sobre a doença. Futuros trabalhos poderiam ser realizados com aplicação de herbicidas em diferentes fases da cultura, visando-se detectar um melhor controle da doença. Lactofen, neste trabalho, reduziu a doença em apenas uma avaliação.

A redução na severidade da morte súbita da soja, causada por *Fusarium solani* f. sp. *glycines* também foi constatada após aplicação de lactofem (SANOGO et al., 2001). Neste mesmo trabalho, os autores verificaram aumento na severidade da doença após a aplicação de glyphosate e imazethapyr. Daugrois et al. (2005) visando avaliar o efeito de herbicidas inibidores de protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), verificaram que o herbicida flumioxazin aplicado em folhas reduziu significativamente a severidade da podridão de raiz por *Pythium* spp. Dann et al. (1999) relataram que a resposta à doença verificada após exposição aos herbicidas inibidores de PROTOX está associada à produção de fitoalexinas. Os autores verificaram que plantas de soja que receberam o lactofem sintetizaram gliceolina, enquanto que em plantas não expostas a fitoalexina não foi detectada. O lactofen assim como outros produtos difenil éteres, é

um inibidor de protox, enzima envolvida na biossíntese da clorofila, o que resulta no acúmulo de protoporfirinogênio IX no citoplasma. Na presença de luz, o protoporfirinogênio IX forma oxigênio singleto ($^1O_2$) que é responsável pela morte das plantas através da peroxidação da membrana plasmática (AHRENS, 1994). A forma reativa do oxigênio singleto ativa os genes de defesa responsáveis pela síntese de fitoalexinas e da reação de hipersensibilidade (DANGL et al., 2000). O acúmulo de gliceolina em folhas de soja expostas ao lactofem foi evidenciado em pesquisa envolvendo a participação de processos oxidativos na síntese de gliceolina (DEGOUSÉE et al., 1994). Neste trabalho, a investigação sobre a síntese de fitoalexinas na soja após exposição aos herbicidas, não foi realizada, portanto, não se pode afirmar que o efeito inicial do herbicida sobre a ferrugem da soja tenha ocorrido pela indução de resistência na planta pela produção destes compostos secundários.

A avaliação da severidade representada pela área de tecido foliar lesionado não revelou efeito dos herbicidas. Apenas a aplicação do fungicida influenciou na redução de tecido foliar lesionado por *P. pachyrhizi* (dados não apresentados). A mesma tendência foi observada para a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), ou seja, não houve efeito dos herbicidas sobre a quantidade de doença encontrada, apenas se verificou menor proporção de doença em plantas protegidas com fungicida do que em plantas sem o produto (Quadro 7).

QUADRO 7. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), massa de mil grãos e produtividade de soja cvs. M-SOY 8001 e BRS 133, com ou sem fungicida. Dourados, 2008/09.

Tratamentos	AACPD		Massa de mil grãos (g)		Produtividade (kg ha^{-1})	
Com fungicida	70,63	b	118,60	a	2759,60	a
Sem fungicida	403,67	a	104,99	b	2349,16	b
CV(%)	35,4		9,0		21,3	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Com relação aos índices de produção representados pela massa de mil grãos e produtividade, não foi detectada diferença significativa para a utilização de herbicida (Quadro 7). Apesar dos herbicidas clorimurom-etílico, fomesafem e lactofem, em algumas avaliações, terem apresentado efeito sobre a severidade da ferrugem da

soja, isto não foi suficiente para influenciar os fatores de produção. Também foi observado o comprometimento da ação do fungicida pela aplicação dos herbicidas cletodim + fenoxaprop-P-etilico, fomesafem, lactofem e clorimurom-etílico, porém, esse efeito não foi suficiente para afetar a produtividade. A maior produtividade foi encontrada nas parcelas com aplicação de fungicida, com média de 2.759,60 kg ha^{-1}, diferindo estatisticamente das parcelas onde o fungicida não foi aplicado cuja produtividade média alcançada foi de 2.349,16 kg ha^{-1}, independente do tratamento herbicida.

Com relação à desfolha avaliada em plantas no estádio fenológico R7, não foi encontrado efeito do herbicida sobre a desfolha, apenas verificou-se interação significativa para cultivares e fungicida, confirmando que a aplicação de fungicida nas duas variedades avaliadas reduziu a desfolha (Quadro 8). A cultivar M-SOY 8001 apresentou 46% a menos de desfolha em plantas com fungicida do que as que não receberam o produto. Já a cultivar BRS 133 apresentou redução de 26,5% na desfolha de plantas protegidas com fungicida. Os resultados confirmaram a eficiência do fungicida em evitar a desfolha das plantas de soja. O principal prejuízo ocasionado pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* é a desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento de vagens e a massa final dos grãos com consequente redução de rendimento (YANG et al., 1991). No presente trabalho, os herbicidas fomesafem, lactofem e cletodim + fenoxaprop-P-etílico apresentaram efeito sobre a severidade da ferrugem asiática da soja, porém, o efeito foi apenas detectado nas avaliações próximas as aplicações, e não foi suficiente para afetar a desfolha.

QUADRO 8. Desfolha de plantas de soja cvs. M-SOY 8001 e BRS 133 com ou sem fungicida. Dourados, 2008/09.

	Desfolha (%)			
	Fungicida [1]		Sem fungicida [1]	
M-SOY 8001	47,0	Ab	86,4	Bb
BRS 133	68,8	Aa	93,6	Ba
CV(%)	8,0			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Para avaliar o progresso da doença durante o ciclo da cultura, foram analisados diferentes modelos matemáticos para os valores de severidade coletados. O modelo exponencial foi o que melhor se ajustou aos dados médios de severidade, representando um crescimento gradual da doença ao longo do tempo (Figura 1). Nas duas cultivares utilizadas em todos os tratamentos herbicidas sem fungicida observou-se aumento na taxa de progresso da doença a partir do estádio fenológico R 5.1 que ocorreu 60 dias após semeadura. Independente dos fatores herbicidas e cultivares, a aplicação de fungicida controlou a ferrugem asiática da soja durante o ciclo da cultura. Observando-se os valores da taxa de infecção (r) e do inóculo inicial (y_0), apresentados no Quadro 9, detectou-se efeito da aplicação do fungicida sobre y_0. O efeito da aplicação do fungicida na parte aérea era esperado na taxa de infecção (BERGAMIM FILHO,1995). As aplicações do fungicida iniciadas em estádio fenológico V5 e repetidas em intervalos de quinze dias, podem ser responsáveis por este efeito sobre o inóculo inicial, pois as plantas já se encontravam protegidas no momento das primeiras infecções.

Sintomas de fitotoxidez foram detectados logo após a aplicação dos herbicidas lactofem e fomesafem. As folhas apresentavam áreas com necroses marrons e formato distorcido. Porém, com o desenvolvimento da cultura, as plantas aparentemente se recuperaram.

Este estudo foi realizado a partir do pressuposto que os herbicidas utilizados na cultura da soja convencional para controlar plantas daninhas, causassem algum impacto sobre a ferrugem asiática da soja. Essa informação poderia, de alguma forma, contribuir para o manejo da doença. No caso da predisposição à doença, essa informação deveria ser considerada na utilização do herbicida, bem como na escolha da dose a ser utilizada. A avaliação do efeito da interação herbicida e patógenos de plantas é dificultada devido a complexidade de alguns fatores que interagem no patossistema, como doses e formulação do herbicida; tipo de solo; condições ambientais; patógenos e espécie de planta. Portanto, encontram-se na literatura resultados conflitantes que podem ocorrer devido a diferenças de um ou mais fatores envolvidos (DUKE et al., 2007).

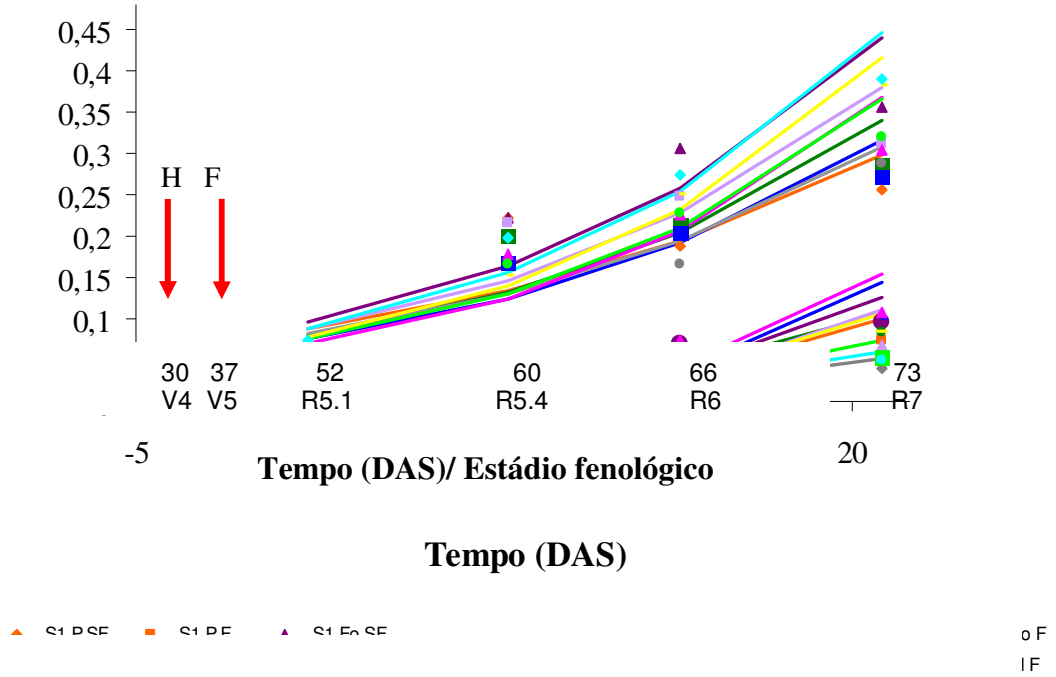


FIGURA 1. Curva de progresso da severidade da ferrugem asiática, em soja cv. M-SOY 8001 e BRS 133, expostas ou não a herbicidas com e sem fungicida. Dourados, MS, 2008/2009. S1= M-SOY 8001; S2= BRS 133; F = fungicida; SF= sem fungicida; P= cletodim + fenoxaprop-P-etílico; Fo=fomesafem; Cl = clorimurom-etílico; Co= lactofem; SH= controle. As setas indicam a data de aplicação dos herbicidas (H) e do fungicida (F).

QUADRO 9 Equações, coeficientes de determinação entre dados reais e previstos(R^{*2}), inóculo inicial (y_0) e taxa de progresso da doença (r), estimados pelo modelo exponencial, para os dados médios de severidade nas cultivares de soja M-SOY 8001 e BRS 133 submetidas ou não a herbicidas. Dourados, 2008/09.

Tratamentos	Equação	R^{*2}(%)	r	Y_0
S1PSF	y= 0,082729 exp (0,060993.x)	0,69	0,060993	-2,49218
S1PF	y= 0,00297 exp (0,167431.x)	0,95	0,167431	-5,81905
S1FSF	y= 0,089442 exp (0,07585.x)	0,85	0,07585	-2,41416
S1FF	y= 0,082729 exp (0,060993.x)	0,91	0,172917	-5,70769
S1ClSF	y= 0,073509 exp (0,073031.x)	0,80	0,073031	-2,61035
S1ClF	y= 0,00636 exp (0,136633.x)	0,93	0,136633	-5,10997
S1CoSF	y= 0,070411 exp (0,071404.x)	0,87	0,071404	-2,65341
S1CoF	y= 0,002211 exp (0,198574.x)	0,94	0,198574	-6,11419
S1SHSF	y= 0,076972 exp (0,066094.x)	0,73	0,066094	-2,56431
S1SHF	y= 0,003186 exp (0,133236.x)	0,94	0,133236	-5,74888
S2PSF	y= 0,081316 exp (0,073477.x)	0,80	0,073477	-2,50941
S2PF	y= 0,001326 exp (0,210104.x)	0,91	0,210104	-6,62572
S2FSF	y= 0,06395 exp (0,08328.x)	0,86	0,08328	-2,74966
S2FF	y= 0,003092 exp (0,186248.x)	0,94	0,186248	-5,77883
S2ClSF	y= 0,069351 exp (0,07507.x)	0,92	0,079233	-2,66857
S2ClF	y= 0,002433 exp (0,162068.x)	0,93	0,162068	-6,01872
S2CoSF	y= 0,071112 exp (0,084182.x)	0,98	0,084182	-2,6435
S2CoF	y= 0,00261 exp (0,176444.x)	0,97	0,176444	-5,94858
S2SHSF	y= 0,081942 exp (0,080584.x)	0,93	0,080584	-2,50174
S2SHF	y= 0,003252 exp (0,138076.x)	0,98	0,138076	-5,72854

S1= M-SOY 8001; S2= BRS 133; F = fungicida; SF= sem fungicida; P= cletodim + fenoxaprop-P-etílico; F=fomesafem; Cl = clorimurom-etílico; Co= lactofem; SH= controle.

1.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi conduzido, a aplicação dos herbicidas cletodim + fenoxaprop-P-etílico, fomesafem e lactofem em soja convencional, cv. M-SOY 8001, causa uma predisposição da cultura à ferrugem asiática da soja.

Os herbicidas fomesafem e lactofem reduzem o número de urédias de *P. pachyrhizi* apenas no início de infecção do patógeno.

Clorimurom-etílico reduz o número de lesões de ferrugem asiática da soja no início do desenvolvimento da doença.

Os herbicidas cletodim + fenoxaprop-P-etílico, fomesafem, lactofem e clorimurom etílico não influenciam na produtividade da cultura da soja.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, J.A.; KOLMER, J.A. Rust control in glyphosate tolerant wheat following application of the herbicide glyphosate. **Plant Disease**, St. Paul, v.89, n.11, p.1136-1142, 2005.

AHRENS, W.H. (Ed.). **Herbicide handbook**. 7th ed. Lawrence, KS: Weed Science Society of America and Allen Pr. 1994. 352 p.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H., AMORIM, L. (eds). **Manual de Fitopatologia. Vol.1. Princípios e Conceitos.** 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p.602-625.

DANGL, J.L.; DIETRICH, R. ATHOMAS, H. Senescence and programmed cell death. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 1044-1100.

DANN, E.K.; DIERS, B.W.; HAMMERSCHMIDT, R. Suppression of *Sclerotinia stem* rot of soybean by lactofen herbicide treatment. **Phytopathology**, St. Paul, v.89, n.7, p. 598-602, 1999.

DAUGROIS, J. H.; HOY, J. W.; GRIFFIN, J. L. Protoporphyrinogen oxidase inhibitor herbicide effects on *Pythium* root rot of sugarcane, *Pythium* species, and the soil microbial community. **Phytopathology**, St. Paul, v.95, n.3, p. 220-226, 2005.

DEGOUSÉE, N.; TRIANTAPHYLIDES, C.; MONTILLET, J.L. Involvement of oxidative processes in the signaling mechanisms leading to the activation of glyceollin synthesis in soybean (*Glycine max*). **Plant Physiology**, Rockville, v.104, n.3, p.945-952, 1994.

DEVINE, M.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. Oxygen toxicity and herbicidal action; Secondary physiological effects of herbicides. In: DEVINE, M.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action.** New Jersey: Prentice-Hall, 1993. p.177-188.

DUKE, S.O.; CERDEIRA, A.L.; MATALLO, M.B. Herbicide effects on plant disease. **Outlooks on Pest Management**, Burnham, v.18, n.1, p.36-40, 2007.

DUKE, S.O.; CERDEIRA, A.L.; MATALLO, M.B. Uso de herbicidas e seus efeitos em doenças vegetais. **Informações Agronômicas**, São Paulo, n.115, p.1-4, 2006.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n.1, p.63-68, 2006.

HAMMERSCHMIDT, R. Phytoalexins: what have we learned after 60 years? **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.37, p.285-306, 1999.

LANDINI, S.; GRAHAM, M.Y.; GRAHAM, T.L. Lactofen induces isoflavone accumulation and glyceollin elicitation competency in soybean. **Phytochemistry**, Maryland Heights, v. 62, n.6, p.865-874, 2003.

NELSON, K.A.; RENNER, K.A.; HAMMERSCHMIDT, R. Effects of protoporphyrinogen oxidase inhibitors on soybean (*Glycine max* L.) response, *Sclerotinia sclerotiorum* disease development, and phytoalexin production by soybean. **Weed Technology**, London, v.16, n.2, p.353-359, 2002.

NEMOTO, M.C.M.; NAHAS, E.; PITELLI, R.A.; COELHO, L. Germination and mycelial growth of *Bipolaris euphorbiae* Muchovej & Carvalho as influenced by herbicides and surfactants. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 352-357, 2002.

PEREIRA, A.V. **Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz).** 1989. 179f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n.5, p.957-965, 2003.

SANOGO, S.; YANG, X.B.; SCHERM, H. Effects of herbicides on *Fusarium solani* f. sp. glycines and development of sudden death syndrome in glyphosate-tolerant soybean. **Phytopathology**, St Paul, v.90, n.1, p. 57-66, 2000.

SANOGO, S.; YANG, X.B.; LUNDEEN, P. Field response of glyphosate-tolerant soybean to herbicides and sudden death syndrome. **Plant Disease**, St. Paul, v. 85, n.7, p.773-779, 2001.

SANYAL, D. SHRESTHA, A. Direct effect of herbicides on plant pathogens and disease development in various cropping systems. **Weed Science**, Lawrence, v. 56, n.1, p. 155-160, 2008.

SARAIVA, O.F.; CAMPOS LEITE, R.M.V.B. de; SOARES, R.M (Eds). **Ata da XXXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 325p. (Documentos, 324).

SOARES, R.M.; GAZZIERO, D.L.P.; MORITA, D.A.S.dos.; CILIATO, M.L.; FLAUSINO, A.M.; SANTOS, L.C.M.; JANEGITZ, T. Utilização de glyphosate para o controle de ferrugem da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.4, p.473-477, 2008.

WANG, Y.; BROWNING, M.; RUEMTNELE, B.A.; CHANDLEE, J.M.; KAUSCH, A. P. ; JACKSON, N. Glufosinate reduces fungal diseases in transgenic glufosinate-resistant bentgrasses (*Agrostis* spp.). **Weed Science**, Lawrence, v.51, n.1 , p. 130-137, 2003.

YANG, X.B.; TSCHANZ, A.T.; DOWLER, W.M.; WANG, T.C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybean infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, St. Paul, v.81, n.11, p.1420-1426, 1991.

CAPITULO II
EFEITO DO GLYPHOSATE SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

(*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Sid.)

RESUMO: O glyphosate é um herbicida sistêmico, não seletivo, aplicado em pós-emergência e de amplo espectro de ação, muito utilizado no controle de plantas daninhas. Estudos têm demonstrado que o glyphosate pode acentuar ou reduzir a severidade de várias doenças em plantas. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito desse herbicida sobre a severidade da ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi.* Foram conduzidos três experimentos em duas safras. No primeiro utilizou-se as cultivares de soja M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR com e sem aplicação de glyphosate e fungicida picoxistrobina + ciproconazol. Os dois experimentos seguintes foram desenvolvidos em locais distintos para avaliação de diferentes doses de glyphosate. Utilizou-se a cultivar de soja BRS 245 RR, com aplicação de glyphosate doses 1.440 L ha^{-1} aos 23 DAS; 1.440 L ha^{-1} aos 23 e 42 DAS e 2.400 L ha^{-1} aos 23 DAS e picoxistrobina + ciproconazol 60 + 24 L ha^{-1} aos 29 DAS. Em todos os trabalhos, após detecção dos primeiros sintomas, foram quantificados o número de lesões, urédias, porcentagem de área foliar lesionada, desfolha, AACPD e rendimentos. Glyphosate apresentou efeito sobre *P. pachyrhizi* apenas nos estágios iniciais da doença e com curto período de proteção. A aplicação de glyphosate para controle de plantas daninhas na cultura da soja nas doses 1.440 L ha^{-1} aos 23 DAS; 1.440 L ha^{-1} aos 23 e 42 DAS e 2.400 L ha^{-1} aos 23 DAS reduziu a severidade da ferrugem asiática à campo. O controle proporcionado pelo glyphosate sobre a ferrugem asiática da soja não foi suficiente para impedir a desfolha e tampouco influenciar na produção.

Palavras-chave: herbicida, ferrugem da soja, controle químico

EFFECT OF GLYPHOSATE ON ASIAN SOYBEAN RUST

(*Phakopsora pachyrhizi* Sid. & P. Sid.)

ABSTRACT: Glyphosate is a non-selective systemic herbicide, applied post-emergence with a broad spectrum of action. It is widely used in weed control. Studies have shown that glyphosate can enhance or reduce plant diseases severity. The objective of this study was to evaluate the glyphosate effect on asian soybean rust severity caused by *Phakopsora pachyrhizi*. Three experiments were conducted. In the first experiment soybean cultivars M-SOY 7908 RR and BRS 245 RR with and without glyphosate application and fungicide picoxystrobin + cyproconazole were evaluated. The following experiments were conducted at two locations to evaluate different glyphosate rates 1.440 L ha^{-1} aos 23 DAS; 1.440 L ha^{-1} aos 23 e 42 DAS and 2.400 L ha^{-1} aos 23 DAS and picoxystrobin + cyproconazole 60 + 24 L ha^{-1} aos 29 DAS. In all experiments, assessments were conducted weekly after rust was detected at the experimental sites. We enumerated lesion and uredinia per leaflet, diseased leaf area, defoliation, AUDPC and yield. Glyphosate had an effect on *P. pachyrhizi* in the early disease stages with a short protection period. Application of glyphosate to control weeds in soybean crop in 1.440 L ha^{-1} aos 23 DAS; 1.440 L ha^{-1} aos 23 e 42 DAS and 2.400 L ha^{-1} aos 23 DAS reduced rust severity. The control provided by glyphosate on asian soybean rust was not enough to prevent defoliation and did not improve crop yields.

Keywords: herbicide, soybean rust, chemical control

2.1 INTRODUÇÃO

A soja transgênica, tolerante ao herbicida glyphosate representou uma inovação tecnológica no controle de plantas daninhas (REDDY e ZABLOTOWICS, 2003). No cultivo de soja transgênica, o glyphosate pode ser aplicado em pré-semeadura (dessecação) e/ou em pós-emergência da cultura, flexibilizando as práticas de controle químico de plantas daninhas (AGOSTINETTO et al., 2009).

A resistência do glyphosate em soja foi obtida pela inserção de um gene (AroA) oriundo do genoma da bactéria *Agrobacterium tumefaciens* (sin. *Rhizobium radiobacter*), estirpe CP4, a qual codifica uma variante da enzima EPSPS (5-enol piruvil 3-shiquimato fosfato sintase - CP4 EPSPS), tolerante à inibição pelo glyphosate (PADGETTE et al., 1995). A soja modificada apresenta dupla expressão da enzima EPSPS, uma original da própria espécie da soja e outra de origem bacteriana. Assim sendo, o glyphosate interfere na rota metabólica da enzima EPSPS, trazendo efeitos negativos para a soja convencional, mas não interfere na rota da enzima CP4 EPSPS. Sob tratamento com esse herbicida, as plantas de soja se apresentam insensíveis ao produto, em virtude da ação continuada e sistemática da enzima alternativa (SANTOS et al., 2007). EPSPS está presente em plantas, fungos e bactérias, mas não em animais (KISHORE e SHAH, 1998). Devido à presença de uma EPSPS sensível ao glyphosate, fungos e bactérias podem ser sensíveis à ação do glyphosate.

O glyphosate é um herbicida sistêmico, não seletivo, aplicado em pós-emergência e de amplo espectro de ação, sendo o principal ingrediente ativo utilizado no controle de plantas daninhas. Seu mecanismo de ação interfere na rota do ácido shiquímico, precursor envolvido na defesa de plantas a patógenos, destacando-se: taninos, antocianinas, ácido salicílico, lignina, flavononas, isoflavonas e cumarinas (BUCHANAN et al., 2000; SRIVASTAVA, 2001; JOHAL e RAHE, 1984). Alguns destes compostos são reconhecidamente fitoalexinas, compostos antimicrobianos que se acumulam rapidamente no local de infecção (HAMMOND-KOSACK e JONES, 2000).

O glyphosate pode acentuar ou reduzir a severidade de várias doenças. Estudo em casa de vegetação com cultivar de trigo transgênico mostrou que a aplicação do glyphosate reduz o desenvolvimento da ferrugem causada por *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* e a infecção da ferrugem do colmo do trigo causado por *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* (ANDERSON e KOLMER, 2005). Os autores observaram que o controle da

ferrugem da folha diminuiu com a redução das doses de glyphosate, e o efeito supressor foi temporário persistindo de 21 a 35 dias após a aplicação.

Santos et al. (2007) avaliaram o efeito da deriva do glyphosate sobre a resistência de clones de eucalipto à ferrugem (*Puccinia psidii*). Diferentes doses de glyphosate foram aplicadas simulando uma deriva sobre as plantas de eucalipto e, em seguida, inocularam uredósporos do patógeno. Em clones resistentes à *P. psidii*, a reação à doença não foi alterada pela exposição ao glyphosate, porém, em clones suscetíveis expostos ao herbicida a severidade foi menor.

Phakopsora pachyrhizi Syd & P. Syd é um patógeno obrigatório causador da ferrugem asiática da soja. A doença foi relatada pela primeira vez no Brasil, no final da safra 2000/2001, representando grande importância em todos os países do continente americano (GODOY e CANTERI, 2004). Trabalhos realizados por Feng et al. (2005) e Feng et al. (2008) reportam a atividade do glyphosate contra a ferrugem asiática da soja.

Soares et al. (2008) avaliaram a ação inibitória do glyphosate sobre a germinação de esporos de *P. pachyrhizi*. O herbicida apresentou maior efetividade que o fungicida difenoconazole e semelhante ao fungicida tebuconazole. Entretanto, a ação inibitória não foi suficiente para afirmar que o produto seja efetivo no controle da ferrugem asiática, porém, indica atividade fungicida do herbicida.

As ações predisponentes ou inibitória do glyphosate sobre doenças de plantas foram relatadas em várias culturas, entretanto o efeito pode apresentar-se variável de acordo com o patossistema.

Visando estudar a ação do glyphosate em doses usualmente utilizadas em condições de campo, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência do glyphosate na ferrugem asiática da soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi*.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Avaliação do efeito do glyphosate sobre a ferrugem asiática da soja

O experimento foi instalado na área experimental da UNIGRAN - Centro Universitário da Grande Dourados em Dourados, MS e geograficamente localizada na latitude $22^0 12´21,83´´$S e longitude $54^0 52´26,63´´$O e altitude de 438 m, no período de dezembro de 2008 à março de 2009. A semeadura foi realizada em 05 de dezembro de 2008, e as cultivares utilizadas foram M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR. Os tratamentos constaram de aplicação de glyphosate dose 1,44 L ha^{-1} i.a. com e sem o fungicida picoxistrobina + ciproconazol dose 60 + 24 g L^{-1} i.a.; picoxistrobina + ciproconazol dose 60 + 24 g L^{-1} i.a. e água como testemunha. O herbicida foi aplicado nas plantas em estádio V4 (30 DAS) das cultivares M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR em 05 de janeiro de 2009 e repetido no estádio fenológico V6, em 20 de janeiro de 2009, e o fungicida foi aplicado nas plantas em estádio fenológico V5 em 10 de janeiro de 2009 e repetido quinzenalmente até o estádio fenológico R6. Os tratamentos foram dispostos em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 2x2x2 (glyphosate x fungicida x cultivares) com cinco repetições. Cada parcela constituiu-se de sete linhas espaçadas de 0,40 m e 5,00 m de comprimento representando 14 m^2. Como área útil utilizou-se as três linhas centrais e descartou-se 0,5 m nas extremidades, totalizando-se 4,8 m^2. Os produtos foram aplicados utilizando-se um pulverizador costal pressurizado com CO_2 com pressão 40 kgf cm^2 e barra de 2 m contendo quatro bicos espaçados a 0,5 m, tipo leque na vazão de 200 L ha^{-1}. Para a detecção dos primeiros sintomas da ferrugem na área semanalmente foram coletados aleatoriamente 100 trifólios do terço inferior das plantas da bordadura e visualizados com auxílio de um microscópio estereoscópico para detecção da presença de lesões e urédias.

As avaliações foram realizadas semanalmente após o aparecimento dos primeiros sintomas. Para isso foram coletados aleatoriamente 30 folíolos do terço médio das plantas da área útil de cada parcela e o número de lesões, número de urédias e porcentagem de área foliar foram quantificados. A avaliação da severidade foi feita com auxílio da escala diagramática (GODOY et al., 2006). A desfolha foi avaliada no estádio fenológico R7, através de avaliação visual, atribuindo-se um valor em porcentagem de desfolha para cada tratamento (SARAIVA et al., 2010) A partir dos dados de severidade, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença

(AACPD), que é a melhor representação de uma epidemia. Para escolha do melhor modelo, ou seja, aquele que melhor se ajusta aos dados, levou-se em consideração o maior valor do coeficiente de determinação (R^{*2}) obtido da regressão linear entre os valores previstos (variável dependente) e observados (variável independente) (BERGAMIN FILHO, 1995).

A produtividade foi determinada pela quantificação do rendimento (kg ha^{-1}) e a massa de mil grãos. Para isso, foram colhidas manualmente as plantas na área útil de cada parcela e, em seguidas, trilhadas mecanicamente. A massa de mil grãos foi obtida pela pesagem em balança de precisão a partir de três sub-amostras de 1000 grãos cada. A produtividade foi obtida pela pesagem dos grãos colhidos de cada parcela, em balança com capacidade para 15 kg. Tanto para massa de 1000 grãos quanto para massa de grãos $parcela^{-1}$, o teor de umidade dos grãos foi aferido a partir de duas sub-amostras, com auxílio de um medidor de umidade de grãos "Dole PB 70-22". Em seguida foi feita a correção para 13% de umidade.

Os dados obtidos de lesões e urédias foram transformados em log(x+1) e os de severidade em arcoseno raiz de x/100, submetidos a análise de variância pelo programa SAEG. As análises estatísticas da severidade, rendimento e massa de mil sementes foram realizadas por meio do teste Tukey a 5% de significância, para comparação de médias.

1.2.2 Efeito de doses de glyphosate sobre a ferrugem asiática da soja

Dois experimentos foram conduzidos em Dourados, MS, um no Campus da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD e outro na área experimental da UNIGRAN, no período de dezembro de 2009 a março de 2010. Foi utilizada a variedade de soja BRS 245 RR. A semeadura foi realizada em 17 de novembro de 2009 na área da UFGD e 17 de dezembro de 2009 na área da UNIGRAN. Os tratamentos utilizados foram glyphosate, fungicida e testemunha, conforme Quadro 1. O fungicida foi aplicado quinzenalmente a partir do estádio fenológico V5 (16/12) e repetido até o estádio fenológico R6. Os tratamentos foram dispostos em delineamento blocos inteiramente casualizados com cinco repetições. Cada parcela constituiu-se de sete linhas espaçadas de 0,45 m e 5,00 m de comprimento representando 15,75 m^2. Como área útil utilizou-se as três linhas centrais e descartou-se 0,5 m nas extremidades,

totalizando 5,4 m^2. A aplicação de produtos e os parâmetros avaliados seguiram a metodologia descrita no item 1.2.1. Entretanto, quando o número de lesões e urédias foi elevado, a enumeração de lesões e urédias foi realizada em seis áreas de 0,5 cm^2 por folíolo. Os dados posteriormente foram convertidos para a área total do folíolo.

A desfolha foi avaliada no experimento da UFGD em 03/03/2010 quando as plantas se encontravam no estádio fenológico R7, e no experimento da UNIGRAN em 19/03/2010 com plantas em estádio fenológico R7 através da avaliação visual atribuindo-se um valor em porcentagem de desfolha para cada tratamento. A partir dos dados de severidade calculou-se a AACPD e determinou-se o modelo epidemiológico. Com relação aos componentes de produtividade e as análises estatísticas dos dados, seguiu-se a metodologia descrita para o primeiro experimento.

QUADRO 1. Produtos comerciais, ingredientes ativos, doses, épocas de aplicação e estádio fenológico de acordo com os locais de instalação dos experimentos.

		UFGD	
Ingrediente ativo	Dose i.a	Época de Aplicação	Estádio Fenológico
Glyphosate	1.440 L ha^{-1}	23 DAS[2]	V4
Glyphosate	1.440 L ha^{-1}	23 e aos 42 DAS	V4 e V11
Glyphosate	2.400 L ha^{-1}	23 DAS	V4
Picoxistrobina + Ciproconazol	60 + 24 L ha^{-1}	29 DAS	V5
Testemunha	-	-	-

		UNIGRAN	
Ingrediente ativo	Dose i.a.	Época de Aplicação	Estádio Fenológico
Glyphosate	1.440 L ha^{-1}	22 DAS	V4
Glyphosate	1.440 L ha^{-1}	22 e aos 39 DAS	V4 e V11
Glyphosate	2.400 L ha^{-1}	22 DAS	V4
Picoxistrobina + Ciproconazol	60 + 24 L ha^{-1}	32 DAS	V8
Testemunha	-	-	-

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Avaliação do efeito do glyphosate sobre a ferrugem asiática da soja

A ferrugem foi detectada na área em 27 de janeiro quando as plantas apresentavam-se em estádio fenológico V11. Inicialmente detectou-se efeito do glyphosate e fungicida sobre o número de lesões e urédias causadas por *P. pachyrhizi* (Quadro 2). O número de lesões de *P. pachyrhizi* por folíolo em plantas que receberam aplicação de glyphosate e fungicida não diferiu significativamente da aplicação isolada do herbicida. Entretanto, quando o herbicida não foi aplicado observou-se maior número de lesões em plantas que não receberam aplicação do fungicida. Plantas que não receberam aplicação de fungicida apresentaram menos lesões após a aplicação de glyphosate do que as que não foram pulverizadas com o herbicida. Para o número de urédias de *P. pachyrhizi,* glyphosate na ausência do fungicida reduziu o número de urédias por folíolo, entretanto, quando o fungicida foi aplicado não foi detectado o efeito do herbicida.

QUADRO 2. Número de lesões e urédias de *P. pachyrhizi* em folíolo do terço médio de soja cvs. M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR, com e sem aplicação de glyphosate e fungicida aos 55 dias da semeadura e 2 dias após a detecção da ferrugem. Dourados 2008/09.

	29/01/2009 - V11							
	Lesões[1]				Urédias			
Tratamentos	Sem fungicida		Fungicida		Sem fungicida		Fungicida	
Glyphosate	0,1	Ab	0,0	Aa	0,28	Aa	0,35	Aa
Sem glyphosate	0,2	Aa	0,1	Ba	0,68	Ab	0,28	Bb
CV (%)	71,3				81,1			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
[1] Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.

Na segunda avaliação, realizada 10 dias após a detecção da doença, verificou-se interação significativa para o número de lesões e urédias, entre cultivares e herbicida (Quadro 3). Aplicação do glyphosate na cultivar M-SOY 7908 proporcionou uma redução de 70% no número de lesões em relação às plantas não expostas ao

herbicida. Não foi detectado efeito do glyphosate sobre o número de lesões em BRS 245 RR. Comparando-se as duas cultivares avaliadas, verificou-se menor número de lesões de *P. pachyrhizi* na BRS 245 RR do que na M-SOY 7908 em plantas que não receberam aplicação de glyphosate. Quando o herbicida foi aplicado não houve diferença entre as cultivares em relação ao número de urédias. Plantas da cultivar M-SOY 7908 RR apresentaram 58,75% menos urédias quando o glyphosate foi aplicado do que sem aplicação do herbicida. A cultivar BRS 245 RR não apresentou diferença significativa no número de urédias em plantas expostas ou não ao herbicida.

QUADRO 3. Número de lesões e urédias de *P. pachyrhizi* em folíolo do terço médio de soja cvs. M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR, com e sem aplicação de glyphosate aos 63 dias da semeadura e 10 dias após a detecção da ferrugem. Dourados 2008/09.

	06/02/2009 – R2							
	Lesões[1]				Urédias			
Cultivar	Glyphosate		Sem glyphosate[1]		Glyphosate		Sem glyphosate	
M-SOY 7908 RR	0,7	Ba	2,5	Aa	1,3	Ba	3,2	Aa
BRS 245 RR RR	0,8	Aa	0,7	Ab	1,2	Aa	1,1	Ab
CV (%)	71,3				38,72			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
[1] Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.

Para o número de lesões, a análise de variância também indicou interação significativa entre cultivares e fungicida (Quadro 4). Comparando as duas cultivares após a aplicação ou não do fungicida observou-se menor número de lesões na M-SOY 7908 RR quando as plantas foram protegidas com o fungicida. Em todas as avaliações BRS 245 RR, sem a proteção química do fungicida, apresentou menor número de lesões que M-SOY 7908 RR. Porém, na presença do fungicida, não houve diferença no comportamento das cultivares.

QUADRO 4 Número de lesões causadas por *P. pachyrhizi* em folíolo do terço médio de soja cvs. M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR, com e sem aplicação de fungicida. Dourados 2008/09.

	Lesões							
	06/02/2009 – R2				12/02/2009 – R3			
Cultivar	Fungicida		Sem fungicida[1]		Fungicida		Sem fungicida	
M-SOY 7908 RR	0,8	Ba	2,5	Aa	0,24	Ba	39,25	Aa
BRS 245 RR	0,68	Aa	0,88	Ab	0,18	Ba	12,97	Ab
CV (%)	39,80				15,02			

	Lesões							
	12/02/2009 – R3				27/02/2009 – R5.1			
Cultivar	Fungicida		Sem fungicida[1]		Fungicida		Sem fungicida[1]	
M-SOY 7908 RR	0,23	Ba	85,4	Aa	0,38	Ba	20,98	Aa
BRS 245 RR	024	Ba	40,56	Ab	0,32	Ba	9,74	Ab
CV (%)	36,57				37,17			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
[1] Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.

Semelhante ao ocorrido para a avaliação de lesões, a análise de variância para urédias também acusou interação significativa para cultivar e fungicida (Quadro 5). Verificou-se efeito do fungicida, resultando em menor número de urédias em plantas da cultivar M-SOY 7908 RR em todas as avaliações. Já, para a cultivar BRS 245 RR, não foi possível detectar o efeito do fungicida nas avaliações iniciais, realizadas com plantas em estádio fenológico V11 e R2. Apenas nas avaliações realizadas em R3 e R4 detectou-se o efeito do fungicida, com menor número de urédias em plantas protegidas com o produto. Em todas as avaliações observou-se menor número de urédias na cultivar BRS245 RR do que na cultivar M-SOY 7908 RR quando as plantas não foram expostas ao fungicida. Porém, a aplicação do produto não resultou em diferença significativa para o número de urédias entre as cultivares avaliadas.

QUADRO 5 Número de urédias de *P. pachyrhizi* em folíolo do terço médio de soja cvs. M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR, com e sem aplicação de fungicida. Dourados 2008/09.

	Urédias							
	29/01/2009 – V11				06/02/2009 – R2			
Cultivar	Fungicida		Sem fungicida[1]		Fungicida		Sem fungicida	
M-SOY 7908 RR	0,25	Ba	0,68	Aa	1,14	Ba	3,38	Aa
BRS 245 RR	0,33	Aa	0,28	Ab	1,02	Aa	1,32	Ab
CV (%)	81,08				38,72			

	Urédias			
	12/02/2009 – R3		19/02/2009 – R4	
	Fungicida	Sem fungicida[1]	Fungicida	Sem fungicida[1]
M-SOY 7908 RR	Ba	Aa	Ba	Aa
BRS 245 RR	Ba	Ab	Ba	Ab
CV (%)	16,00		37,17	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
[1] Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.

A severidade da ferrugem, expressa pela área foliar lesionada, nas cultivares M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR não foi afetada pela aplicação do herbicida. Apenas o fungicida implicou em redução da severidade nestas cultivares (Quadro 6). Em todas as avaliações observou-se maior área foliar lesionada em plantas da cultivar M-SOY 7908 RR do que na BRS 245 RR sem a proteção do fungicida. As duas cultivares não diferiram entre si quando receberam a aplicação do produto.

QUADRO 6. Área foliar lesionada em folíolo do terço médio de soja cvs. M-SOY 7908 RR e BRS 254 RR, submetidas ou não a tratamentos com fungicida. Dourados, 2008/09.

	Área foliar lesionada (%)[1]											
	12/02/2009 - R3				19/02/2009 - R4				27/02/2009 - R5.1			
Cultivar	F		SF		F		SF		F		SF	
MSoy 7908 RR	0,0	Ba	1,2	Aa	0,0	Ba	4,1	Aa	0,0	Ba	9,5	Aa
BRS 245 RR	0,0	Ba	0,5	Ab	0,0	Ba	1,7	Ab	0,0	Ba	4,7	Ab
CV(%)	62,4				42,63				43,4			

	Área foliar lesionada (%)[1]											
	06/03/2009 – R5.3				12/03/2009 – R6				19/03/2009 – R7			
Cultivar	F		SF		F		SF		F		SF	
MSoy 7908 RR	0,1	Ba	22,4	Aa	0,6	Ba	33,0	Aa	2,8	Ba	54,6	2,8
BRS 245 RR	0,2	Ba	10,0	Ab	1,1	Ba	20,5	Ab	3,9	Ba	38,1	3,9
CV(%)	33,9				18,0				22,3			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha para cada avaliação e minúscula na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
[1]De acordo com a escala de Godoy et al. (2006). Para análise estatística os dados foram transformados em arco seno raiz x/100.
Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.

Como as avaliações de área foliar lesionada serviram de base para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), seus resultados seguiram a mesma tendência dos dados discutidos, ou seja, verificou-se que a M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR apresentaram menor proporção de doença quando foram protegidas com o fungicida, em relação as plantas que não foram protegidas (Quadro 7).

Com relação aos índices de produção, não foi detectado efeito do glyphosate sobre a produtividade da soja. Possivelmente, o efeito do herbicida sobre a doença, restrito à fase inicial da doença, não foi suficiente para influenciar os fatores de produção. Observou-se maior produtividade nas parcelas da cultivar BRS 245 RR do que na M-SOY 7908 RR em plantas protegidas ou não com o fungicida (Quadro 7). Soares et al. (2008) observam que considerando-se a característica policíclica e a alta produção de inóculo da ferrugem asiática que geram frequentes deposições de esporos nas plantas, o curto período de proteção do glyphosate não seria suficiente para suprimir infecções que ocorram em períodos subseqüentes à aplicação do herbicida. Para massa de mil grãos, tanto a M-SOY 7908 RR quanto a BRS 245 RR apresentaram incremento na massa de grãos sob aplicação do fungicida, comparado à não aplicação (Quadro 7).

QUADRO 7. Área abaixo da curva de Progresso da doença (AACPD), massa de mil grãos e produtividade de soja cvs. M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR submetidas ou não a tratamentos com fungicida. Dourados, 2008/09.

	AACPD				Massa de mil grãos (g)				Produtividade (kg ha^{-1})			
Cultivar	Fungicida		Sem fungicida		Fungicida		Sem fungicida		Fungicida		Sem fungicida	
M-SOY 7908 RR	14,4	Ba	657,5	Aa	143,6	Aa	118,7	Ba	1552,2	b	1176,1	b
BRS 245 RR	22,4	Ba	381,3	Ab	120,7	Aa	110,7	Ba	1904,6	a	1682,3	a
CV(%)	28,4				4,6				26,7			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha para cada avaliação e minúscula na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Não foi verificado efeito do glyphosate sobre a desfolha. A análise de variância detectou interação significativa apenas para aplicação de fungicida, não havendo diferença com relação ao nível de desfolha entre as duas cultivares quando protegidas por fungicida. Foram realizadas duas avaliações de desfolha, uma em 12 de março, em R6 e outra em 23 de março de 2009, em R7. Nas duas avaliações não foi verificado efeito do glyphosate em relação a este parâmetro. Apenas o fungicida

protegeu as plantas contra a desfolha (Quadro 8). Se o glyphosate apresentasse controle sobre a ferrugem asiática da soja, consequentemente a desfolha teria sido menor. Entretanto, como o efeito é inicial não houve redução da desfolha.

QUADRO 8. Desfolha de plantas de soja cvs. M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR, submetidas ou não a tratamento com fungicida. Dourados, 2008/09.

	Desfolha (%)							
	12/03/2009 – R6				23/03/2009 – R7			
Cultivar	Fungicida[1]		Sem fungicida[1]		Fungicida[1]		Sem fungicida[1]	
M-SOY 7908 RR	23	Ba	82	Aa	63	Ba	99	Aa
BRS 245 RR RR	31	Ba	68	Ab	61	Ba	87	Ab
CV (%)	14,7				7,63			

[1] Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si em cada avaliação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Para avaliar o progresso da doença durante o ciclo da cultura, foram analisados diferentes modelos matemáticos para os valores de severidade coletados. O modelo logístico foi o que melhor se ajustou aos dados médios de severidade, visto que houve um aumento na severidade ao longo do tempo em todos os tratamentos (Figura 1). A análise do desenvolvimento da doença não revelou efeito do glyphosate sobre a epidemia. Observa-se que, tanto na cultivar M-SOY 7908 RR quanto na BRS 245 RR, houve aumento no progresso da doença a partir do estádio fenológico R3, 67 dias após semeadura, quando as plantas não foram protegidas com o fungicida específico para a doença, independente da aplicação ou não de glyphosate. Nestas parcelas detectou-se maiores valores para o inóculo inicial (y_0) (Quadro 9). No entanto, plantas expostas ao herbicida e protegidas com o fungicida tiveram maior aumento da doença após estádio fenológico R6, 95 dias após semeadura.

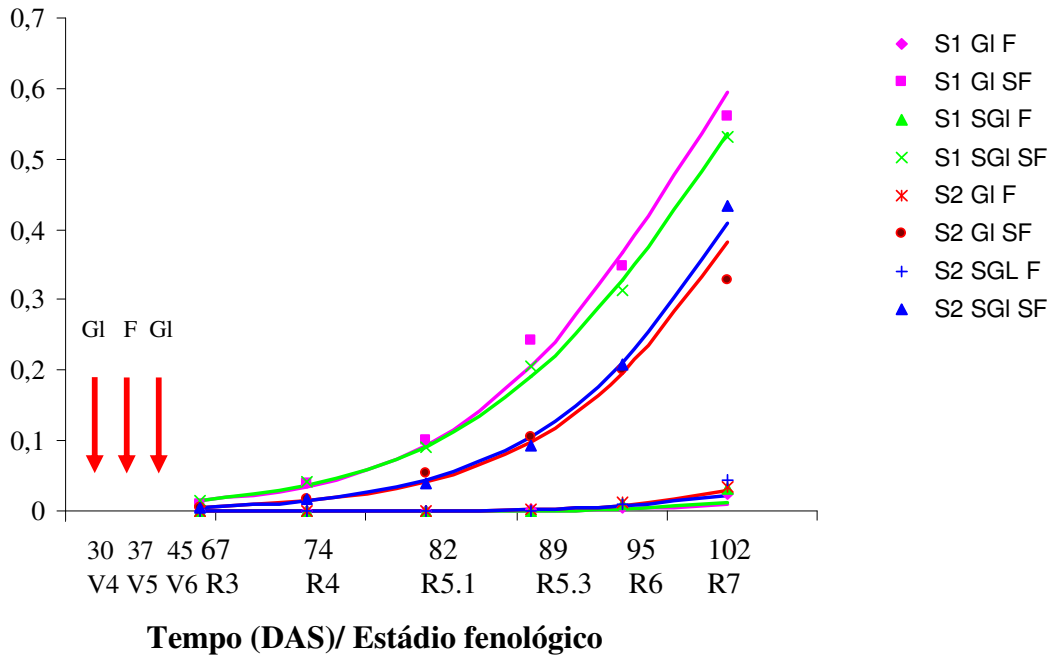


FIGURA 1. Curva de progresso da severidade da ferrugem asiática, em soja cv M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR, expostas ou não a glyphosate e fungicida. S1= M-SOY 7908 RR; S2= BRS 245 RR; Gl= glyphosate; SGl= sem glyphosate; F= fungicida e SF= sem fungicida. As setas indicam a data de aplicação do glyphosate (Gl) e do fungicida (F).

QUADRO 9. Equações, coeficientes de determinação entre dados reais e previstos (R^{*2}), inóculo inicial (y_0) e taxa de progresso da doença (r), estimados pelo modelo logístico, para os dados médios de severidade nas cultivares de soja M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR submetidas ou não à aplicação de glyphosate. Dourados, 2008/09.

Tratamento	Equação	R^{*2}	r	Y_0
S1GlF	$y=1/(1+((1/2,14321.10^{-5})-1).\ Exp\ (-0,17132.x))$	0,70	0,17132	-10,7506
S1GlSF	$y=1/(1+((1/0,012046279)-1).\ Exp\ (-0,133006.x))$	0,96	0,133006	-4,40688
S1SGlF	$y=1/(1+((1/1,74.10^{-5})-1).\ Exp\ (-0,179732.x))$	0,69	0,179732	-10,9589
S1SGlSF	$y=1/(1+((1/0,014046028)-1).\ Exp\ (-0,122019.x))$	0,98	0,122019	-4,25127
S2GlF	$y=1/(1+((1/3,39.10^{-5})-1).\ Exp\ (-0,188613.x))$	0,91	0,188613	-10,2933
S2GlSF	$y=1/(1+((1/0,005088554)-1).\ Exp\ (-0,1333009.x))$	0,97	0,133009	-5,27566
S2SGlF	$y=1/(1+((1/2,56.10^{-5})-1).\ Exp\ (-0,189673.x))$	0,85	0,189673	-10,571
S2SGlSF	$y=1/(1+((1/0,00522106)-1).\ Exp\ (-0,135481.x))$	0,99	0,135481	-5,24982

S1= M-SOY 7908 RR; S2= BRS 245 RR; Gl= glyphosate; SGl= sem glyphosate; F= fungicida e SF= sem fungicida.

Os resultados deste trabalho evidenciaram que o efeito do glyphosate sobre a ferrugem da soja ocorreu apenas na fase inicial de infecção, ou seja, logo após a aplicação do herbicida. Entretanto, quando a planta atingiu estádios mais avançados de desenvolvimento o herbicida não exerceu efeito sobre a doença. Anderson e Kolmer (2005) verificaram que o glyphosate aplicado em trigo resistente ao herbicida reduz a ferrugem comum e ferrugem estriada da cultura. De acordo com os autores, o nível do controle da doença foi proporcional à concentração de glyphosate no tecido da planta. Desta forma, o efeito do herbicida sobre a ferrugem pode ser conseqüência da diluição e quebra da molécula do glyphosate com o passar do tempo, nos tecidos em crescimento da planta.

Feng et al. (2008) verificaram que, em condições de laboratório, o uso do glyphosate consistiu em ótimo controle da ferrugem da soja, aproximando-se do controle padrão, incluindo os fungicidas carbendazin + flusilazol e tebuconazole. Entretanto, trabalhos realizados em condições de campo na Argentina e no Brasil foram mais variáveis, resultando em bom a moderado controle da ferrugem asiática. Para os autores, os dados de campo sugerem que o controle da ferrugem asiática da soja por fungicidas ou pelo glyphosate seja afetado por muitas variáveis ambientais, incluindo a possibilidade de diferentes raças de *P. pachyrhizi* apresentarem sensibilidade diferencial ao glyphosate.

1.3.2. Efeito de doses de glyphosate sobre a ferrugem asiática da soja – 2009/10

Neste experimento estudou-se o efeito de diferentes doses do herbicida glyphosate e como testemunha, foram utilizados os tratamentos sem aplicação do produto e com aplicação do fungicida específico. No experimento realizado na área da UFGD, os primeiros sintomas da ferrugem asiática foram detectados em 17 de janeiro de 2010 com plantas em estádio fenológico R1. Na primeira avaliação, realizada 26 dias após aplicação dos herbicidas e 20 dias após aplicação do fungicida, com plantas em estádio fenológico V8, não foi verificado efeito do herbicida na redução de lesões de *P. pachyrhizi* (Quadro 10). Apenas o fungicida específico para controle da doença reduziu o número de lesões nos folíolos da soja, diferindo-se significativamente do tratamento sem aplicação. Porém, não houve diferença significativa do tratamento fungicida comparado com os tratamentos herbicidas que foram iguais significativamente à

testemunha sem aplicação. Apenas na avaliação realizada 50 dias após aplicação do herbicida, com plantas em R3, observou-se efeito do tratamento glyphosate 1440 L ha $^{-1}$ i.a. aplicado aos 23 e 42 DAS, na redução do número de lesões da ferrugem asiática da soja, diferindo estatisticamente da testemunha sem aplicação. Nas avaliações posteriores, não foi verificado efeito do herbicida na redução das lesões, comparado a testemunha sem aplicação do produto.

QUADRO 10. Número de lesões causadas por *P. pachyrhizi* em folíolo do terço médio de soja cv. BRS 245 RR, sob diferentes doses de glyphosate. UFGD – Dourados, 2009/10.

	Lesões / estádio fenológico					
Tratamentos	18/01 - V8		03/02 - R2		12/02 - R3	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	0,032	ab	3,424	a	8,949	ab
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	0,006	ab	2,539	a	5,548	b
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	0,006	ab	5,958	a	10,569	ab
Picoxistrobina + Ciproconazol	0,000	b	0,000	b	0,000	c
Testemunha	0,400	a	5,015	a	14,706	a
CV(%)	122,5		33,4		17,9	

	Lesões / estádio fenológico					
Tratamentos	22/02 - R5.1		02/03 - R5.5		08/03 - R6	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	72,632	a	336,932	a	2268,315	a
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	70,610	a	162,360	a	1766,552	a
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	111,326	a	303,680	a	2224,127	a
Picoxistrobina + Ciproconazol	0,000	b	0,2800	b	25,148	b
Testemunha	85,752	a	1730,220	a	2940,792	a
CV(%)	8,0		3,7		7,4	

Médias seguidas pela mesma letra em cada avaliação não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)
[1] Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.

Com relação ao número de urédias, não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos glyphosate na primeira avaliação realizada após aplicação dos tratamentos (Quadro 11). Assim como ocorreu nas avaliações de lesões, apenas na avaliação, realizada em plantas em estágio fenológico R3, detectou-se efeito da dose 1440 L ha $^{-1}$ i.a. aplicada aos 23 e 42 DAS na redução do número de urédias de *P. pachyrhizi*. Nas avaliações seguintes, apenas o tratamento fungicida reduziu o número de urédias.

Para a severidade, representada pela área foliar lesionada não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos na primeira avaliação realizada. Isso possivelmente se deva à pouca quantidade de doença encontrada (Quadro 12). Na avaliação realizada aos 72 dias após aplicação do herbicida, com plantas em estádio fenológico R3, verificou-se 35,38% de redução na área foliar lesionada após exposição ao tratamento dose 1440 L ha $^{-1}$ i.a. aplicada aos 23 e 42 DAS, em relação a testemunha sem aplicação. A redução na severidade em plantas submetidas a esse tratamento permaneceu até a última avaliação. Aos 88 dias após exposição ao herbicida, com plantas em R5.5, verificou-se redução na severidade da doença em plantas expostas aos tratamentos glyphosate dose 1440 L ha $^{-1}$ i.a. aplicada aos 23 e 42 DAS e dose 2400 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS, diferindo significativamente da testemunha sem a aplicação.

QUADRO 11. Número de urédias de *P. pachyrhizi* por folíolo do terço médio de soja cv. BRS 245 RR, sob diferentes doses de glyphosate. UFGD – Dourados, 2009/10.

	Urédias / estádio fenológico					
Tratamentos	18/01 - V8		03/02 - R2		12/02 - R3	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	0,073	a	5,566	a	11,650	ab
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	0,013	a	3,614	a	8,650	b
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	0,006	a	7,951	a	14,533	ab
Picoxistrobina + Ciproconazol	0,000	a	0,000	b	0,000	c
Testemunha	0,067	a	7,657	a	19,835	a
CV(%)	131,5		24,5		17,5	

	Urédias / estádio fenológico					
Tratamentos	22/02 - R5.1		02/03 - R5.5		08/03 - R6	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	178,034	a	2911,336	a	3378,514	a
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	130,636	a	2577,659	a	2800,923	a
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	279,880	a	2708,800	a	3372,686	a
Picoxistrobina + Ciproconazol	0,000	b	1,120	b	25,911	a
Testemunha	247,778	a	3745,340	a	4515,068	b
CV(%)	10,0		6,0		7,4	

Médias seguidas pela mesma letra em cada avaliação não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)
[1] Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.

O efeito pós-infeccional do glyphosate sobre a ferrugem asiática foi demonstrado por Rosa et al. (2010). Plantas de soja foram expostas ao glyphosate (5,5 mL i.a.) três dias após a inoculação com uredosporos do patógeno. Verificou-se

redução de 80,7% na área foliar lesionada após aplicação do glyphosate, indicando efeito curativo do herbicida. Neste trabalho, a aplicação do herbicida foi feita antes da inoculação natural da ferrugem, com objetivo primário de controlar plantas daninhas, e verificar o efeito sobre a doença nestas condições. Assim, apenas conseguiu-se detectar efeito protetor do herbicida sobre a doença.

QUADRO 12. Área foliar lesionada em plantas de soja cv. BRS 245 RR, sob diferentes doses de glyphosate. UFGD - Dourados, 2009/10.

	Área foliar lesionada (%)/estádio fenológico[1]					
Tratamentos	18/01 - V8		03/02 - R2		12/02 - R3	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	0,0033	a	0,0467	a	0,5903	ab
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	0,0007	a	0,0374	a	0,2692	b
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	0,0007	a	0,0619	a	0,5964	ab
Picoxistrobina + Ciproconazol	0,000	a	0,0000	b	0,0000	c
Testemunha	0,0033	a	0,0794	a	0,9135	a
CV(%)	104,6		25,8		37,5	

	Área foliar lesionada (%)/estádio fenológico[1]					
Tratamentos	22/02 - R5.1		02/03 - R5.5		08/03 - R6	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	1,3633	a	16,5467	ab	33,2820	ab
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	1,0369	a	14,6722	a	27,7680	b
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	1,9380	a	15,6439	a	30,6402	b
Picoxistrobina + Ciproconazol	0,0000	b	0,0087	b	0,3824	c
Testemunha	2,4641	a	18,0799	a	43,3746	a
CV(%)	36,4		5,0		11,1	

Médias seguidas pela mesma letra em cada avaliação não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)
[1] De acordo com a escala de Godoy et al. (2006) Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.

A análise dos dados de AACPD revelou que as doses de glyphosate 1440 L ha $^{-1}$ i.a. aplicado aos 23 e 42 DAS, 2400 L e 1440 L ha^{-1} i.a. aplicados aos 23 DAS, foram eficientes na redução da ferrugem asiática da soja, proporcionando redução de 30,28%, 21,18% e 18% na severidade da doença respectivamente, comparado a testemunha sem aplicação (Quadro 13). Soares et al. (2008) verificando o efeito preventivo e erradicante do glyphosate em cultivar de soja resistente ao herbicida, verificaram que doses de glyphosate 1,5 + 1 L ha^{-1}, quinze e trinta dias após emergência; 2,5 L ha^{-1} quarenta dias após emergência; 5 L ha^{-1} quarenta dias após

emergência reduziram significativamente a severidade da ferrugem em relação à testemunha.

QUADRO 13. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), desfolha, massa de mil grãos e produtividade de plantas de soja cv. BRS 245 RR, submetidas a diferentes doses de glyphosate. UFGD - Dourados, 2009/10.

Tratamentos	AACPD		Desfolha (%)	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	259,6	b	90,4	ab
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	221,0	b	90,0	ab
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	249,8	b	91,8	a
Picoxistrobina + Ciproconazol	1,2	c	90,0	b
Testemunha	317,0	a	97,0	a
CV(%)	10,56		3,0	

Tratamentos	Massa de mil grãos (g)		Produtividade (kg ha^{-1})	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	115,2	a	2682,4	ns
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	117,4	bc	2791,6	
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	115,3	c	2653,8	
Picoxistrobina + Ciproconazol	121,7	a	2806,7	
Testemunha	121,4	ab	2596,4	
CV(%)	1,8		15,3	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Quanto à desfolha, não foi detectado efeito da aplicação do glyphosate. Apenas a aplicação do fungicida proporcionou a menor média com índice de 90% de desfolha, embora esse tratamento não tenha diferido significativamente das doses de glyphosate 1440 L ha^{-1} aplicada aos 23 DAS e 1440 L ha $^{-1}$ i.a. aplicado aos 23 e 42 DAS. A maior desfolha foi observada no tratamento testemunha com aproximadamente 100% de desfolha. Entretanto, não houve diferença significativa para os tratamentos glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS, 1440 L ha $^{-1}$ i.a. aplicado aos 23 e 42 DAS e 2400 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS (Quadro 13).

A análise de variância para os dados de produção indicou efeito significativo para massa de mil grãos pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Verificou-se que os tratamentos doses 1440 L ha $^{-1}$ i.a. aplicado aos 23 e 42 DAS e 2400

L ha^{-1} i.a. aplicado aos 23 DAS, obtiveram menor massa de grãos comparados ao tratamento testemunha. Para produtividade média não foi verificado efeito significativo entre os tratamentos. A produtividade média obtida foi de 2.706,19 kg/ha (Quadro 13).

Trabalhos realizados apontam a ação do glyphosate na redução ou eliminação da infecção de *P. triticina* e *P. graminis* f. sp. *tritici* em genótipos de trigo tolerantes ao herbicida (SOARES et al., 2008; ANDERSON e KOLMER, 2005; FENG et al., 2005). Experimentos realizados a campo e em casa de vegetação indicaram que o glyphosate inibe a ferrugem da folha do trigo em pelo menos 21 dias após o tratamento. Entretanto, se as infecções durante este período forem reprimidas, poderá resultar em redução substancial da doença, embora, a doença seja policíclica com esporos formados em 7 a 9 dias o que resultaria em novas infecções (ANDERSON e KOLMER, 2005). Os autores verificaram que a inibição da ferrugem pela ação do glyphosate ocorre apenas nos estádios iniciais da doença e não sobre o desenvolvimento das pústulas. Soares et al. (2008) também verificaram que o efeito do glyphosate sobre a ferrugem ocorreu apenas na fase inicial de infecção das plantas pelo patógeno, fato este semelhante ao ocorrido neste trabalho. Observou-se também que o efeito do herbicida foi insuficiente e inferior ao efeito do fungicida utilizado, específico para o controle da doença. Anderson e Kolmer, (2005) também verificaram esse efeito e comentam que o efeito transitório do glyphosate pode ser conseqüência da diluição e quebra da molécula do herbicida com o passar do tempo, nos tecidos da planta.

Neste experimento, o modelo logístico foi o que melhor se ajustou aos dados de severidade da doença. Observou-se que em todos os tratamentos com glyphosate a doença aumentou a partir do estádio fenológico R5.3, aos 22 dias após a detecção da doença no campo, com maior desenvolvimento da doença na testemunha seguida dos tratamentos glyphosate dose 2400 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS, 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS e 1440 L ha^{-1} i.a. aplicado aos 23 e 42 DAS (Figura 2). A aplicação do fungicida específico para controle da doença conferiu proteção até o final do ciclo da cultura, reduzindo a taxa de progresso da doença e o inóculo inicial (Quadro 14).

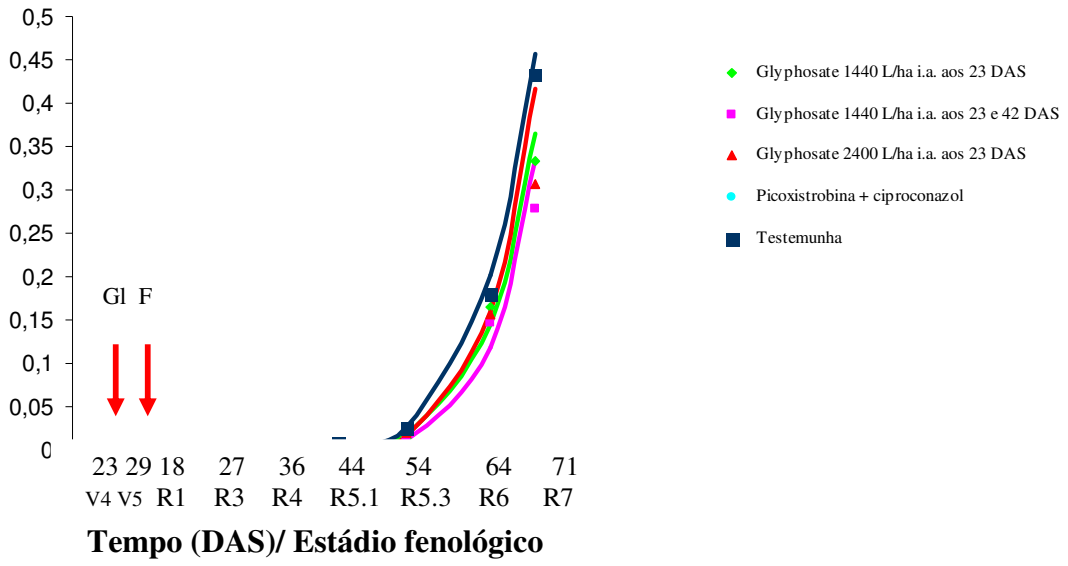


FIGURA 2. Curva de progresso da ferrugem asiática da soja após aplicação de diferentes doses de glifosato. As setas indicam a data de aplicação do glyphosate (Gl) e do fungicida (F). UFGD - Dourados, 2009/10.

QUADRO 14. Equações, coeficientes de determinação entre dados reais e previstos (R^{*2}), inóculo inicial (y_0) e taxa de progresso da doença (r), estimados pelo modelo logístico, para os dados médios de severidade na cultivar de soja BRS 245 RR submetida a diferentes doses de glyphosate. UFGD - Dourados, 2009/10.

Tratamento	Equação	R^{*2}	r	Y_0
1	$y=1/(1+((1/1,172032.10^{-5})-1).\ Exp\ (-0,204218.x))$	0,98	0,045002	-2,66167
2	$y=1/(1+((1/6,64925.10^{-6})-1).\ Exp\ (-0,220314.x))$	0,97	0,044406	-2,73781
3	$y=1/(1+((1/9,40274.10^{-6})-1).\ Exp\ (-0,220315.x))$	0,97	0,045706	-2,70073
4	$y=1/(1+((1/2,83717.10^{-6})-1).\ Exp\ (-0,144615.x))$	0,58	0,010875	-2,59171
5	$y=1/(1+((1/3,01258.10^{-6})-1).\ Exp\ (-0,200725.x))$	0,99	0,04803	-2,63163

1- Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS; 2- Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS; 3- Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS; 4- Picoxistrobina + ciproconazol; 5-Testemunha

Feng et al. (2008) verificaram que plantas tratadas com glyphosate 1,68 kg ha^{-1} ficaram livres da infecção até 37 dias após inoculação do patógeno.Quando metade da dose foi aplicada, a doença manifestou-se com baixa intensidade, 5% de incidência aos 30 dias após a inoculação. A aplicação dos fungicidas carbendazin + flusilazole controlaram completamente a doença até os 50 dias após a inoculação. Os resultados

assemelham-se ao deste trabalho, apesar de somente o fungicida ter proporcionado proteção total das plantas, verificou-se que as doses de glyphosate utilizadas também conferiram redução na severidade da doença quando comparadas a testemunha.

A formulação do glyphosate contém adjuvantes que não foram testados isoladamente neste trabalho. De acordo com Malkones (2000) diferentes substâncias químicas fazem parte da formulação dos herbicidas, como solventes, surfactantes e agentes molhantes. Tais substâncias podem potencializar os efeitos negativos dos herbicidas em organismos, porém, não foram testadas neste trabalho. De acordo com Steiner e Watson (1965), os surfactantes podem conter mais de quinze moléculas de óxido de etileno. Assim, não se pode afirmar qual componente da formulação dos produtos exerceu a inibição constatada. Testes subsequentes com os surfactantes constituintes do glyphosate deveriam ser desenvolvidos para a investigação da ação dos constituintes dos herbicidas sobre *P. pachyrhizi*.

No presente trabalho observou-se a ação do glyphosate sobre os sintomas iniciais da ferrugem asiática da soja. Não se sabe como o glyphosate inibe a infecção da doença. Anderson e Kolmer (2005) atribuíram o efeito do herbicida sobre a ferrugem da folha do trigo a uma resposta sistêmica. Os autores protegeram da pulverização do herbicida a folha bandeira do trigo, alvo da ferrugem e verificaram que a folha foi mantida livre da infecção da doença, indicando um efeito sistêmico do herbicida. Feng et al. (2008) também verificaram o efeito sistêmico do glyphosate em soja pela proteção do segundo trifólio, alvo das primeiras infecções de *P. pachyrhizi*, interceptando a exposição ao glyphosate nestas folhas. Os autores verificaram que as folhas protegidas não foram infectadas pela ferrugem. Neste trabalho a aplicação do glyphosate foi feita antes da detecção da doença. Observou-se redução da infecção da ferrugem asiática em plantas que previamente receberam aplicação do glyphosate comparado a testemunha sem aplicação do herbicida, porém, não foi possível detectar se o efeito ocorreu pela sistemicidade do produto.

No experimento realizado na área da UNIGRAN, os primeiros sintomas da ferrugem foram detectados em 18 de janeiro de 2010 com plantas em estádio fenológico V8. Na primeira avaliação do número de lesões, realizada 10 dias após a aplicação do herbicida e do fungicida, não foi verificada redução no número de lesões para as diferentes doses do glyphosate comparado a testemunha, não sendo encontrada diferença significativa entre estes tratamentos. Foi verificado efeito do glyphosate

utilizado na dose 1440 L ha $^{-1}$ i.a. aplicado aos 23 e 42 DAS, sobre o número de lesões de *P. pachyrhizi* na segunda avaliação, realizada 18 dias após aplicação do herbicida, indicando um efeito do glyphosate nos estágios iniciais de infecção. Nas avaliações semanais posteriores, não se verificou redução do número de lesões provocadas por *P. pachyrhizi* após aplicação das diferentes doses de glyphosate. Observou-se pequeno número de lesões no tratamento com o fungicida. Entretanto, o controle da doença persistiu até a última avaliação, com uma redução média de 98,4% (Quadro 15).

QUADRO 15 Número de lesões causadas por *P. pachyrhizi* em folíolo do terço médio de soja cv. BRS 245 RR, sob diferentes doses de glyphosate. UNIGRAN - Dourados, 2010.

Tratamentos	Lesões / estádio fenológico					
	25/01 – V11		03/02 - R2		12/02 - R3	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	2,10	a	6,426	ab	36,740	a
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	1,77	a	4,886	b	35,600	a
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	2,93	a	6,671	ab	41,860	a
Picoxistrobina + Ciproconazol	0,00	b	0,000	c	0,5932	b
Testemunha	1,89	a	9,175	a	49,640	a
CV(%)	30,3		18,0		14,7	

Tratamentos	Lesões / estádio fenológico					
	22/02 - R5.1		02/03 - R5.5		08/03 - R6	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	1011,95	a	1530,68	a	2009,43	a
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	963,53	a	1665,80	a	1980,00	a
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	1172,81	a	1573,97	a	1919,71	a
Picoxistrobina + Ciproconazol	22,60	b	74,35	b	89,44	b
Testemunha	1444,95	a	1957,83	a	2730,54	a
CV(%)	14,7		15,0		18,1	

Médias seguidas pela mesma letra em cada avaliação não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)
[1] Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.

Com relação ao número de urédias, os resultados foram semelhantes aos de lesões, ou seja, não foi detectada diferença significativa do número de urédias na primeira avaliação realizada 10 dias após aplicação dos tratamentos herbicidas. Nas avaliações posteriores, verificou-se diferença significativa do tratamento fungicida com relação aos demais, indicando que apenas o fungicida reduziu o número de urédias da

ferrugem asiática da soja (Quadro 16). Trabalho realizado por Feng et al. (2008), demonstrou que a aplicação de dose com o dobro de concentração de glyphosate recomendada a campo de glyphosate, em soja transgênica resultou em plantas livres da ferrugem asiática até os 37 dias após a inoculação natural. Os autores aplicaram glyphosate nas plantas em estádio fenológico V3 e repetiram a aplicação aos 14, 28, 42, 56 e 70 dias após a primeira aplicação. Neste experimento, apenas um tratamento constituiu de uma segunda aplicação de glyphosate 15 dias após a primeira. Nos demais tratamentos, optou-se por uma única aplicação, assemelhando-se às condições encontradas no campo.

Em casa de vegetação, Feng et al. (2005) avaliaram o efeito do glyphosate sobre a ferrugem asiática da soja. Foi utilizada a formulação comercial de glyphosate, 1,5 e 3 vezes a dose recomendada aplicadas 3 dias antes e 3 dias após a inoculação do patógeno. Os resultados revelaram 70 % de redução no número de lesões com a utilização da maior dose testada. A menor dose utilizada não reduziu significativamente o número de lesões de *P. pachyrhizi*.

QUADRO 16. Número de urédias de *P. pachyrhizi* por folíolo do terço médio de soja cv. BRS 245 RR, sob diferentes doses de glyphosate. UNIGRAN - Dourados, 2010.

CV(%)	16,0		14,6		13,6	
	Urédias / estádio fenológico[1]					
Tratamentos	25/01 - V11		03/02 - R2		12/02 - R3	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	4,85	a	18,87	a	61,62	a
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	3,15	a	15,24	a	61,91	a
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	4,17	a	21,73	a	51,34	a
Picoxistrobina + Ciproconazol	0,03	b	0,00	b	0,99	b
Testemunha	5,13	a	24,52	a	90,46	a
CV(%)	40,0		10,7		13,7	

Médias seguidas pela mesma letra em cada avaliação não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)

[1]Para análise estatística os dados foram transformados em $\log(x+1)$. Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.

	Urédias / estádio fenológico[1]					
Tratamentos	22/02 - R5.1		02/03 - R5.5		08/03 - R6	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	1498,62	a	2481,77	a	3378,86	a
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	1468,29	a	2214,93	a	3121,06	a
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	1967,07	a	2242,63	a	3171,43	a
Picoxistrobina + Ciproconazol	71,70	b	160,52	b	159,53	b
Testemunha	2356,14	a	2871,80	a	4048,50	a

No caso da severidade representada pela porcentagem de tecido lesionado, na primeira avaliação realizada aos 17 dias após a aplicação dos tratamentos verificou-se que o glyphosate, independente de dose e número de aplicações, reduziu a área de tecido lesionado em relação à testemunha sem aplicação. Na terceira avaliação realizada aos 35 dias após a aplicação dos herbicidas o tratamento glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS, resultou em 37,11% menos tecido lesionado do que a testemunha sem aplicação. Já os tratamentos glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aplicado aos 23 DAS e 1440 L ha^{-1} i.a. aplicado aos 23 e 42 DAS, não diferiram estatisticamente da testemunha sem aplicação. Para as demais avaliações observou-se redução da severidade da doença apenas com aplicação do fungicida, diferindo significativamente dos outros tratamentos. Não foi verificado efeito fitotóxico do glyphosate nas plantas de soja (Quadro 17).

QUADRO 17. Área foliar lesionada (%) por *P. pachyrhizi* em folíolo do terço médio de soja cv. BRS 245 RR, submetida a tratamentos com glyphosate. UNIGRAN - Dourados, 2010.

Tratamentos	Área foliar lesionada (%)/estádio fenológico					
	25/01 – V11		03/02 - R2		12/02 - R3	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	0,041	b	0,307	a	0,277	ab
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	0,036	bc	0,275	a	0,344	a
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	0,036	bc	0,323	a	0,230	b
Picoxistrobina + Ciproconazol	0,002	c	0,000	b	0,006	c
Testemunha	0,124	a	0,390	a	0,366	a
CV(%)	23,2		40,0		13,7	

Tratamentos	Área foliar lesionada (%)/estádio fenológico					
	22/02 - R5.1		02/03 - R5.5		08/03 - R6	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	6,388	a	14,478	a	21,876	a
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	6,776	a	10,366	a	19,360	a
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	7,632	a	14,394	a	20,130	a
Picoxistrobina + Ciproconazol	0,327	b	2,094	b	3,944	a
Testemunha	9,860	a	17,124	a	33,548	a
CV(%)	36,4		5,0		11,1	

Médias seguidas pela mesma letra em cada avaliação não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)
[1] De acordo com a escala de Godoy et al. (2006) Para análise estatística os dados foram transformados em log x+1. Média oriunda da avaliação de 30 folíolos por parcela.

O número de lesões e de urédias no experimento da Unigran foi maior que no experimento da UFGD. Esta diferença possivelmente ocorreu devido a maior pressão de inóculo encontrada na UNIGRAN, uma vez que o experimento foi instalado 30 dias após a instalação na UFGD.

Na análise da AACPD, os tratamentos glyphosate 1440 L ha $^{-1}$ i.a. aplicado aos 23 e 42 DAS, 1440 L ha $^{-1}$ i.a. aos 23 DAS e 2400 L ha $^{-1}$ i.a. aos 23 DAS, foram semelhantes entre si em reduzir o progresso da doença com índices de redução de 25,79, 27,38% e 37,64%, respectivamente, comparado à testemunha sem aplicação de produto. A aplicação do fungicida proporcionou a maior redução na AACPD com índice de 90,84% evidenciando a necessidade de controle da doença comparado à testemunha sem controle. Na avaliação de desfolha, realizada em 23 de março de 2009 com plantas em estádio fenológico R7, verificou-se redução na desfolha após aplicação de glyphosate 1440 L ha $^{-1}$ i.a. aplicado aos 23 DAS (Quadro 18). Já Feng et al. (2008) verificaram redução na desfolha de plantas de soja expostas a glyphosate e aos fungicidas carbendazin + flusilazol e tebuconazole.

QUADRO 18. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), desfolha e massa de mil grãos de soja cultivar BRS 245 RR sob diferentes doses de glyphosate. UNIGRAN - Dourados, 2010.

Tratamentos	AACPD		Desfolha (%)		Massa de mil grãos (g)		Produtividade (kg ha^{-1})	
Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS	229,9	b	93,0	b	115,2	b	1518,2	ns
Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS	197,4	b	99,0	a	112,7	b	1514,8	
Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS	324,9	b	98,0	a	112,7	b	1507,9	
Picoxistrobina + Ciproconazol	29,0	c	71,0	c	124,2	a	1639,4	
Testemunha	316,5	a	96,0	ab	113,9	b	1380,5	
CV(%)	20,60		5,65		3,17		14,06	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Com relação aos componentes de produção e produtividade, a cultivar avaliada tem um ótimo potencial de rendimento determinado geneticamente. Entretanto, as condições ambientais a que está inserida devem ser favoráveis para uma boa expressão do seu potencial. Na avaliação de massa de mil grãos, não foi verificada diferença para a massa de grãos encontrada nos tratamentos glyphosate e na testemunha, apenas o fungicida conferiu diferença na massa de grãos (Quadro 18). Entretanto, a análise de variância para a produtividade indicou que não houve efeito significativo para os tratamentos. A produtividade média encontrada no experimento foi de 1.512,23 kg ha^{-1}. Acredita-se que o fato da semeadura ter ocorrido fora da época recomendada tenha interferido no acúmulo de matéria seca nas sementes e, consequentemente, no rendimento final. De acordo com Board e Modali (2005), a redução da massa de sementes ocorre quando o desfolhamento se dá no período reprodutivo tardio, ou seja, durante o período efetivo de enchimento das sementes. Ficou evidente que a alta desfolha ocorrida nas parcelas tenha comprometido o acúmulo de massa seca das sementes. Outro fato que pode ter contribuído para o baixo rendimento foi o aparecimento da doença ainda no estádio vegetativo da cultura da soja (V11), anterior ao florescimento. A ferrugem asiática pode ocorrer na fase vegetativa e reprodutiva, apresentando maior suscetibilidade a partir do florescimento da soja (estádio fenológico R1/R2) (YORINORI; LAZZAROTO, 2004).

Na avaliação do progresso da doença, o modelo gompertz foi o que melhor se ajustou aos dados médios de severidade, observando-se maior taxa de progresso da doença nos tratamentos sem aplicação, seguido dos tratamentos glyphosate dose 1440 L ha^{-1} i.a. aplicado aos 23 DAS, 2400 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS, 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 e 42 DAS e por último, o tratamento no qual foi efetuado o controle da doença (Figura 3 e Quadro 19). Verificou-se ainda que todas as doses de glyphosate afetaram a doença até o estádio fenológico R2. Já no tratamento fungicida, a ferrugem progrediu após o estádio fenológico R5.

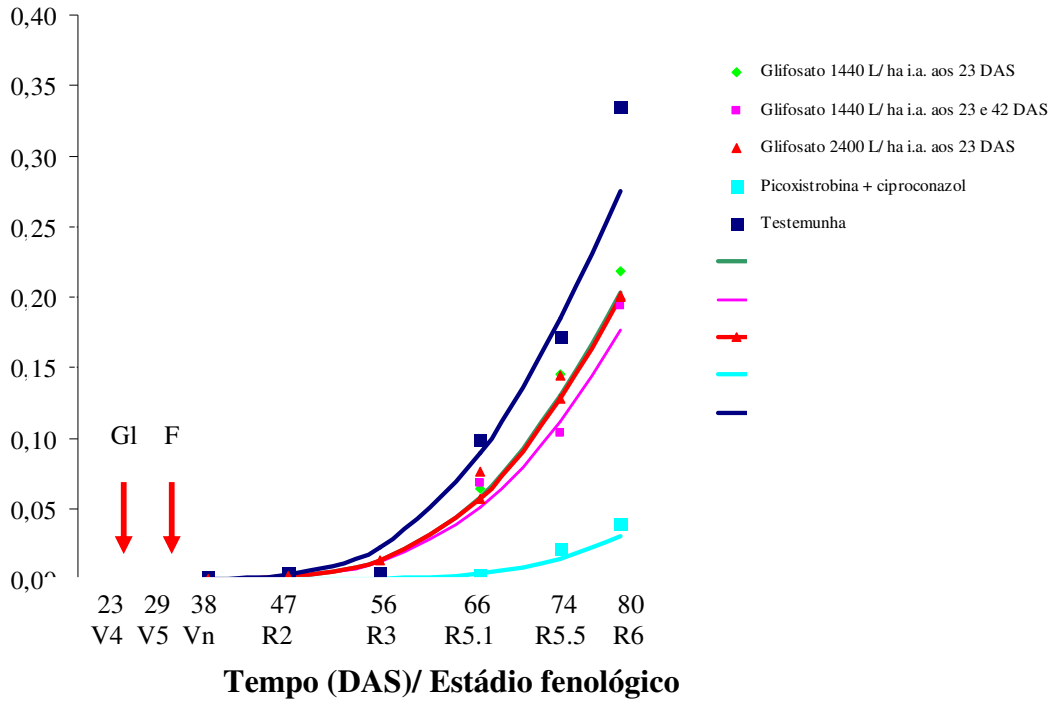


FIGURA 3. Curva de progresso da ferrugem asiática da soja após aplicação de diferentes doses de glifosato. As setas indicam a data de aplicação do glyphosate (Gl) e do fungicida (F). UNIGRAN - Dourados, 2009/10.

QUADRO 19. Equações, coeficientes de determinação entre dados reais e previstos (R^{*2}), inóculo inicial (y_0) e taxa de progresso da doença (r), estimados pelo modelo logístico, para os dados médios de severidade na cultivar de soja BRS 245 RR submetida a diferentes doses de glyphosate. UNIGRAN - Dourados, 2009/10.

Tratamento	Equação	R^{*2}	r	Y_0
1	y= exp(-(Ln(0,00012)).exp(-0,041272.x))	0,95	0,041272	-2,19997
2	y= exp(-(Ln(0,000144486)).exp(-0,038772.x))	0,95	0,038772	-2,17955
3	y= exp(-(Ln(0,000120687)).exp(-0,041034.x))	0,93	0,041034	-2,1997
4	y= exp(-(Ln(8,20737.10^{-7})).exp(-0,033104.x))	0,92	0,033104	-2,63999
5	y= exp(-(Ln(0,000195793)).exp(-0,045022.x))	0,93	0,045022	-2,14458

1- Glyphosate 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS; 2- Glyphosate 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS; 3- Glyphosate 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS; 4- Picoxistrobina + ciproconazol; 5-Testemunha

2.4 CONCLUSÕES

Glyphosate apresenta efeito sobre *P. pachyrhizi*, nos estágios iniciais da doença e com curto período de proteção.

Aplicação de glyphosate para controle de plantas daninhas na cultura da soja nas doses 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS; 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS; 2400 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS reduz o número de lesões e urédias da ferrugem asiática à campo.

O controle proporcionado pelo glyphosate sobre ferrugem asiática não é suficiente para impedir a desfolha e tampouco para influenciar na produtividade.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, D.; DALMAGRO, T.; GALON, L.; MORAES, P.V.D.; TIRONI, S.P. Respostas de cultivares de soja transgênica e controle de plantas daninhas em função de épocas de aplicação e formulações de glifosato. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.4, p.739-746, 2009.

ANDERSON, J.A.; KOLMER, J.A. Rust control in glphosate tolerant wheat following application of the herbicide glyphosate. **Plant Disease**, St. Paul, v.89, n.11, p.1136-1142, nov.2005.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H., AMORIM, L. (eds). **Manual de Fitopatologia. Vol.1. Princípios e Conceitos.** 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p.602-625.

BOARD, J.E.; MODALI, H. Dry matter accumulation predictors for optimal yield in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 45, n.5, p. 1790-1799, 2005.

BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. 3 ed. Rocjville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1367p.

FENG, P.C.C.; CLARK, C.; ANDRADE, G.C.; BALBI, M.C.; CALDWELL, P. The control of asian rust by glyphosate in glyphosate-resistant soybeans. **Pest Management Science**, Lawrence, v.64, n.4, p.353-359, abr. 2008.

FENG, P.C.C.; JAMES BALE, G.; CLINTON, W.P.; BUNKERS, G.J.; ALIBHAI, M.F.; PAULITZ, T.C.; KIDWELL, K.K. Glyphosate inhibits rust diseases in glyphosate-resistant wheat and soybean. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v.102, n.48, p.17290-17295, 2005.

GODOY, C.V.; CANTERI, M.G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.97-101, 2004.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagramatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n.1, p.63-68, 2006.

HAMMOND-KOSACK, K.; JONES, J.D.G. Responses to plant pathogens. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p.1102-1156.

JOHAL, G.S.; RAHE, E. Effect of soilborne plant-pathogenic fungi on the herbicidal action of glyphosate on bean seedlings. **Phytopathology**, St. Paul, v.74, n.8, p. 950-955, 1984.

KISHORE, G.M.; SHAH, D.M. Amino acid biosynthesis inhibitors as herbicides. **Annual Rev. Biochemistry**, Palo Alto, v. 57, p.627-663, 1998.

MALKONES, H.P. Comparison of the effects of differently formulated herbicides on soil microbial activities – a review. **Jounal of Plant Disease and Protection,** Braunschweig, v.8, p.781-789, 2000.

PADGETTE, S.R.; RE, D.B.; BARRY, G.F.; EICHHOLTZ, D.E.; DELANNAY, X.; FUCHS, R.L; KISHORE, G.M; FRALEY, R.T. New weed control opportunities: Development of glifosato-tolerant soybeans. In: DUKE, S.O. (Ed). **Herbicide resistant crops**. Boca Raton: CRC, 1995. p. 54-80.

REDDY, N.K.; ZABLOTOWICZ, R.M. Glyphosate resistant soybean response to various salts of glifosato and glifosato accumulation in soybean nodules. **Weed Science**, Lawrence, v.51, n.4, p.496-502, 2003.

ROSA, D.D.; BASSETO, M.A.; CAVARIANI, C.; FURTADO, E.L. Efeito de herbicidas sobre agentes fitopatogênicos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n.3, p.379-383, 2010.

SANTOS, T.L.D.; NEVES GRAÇA, R.; ALFENAS, A.C.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; ODA, S. Glyphosate sobre a resistência à ferrugem (*Puccinia psidii*) do eucalipto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n.1, p.139-147, 2007.

SARAIVA, O.F.; CAMPOS LEITE, R.M.V.B. de; SOARES, R.M (Eds). **Ata da XXXI reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 325p. (Documentos, 324)

SOARES, R.M.; GAZZIERO, D.L.P.; MORITA, D.A.S.dos.;CILIATO, M.L.; FLAUSINO, A.M.; SANTOS, L.C.M.; JANEGITZ, T. Utilização de glyphosate para o controle de ferrugem da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.4, p.473-477, 2008.

SRIVASTAVA, L.M. **Plant growth and development hormones and environment**. San Diego, California: Elsevier Science, 2001. 771p.

STEINER, G.W.; WATSON, R.D. Use of surfactants in the soil diluition and plate count method. **Phytopathology**, St. Paul, v. 55, p. 728-730, 1965.

YORINORI, J.T.; LAZZAROTTO, J.J. **Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul.** Londrina: Embrapa Soja, 2004. 27p. (Documentos, 236).

CAPITULO III

EFEITO DE HERBICIDAS NA GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE *Phakopsora pachyrhizi* Sid. & P. Sid.

RESUMO: Herbicidas são bastante utilizados na agricultura para controle de plantas daninhas. Por serem aplicados sobre as plantas, além de exercerem ação sobre o organismo alvo, podem influenciar outros processos ou a interação da planta, predispondo ou reduzindo a suscetibilidade a doenças. O efeito dos herbicidas no desenvolvimento de doenças geralmente resulta da ação direta no patógeno e indireta pela ativação de resposta da planta. Objetivou-se neste estudo avaliar "*in vitro*" o efeito dos herbicidas glyphosate, clorimurom-etílico, fomesafem + óleo mineral, cletodim + fenoxaprop-P-etílico, lactofem sobre uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi*. A germinação e o comprimento do tubo germinativo dos uredósporos foram avaliados em 1, 2, 4, 8 e 24 h de exposição aos herbicidas. Glyphosate, clorimurom-etílico, fomesafem + óleo mineral, cletodim + fenoxaprop-P-etílico e lactofem inibiram a germinação dos uredósporos, porém, fomesafem, clorimurom-etílico e lactofem apresentaram um curto período de inibição da germinação dos esporos. Os herbicidas glyphosate, cletodim + fenoxaprope-P-etílico, lactofem e clorimurom-etílico reduziram o comprimento do tubo germinativo dos uredósporos, indicando que os produtos foram tóxicos aos esporos de *P. pachyrhizi*.

Palavras-chave: ferrugem asiática da soja, uredósporos, controle químico

EFFECT OF HERBICIDES ON GERMINATION OF UREDINIOSPORES of *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.

ABSTRACT: Herbicides are commonly used in agriculture for weed control. Since they are applied in the field target plants and other organisms may be exposed to their action. This exposition may have distinct effects on crop plants, either by predisposing then to plant pathogens or affecting the pathogen's ability to cause disease. The effect of herbicides on the development of disease usually results from direct action on the pathogen and indirectly by the activation of plant response. The objective of this study was evaluate the effect of herbicides, chlorimuron-ethyl, fomesafen + mineral oil, cletodim + fenoxaprop-P-ethyl, lactofen on urediniospores of *Phakopsora pachyrhizi*. Germination and germ tub length were evaluated at the exposition times of 1, 2, 4, 8 and 24 h. All herbicides evaluat except fomesafen, chlorimuron-ethyl and lactofen inhibited urediniospore germination. These three herbicides had a protect effect on spore germination. Glyphosate, clethodin + fenoxaprop-P-ethyl, chlorimuron-ethyl and lactofen reduced germ tube length of uredospores, indicating that these products were toxic to the spores of *P. pachyrhizi*.

Keywords: asian soybean rust, urediniospores, chemical control

3.1 INTRODUÇÃO

O controle químico de plantas daninhas é uma prática de elevada importância para a obtenção de altos rendimentos das culturas (SILVA e SILVA, 2007). O efeito dos herbicidas sobre doenças de plantas geralmente não é um aspecto considerado no manejo integrado de plantas daninhas. Herbicidas por serem aplicados sobre as plantas, além de exercerem ação sobre o organismo alvo, podem influenciar outros organismos. Indiretamente, através dos seus efeitos nas plantas os herbicidas afetam praticamente todos os processos fisiológicos ou a interação da planta com outros fatores, incluindo sua suscetibilidade a doenças. Em alguns casos, os herbicidas também possuem efeitos diretos em fitopatógenos (ROSA et al., 2010; SOARES et al., 2008; DUKE et al., 2007, WISS e MÜLLER-SCHÄRER, 2001; SANOGO et al., 2000). Em concentrações subletais ou não tóxicas, herbicidas podem ter sua influência em doenças de plantas negligenciada (DUKE et al., 2007).

Testes "in vitro" para verificação da ação dos herbicidas glyphosate e halosulfuron sobre o comportamento do crescimento de fitopatógenos revelou redução no crescimento micelial de *Rhizoctonia solani, Ceratocystis fimbriata, Phytophthora capsici, Macrophomina phaseolina, Sclerotium rolfsii, Fusarium oxysporum* f.sp. *licopersici* e *Myrothecium roridum* na presença dos herbicidas glyphosate e halosulfuron (ROSA et al., 2010). Estes mesmos autores verificaram que o herbicida setoxidim apresentou ação inibitória sobre todos os fungos, exceto sobre *Fusarium* e *Rhizoctonia*. Sanogo et al. (2000) trabalharam com *Fusarium solani* e reportaram que o glyphosate reduziu a germinação de conídios e o crescimento micelial do patógeno.

Wiss e Müller-Schärer (2001) verificaram a supressão da germinação de aeciósporos de *Puccinia lagenophorae* quando expostos à dose recomendada a campo de glyphosate e 2,4-D. Um quarto da dose de glyphosate também suprimiu a germinação dos esporos, ao contrário do 2,4-D que ainda permitiu a germinação nos dois experimentos realizados. Os mesmos autores verificaram crescimento anormal do tubo germinativo com 2,4-D, linuron e glyphosate. Tubos germinativos mostraram-se atrofiados e com menor tamanho em relação a testemunha.

Os herbicidas azafenidin, sulfentrazone e flumioxazin adicionados em meio de cultura reduziram o crescimento micelial de *Pythium arrhenomanes*, *P. aphanidermatum* e *P. ultimum*. Para *P. arrhenomanes* observou-se inibição total do crescimento micelial quando a concentração no meio de cultura era de 1500 ppm de

azafenidin e 750 ppm tanto de sulfentrazone quanto de flumioxazin. Estas concentrações referem-se as doses recomendadas para uso a campo. Mesmo após a diluição de 200 vezes a dose recomendada, detectaram-se reduções de 67, 34 e 36% no crescimento micelial do patógeno pelos herbicidas azafenidina, flumioxazin e sulfentrazone respectivamente (DAUGROIS et al., 2005).

O glufosinate aplicado em gramíneas geneticamente modificadas (*Agrostis* spp.) 3 h antes ou 1 dia após a inoculação de *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia homoeocarpa* reduziu a infecção causada por estes fitopatógenos. "*In vitro"* a atividade antifúngica do herbicida mostrou inibição completa do crescimento micelial de *R. solani* e *S. homoeocarpa* (WANG et al., 2003).

Soares et al. (2008) relataram a ação inibitória do glifosato sobre a germinação de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi*. Entretanto, os autores afirmam que essa ação inibitória não é suficiente para afirmar que o produto é efetivo no controle da ferrugem, quando aplicado em plantas de soja, mas indica atividade fungicida do produto comercial.

Embora o efeito inibitório sobre doenças em várias culturas tenha sido relatado, nem todos os patógenos são afetados de forma semelhante ou por todos os herbicidas. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de herbicidas sobre a germinação de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi*.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nos Laboratórios de Fitopatologia e de Forragicultura da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, em Dourados, MS. Foram realizados dois experimentos para avaliar o efeito de herbicidas na germinação de uredósporos de *P. pachyrhizi*. Em ambos os experimentos foram utilizados uredósporos coletados de plantas naturalmente infectadas, por meio da agitação manual das folhas sobre uma placa de Petri. No primeiro experimento foram utilizados uredósporos imediatamente após a coleta, e no segundo, os uredósporos foram armazenados em nitrogênio líquido a -196°C. Os esporos foram suspensos em água destilada contendo 1 gota de Tween 20. Utilizou-se 1 mL de suspensão contendo $1{,}2.10^{5}$ uredósporos de *P. pachyrhizi* que foram transferidos para placas de Petri contendo agar-água. Em seguida, adicionou-se uma alíquota de 1 mL de calda de herbicida na suspensão de esporos depositada na placa de Petri, obtendo-se 50% da concentração do produto comercial recomendado a campo. Os tratamentos utilizados foram: glyphosate dose 475,5 kg ha^{-1} i.a., clorimurom-etílico dose 200 g ha^{-1} i.a., fomesafem dose 200 L ha^{-1} i.a. + óleo mineral dose 0,1 L ha^{-1}, cletodim + fenoxaprop-P-etílico dose 50 + 50 g l^{-1} i.a., lactofem dose 180 L ha^{-1} i.a. e água como testemunha.

As placas foram incubadas por 1, 2, 4, 8 e 24 h em câmara de germinação a 24ºC sob escuro contínuo. No segundo experimento a concentração de glyphosate foi aumentada para 576 kg i.a L^{-1}, e a avaliação final realizada após 8 h de incubação.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo cada repetição constituída por uma placa de Petri. Foram utilizadas placas de Petri com 60 mm de diâmetro e 15 mm de altura. Decorridos os tempos de exposição aos herbicidas, as placas eram removidas da câmara de incubação e transferidas para refrigerador (5ºC) até a posterior avaliação. Foram quantificados a germinação e o comprimento do tubo germinativo dos uredósporos. Uredósporos foram considerados germinados quando o comprimento do tubo germinativo alcançou o dobro do diâmetro do esporo. Foram observados 50 esporos por placa, aleatoriamente, em microscópio sob aumento de 100 vezes. Cada esporo com tubo germinativo foi fotografado em microscópio óptico e, no segundo experimento, tubos germinativos dos uredósporos foram mensurados para avaliação do comprimento do tubo germinativo e diâmetro do esporo com auxílio do programa Axion Vision 3.1.

A análise estatística dos dados foi feita com auxílio do programa SAS e as médias originais foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve ação inibitória dos herbicidas sobre uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* com redução significativa na germinação nos dois experimentos conforme apresentado no Quadro 1.

Observou-se redução na germinação dos uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi*, para todos os herbicidas testados em contraste com a germinação da testemunha, entretanto, houveram diferenças na germinação para os diferentes tratamentos e tempos de exposição. No primeiro experimento, a maior redução na germinação ocorreu na primeira avaliação no tratamento glyphosate com redução de 93,4 % na germinação em relação a testemunha. Os herbicidas lactofem, fomesafem e clorimurom-etílico também foram eficientes na redução da germinação diferindo-se estatisticamente da testemunha, o índice de redução na germinação foi de 75,83, 65,94 e 61,54% respectivamente.

Quando os uredósporos foram expostos por 2 horas aos herbicidas, houve redução no índice de germinação dos esporos em todos os tratamentos quando comparados a testemunha. A maior redução na germinação foi obtida com o tratamento lactofem com redução 95 % de germinação. Os tratamentos fomesafem, glyphosate e clorimurom-etílico não diferiram significativamente entre si e reduziram a germinação.

Todos os herbicidas testados foram tóxicos para os esporos afetando sua germinação após 8 h de exposição comparados a testemunha. Na avaliação final, após exposição dos uredósporos por 24 h aos tratamentos também foi observada a toxicidade dos tratamentos herbicidas, causando inibição de germinação dos esporos. Esporos expostos por 24 h ao lactofen apresentaram índice germinativo semelhante aos expostos somente a água (testemunha) como também aos demais herbicidas. Neste primeiro experimento, não foi utilizado o tratamento cletodim + fenoxaprop-P-etílico.

No segundo experimento verificou-se maior redução na germinação dos uredósporos após exposição aos herbicidas glyphosate, cletodim + fenoxaprop-P-etilico e lactofem comparados a testemunha. O índice de redução variou de 31 a 100 % para os herbicidas utilizados. Os tratamentos clorimurom-etílico e fomesafem também afetaram a germinação dos esporos em relação a testemunha.

Na avaliação final, realizada após 8 h de exposição aos produtos, observou-se diferença significativa na redução da germinação dos uredósporos nos tratamentos glyphosate e cletodim + fenoxaprop-P-etílico em relação a testemunha. Todos os

demais tratamentos foram iguais entre si e não diferiram significativamente da testemunha.

No primeiro experimento observou-se que em todas as avaliações, a germinação dos uredósporos de *P. pachyrhizi* foi menor em todos os tratamentos herbicidas. Entretanto, no tratamento lactofem verificou-se um aumento na germinação de acordo com o tempo de exposição ao produto (Figura 1). Na avaliação para os diferentes tempos de exposição aos produtos no segundo experimento, observou-se que a germinação dos uredósporos de *P. pachyrhizi* foi menor em todos os tempos de exposição nos tratamentos glyphosate e cletodim + fenoxaprop-P-etílico. Nos tratamentos fomesafem, clorimurom-etílico e lactofem verificou-se um aumento na germinação de acordo com o tempo de exposição aos produtos (Figura 2).

QUADRO 1. Germinação de uredósporos (%) de *Phakopsora pachyrhizi* expostos a diferentes herbicidas e tempos de exposição, nos experimentos I e II. Dourados, MS – 2008/09.

EXPERIMENTO I	Germinação (%) em diferentes tempos de exposição									
Tratamentos	1 h		2 h		4 h		8 h		24 h	
Glyphosate	2,4	c	4,4	b	13,6	a	11,2	b	1,6	b
Clorimurom-etílico	14,0	b	9,6	b	15,2	a	15,2	b	3,6	b
Fomesafem[1]	12,4	b	9,2	bc	12,4	a	8,4	b	4,0	b
Lactofem	8,8	b	2,0	c	1,6	b	9,6	b	1,2	ab
Testemunha	36,4	a	39,6	a	29,2	a	39,2	a	8,8	a
CV(%)	25,1		27,3		38,5		31,7		26,5	

EXPERIMENTO I I	Germinação (%) em diferentes tempos de exposição									
Tratamentos	1 h		2 h		4 h		8 h		24 h[2]	
Glyphosate	0,0	c	0,8	c	0,8	c	0,4	b	---	
Clorimurom-etílico	13,2	bc	25,6	b	60,8	ab	82,4	a	---	
Fomesafem[1]	32,4	b	22,4	b	53,2	b	81,6	a	---	
Cletodim + fenoxaprop-P-etílico	0,0	c	0,0	c	0,4	c	2,0	b	---	
Lactofem	1,2	c	1,2	c	0,4	c	63,2	a	---	
Testemunha	78,4	a	60,8	a	77,6	a	69,2	a	---	
CV(%)	31,0		37,0		47,9		15,9		---	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para análise estatística os dados foram transformados em arcoseno raiz de x/100.
[1] Acrescido de óleo mineral 0,5 L 100 L^{-1} de calda.
[2] Somente foram efetuadas avaliações as 24 h de exposição no experimento I.

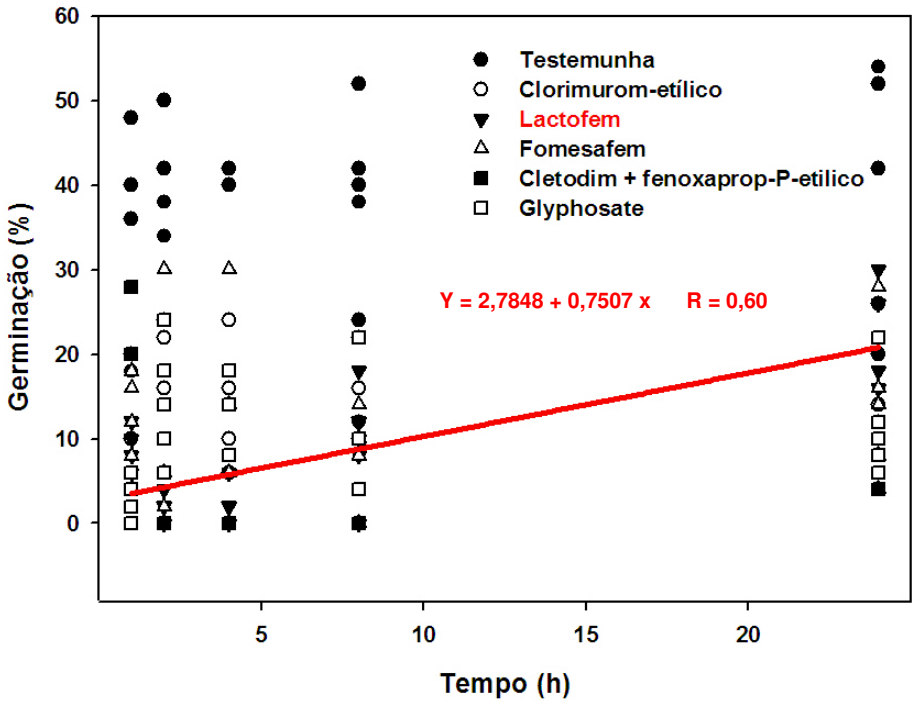


FIGURA 1. Germinação de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* em diferentes tempos de exposição a herbicidas. Dourados, MS - 2008.

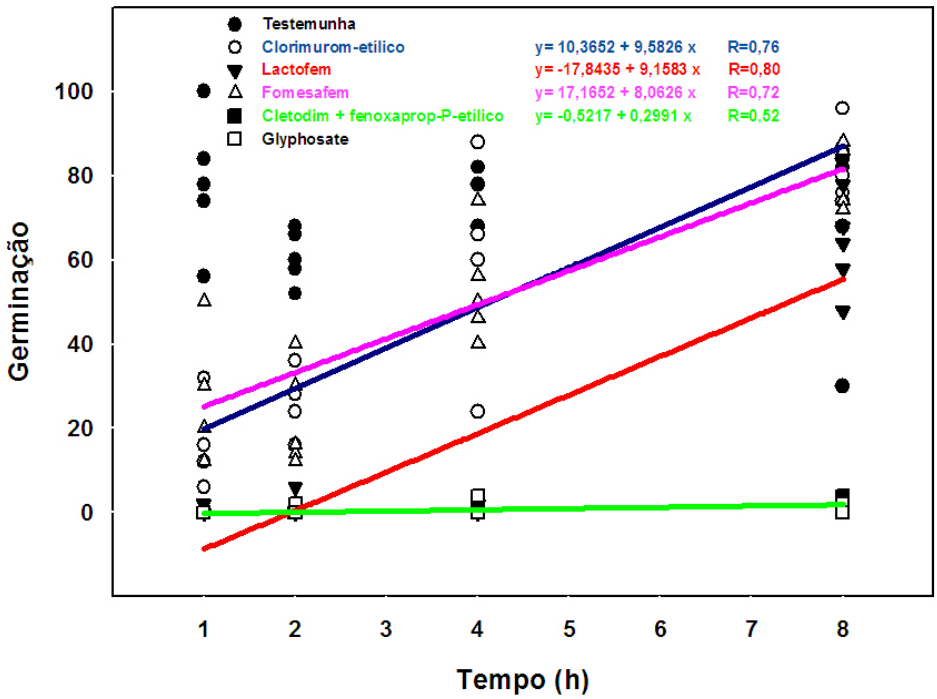


FIGURA 2. Germinação de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* em diferentes tempos de exposição a herbicidas. Dourados, MS - 2009.

Rosa et al. (2010) verificaram o efeito fungistático do herbicida setoxidim sobre *Phytophthora capsici.* Os autores comprovaram o efeito fungistático do herbicida sobre o crescimento vegetativo submetendo o isolado à exposição ao produto e posteriormente transferindo o isolado para meio de cultura BDA sem acréscimo do composto químico. Após a transferência, foi observado o crescimento normal da cultura. Dann et al. (1999) verificaram que o herbicida lactofem reduziu indiretamente a severidade da podridão da haste da soja. Os autores descartaram a possibilidade de ocorrência de efeito direto devido ao fato do herbicida ser facilmente degradado em condições aeróbias com meia vida de três dias. Rodrigues e Almeida (2005) descrevem os herbicidas fomesafem e clorimurom-etílico com baixa volatilização e baixa degradação. A natureza da inibição da germinação dos uredósporos, fungistática ou fungicida, não pode ser determinada no presente trabalho, considerando a persistência dos herbicidas no meio e, pela impossibilidade de transferência dos uredósporos para substrato livre de herbicida.

Soares et al. (2008) observaram o efeito supressivo do herbicida glyphosate sobre a germinação de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* em condições controladas. A aplicação do glyphosate foi realizada em plantas, em casa de vegetação, e o efeito do produto sobre a ferrugem ocorreu preventivamente, porém, com limitado período de proteção na planta. Para os autores, quando os primeiros esporos do fungo são depositados sobre as folhas, têm a germinação inibida pelo contato com o produto, porém, considerando-se a característica policíclica e a alta produção de inoculo da ferrugem que geram freqüentes deposições de esporos nas plantas, o curto período de proteção do glyphosate não seria suficiente para suprimir infecções que ocorram em períodos subseqüentes a aplicação do herbicida.

A germinação dos esporos variou nos dois experimentos e foi maior no segundo experimento. Fato semelhante foi encontrado no trabalho de Wiss e Müller-Schärer (2001). Os autores verificaram diferença na germinação de aeciosporos de *Puccinia lagenophorae,* agente de biocontrole da planta *Senecio vulgaris* em dois experimentos realizados. De acordo com os autores a maturidade dos aeciosporos, dormência constitutiva e o método de armazenamento dos esporos podem ter influenciado a germinação e a qualidade dos esporos. No presente trabalho, foram utilizados uredósporos coletados de plantas naturalmente infectadas. As folhas foram agitadas manualmente para liberação dos uredósporos maduros, descartando-se assim a possibilidade da imaturidade dos esporos ter causado diferença na germinação entre os experimentos. Com relação ao método de armazenamento, para o segundo experimento os

uredósporos foram coletados e armazenados em nitrogênio líquido até a instalação do trabalho, nota-se que este experimento teve uma germinação maior que o primeiro.

A concentração de glyphosate utilizado no experimento foi de 475,5 kg i.a kg^{-1}. No segundo experimento utilizou-se a concentração de 576 kg i.a L^{-1}. A dose utilizada de ingrediente ativo nos dois experimentos foi diferente, sendo a concentração utilizada no primeiro experimento menor. Entretanto, observa-se que nos dois experimentos realizados a exposição dos uredósporos a metade da dose recomendada de glyphosate, foi suficiente para afetar a germinação dos uredósporos, indicando que a diferença na concentração entre os dois experimentos não interferiu na toxidez aos esporos.

Wiss e Müller-Schärer (2001) verificaram que a aplicação de glyphosate na dose recomendada a campo, 2,5 L ha^{-1} suprimiu a germinação de esporos de *Puccinia lagenophorae.* O mesmo trabalho relata que a adição de menores doses, 0,62, 0,031 e 0,062 L ha^{-1} em meio de cultura inibiu significativamente a germinação de esporos do fungo. Acredita-se que o efeito inibitório do glyphosate sobre o crescimento de alguns fitopatógenos esteja relacionado à inibição da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs) importante na produção de aminoácidos aromáticos na rota do ácido shiquímico (DUKE et al., 2003). Os aminoácidos são essenciais no crescimento e desenvolvimento dos fungos por estarem envolvidos na síntese de proteínas. Cletodim + fenoxaprop-P-etílico apresentou ação inibitória sobre a germinação dos uredósporos de *P. pachyrhizi*, possivelmente a ação do herbicida sobre o patógeno tenha ocorrido devido a inibição da enzima Acetil CoA Carboxilase (ACCase) responsável pela biossíntese dos ácidos graxos, constituintes básicos da membrana celular, causando a inibição da divisão celular do fungo.

Feng et al. (2005) verificaram a campo o efeito preventivo e curativo de baixas concentrações de glyphosate sobre *Puccinia striiformis* f.sp. *tritic*i e *P. triticina*, patógenos que causam a ferrugem estriada e ferrugem da folha, respectivamente, na cultura do trigo. Para os autores, a atividade do glyphosate se dá pela inibição da EPSPS do fungo, o mesmo mecanismo atribuído à atividade herbicida. Assim, quando ocorre a deposição dos uredósporos na planta e posteriormente a infecção, ocorre a exposição ao glyphosate.

Rosa et al.(2010) em testes "*in vitro*" para verificação da ação de herbicidas sobre o comportamento de crescimento de fitopatógenos, também demonstraram a ação fungicida do herbicida glyphosate ao fungo *Phytophthora capsici*, apresentando efeito

supressor ao crescimento micelial. Os autores comentam que a proximidade evolucionária dos oomycotas com vegetais superiores tornam esse grupo mais vulnerável à ação do herbicida glyphosate.

Sanogo et al. (2000) observaram redução de 94 a 98% na germinação de conídios de três isolados de *Fusarium solani* f. sp. *glycines* quando expostos ao herbicida glyphosate na concentração recomendada a campo. Os mesmos autores observaram que quando os conídios foram expostos a imazethapyr e lactofen a germinação foi reduzida em somente 8 a 48%. Neste trabalho, os herbicidas lactofem e fomesafem, pertencentes ao grupo dos inibidores de protoporphyrinogen oxidase e utilizados na metade da dose recomendada a campo, apresentaram ação tóxica a uredósporos de *P. pachyrhizi,* porém a inibição dos esporos foi reduzida com o aumento no tempo de exposição.

Para o comprimento do tubo germinativo (Quadro 2) observou-se nas primeira avaliação, redução no comprimento do tudo germinativo quando os esporos ficaram expostos aos herbicidas glyphosate, cletodim + fenoxaprope-P-etílico, lactofem e clorimurom-etílico. Não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos fomesafem e testemunha. Nas avaliações seguintes, os tratamentos clorimurom-etílico, fomesafem e a testemunha não diferiram entre si significativamente, indicando uma limitação desses produtos ao tempo de exposição dos uredósporos. Na avaliação realizada duas horas após exposição aos produtos, foi observada emissão de tubo germinativo dos uredosporos, diferindo das demais avaliações.

QUADRO 2. Comprimento do tubo germinativo de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* expostos a herbicidas. Dourados, MS – 2009.

Comprimento do tubo germinativo (µm) em diferentes tempos de exposição[1]				
Tratamentos	1 h		2 h	
Glyphosate	0,0	b	26,4	b
Clorimurom-etílico	73,9	b	93,0	a
Fomesafem	98,0	a	72,7	a
Cletodim + fenoxaprop-P-etílico	0,0	b	0,0	b
Lactofem	0,0	b	0,0	b
Testemunha	129,3	a	128,7	a
CV(%)	31,0		37,0	

Comprimento do tubo germinativo (µm) em diferentes tempos de exposição[1]				
Tratamentos	4 h		8 h	
Glyphosate	0,0	c	0,0	c
Clorimurom-etílico	24,7	b	236,0	a
Fomesafem	20,2	b	194,9	a
Cletodim + fenoxaprop-P-etílico	0,0	c	0,0	c
Lactofem	28,0	bc	80,2	b
Testemunha	141,0	a	193,8	a
CV(%)	48,0		14,9	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
[1]Médias obtidas da mensuração de 50 esporos. Para análise estatística os dados foram transformados em raiz de x.
[2] Acrescido de óleo mineral 0,5 L 100 L^{-1} de calda.

A ação de herbicidas sobre o crescimento vegetativo de alguns patógenos foi relatada (DAUGROIS et al., 2005; NEMOTO et al., 2002). Daugrois et al. (2005) trabalhando com fitopatógenos do reino Stramenopila verificou que baixas concentrações 18,7, 15 e 10 mg L^{-1} respectivamente dos herbicidas azafenidin, flumioxazin e sulfentrazone reduziram in vitro o crescimento micelial de *P. arrhenomanes, P. aphanidermatum* e *P. ultimum*. No presente trabalho foram utilizados os herbicidas fomesafem e lactofem pertencentes ao mesmo grupo, inibidores de protoporphyrinogen oxidase, verificando-se que o lactofem afetou o crescimento do tubo germinativo de *P. pachyrhizi* em todas as avaliações enquanto que o fomesafem só afetou após exposição de 4 horas.

O crescimento micelial de *Bipolaris euphorbiae* foi levemente afetado por oxasulfuron, e mostrou-se insensível a bentazon e fomesafen. Porém, glyphosate, chorimuron-ethyl e lactofen o reduziram expressivamente. Entre estes herbicidas, foi observado que apenas na presença de glyphosate a tendência de germinação dos conídios diferiu da observada com água (NEMOTO et al., 2002).

Diferentes substâncias químicas fazem parte da formulação dos herbicidas, como solventes, surfactantes e agentes molhantes. Tais substâncias podem potencializar os efeitos negativos dos herbicidas em organismos MALKONES (2000), porém, não foram testadas neste trabalho. De acordo com Steiner e Watson (1965), os surfactantes podem conter mais de quinze moléculas de óxido de etileno. Assim, não se pode afirmar qual componente específico da formulação dos produtos exerceu a inibição constatada. Em caso de herbicidas que favoreçam um claro efeito fungicida sobre patógenos importantes como *P. pachyrhizi*, a investigação do componente que exerceu o efeito deveria ser realizada.

A germinação dos uredósporos foi afetada por todos os herbicidas. Além disso, os uredósporos que chegaram a emitir o tubo germinativo apresentaram-no com aspecto deformado, com anelações (alterações no diâmetro do tubo germinativo) e áreas com maior concentração citoplasmática que outras (Figura 3).

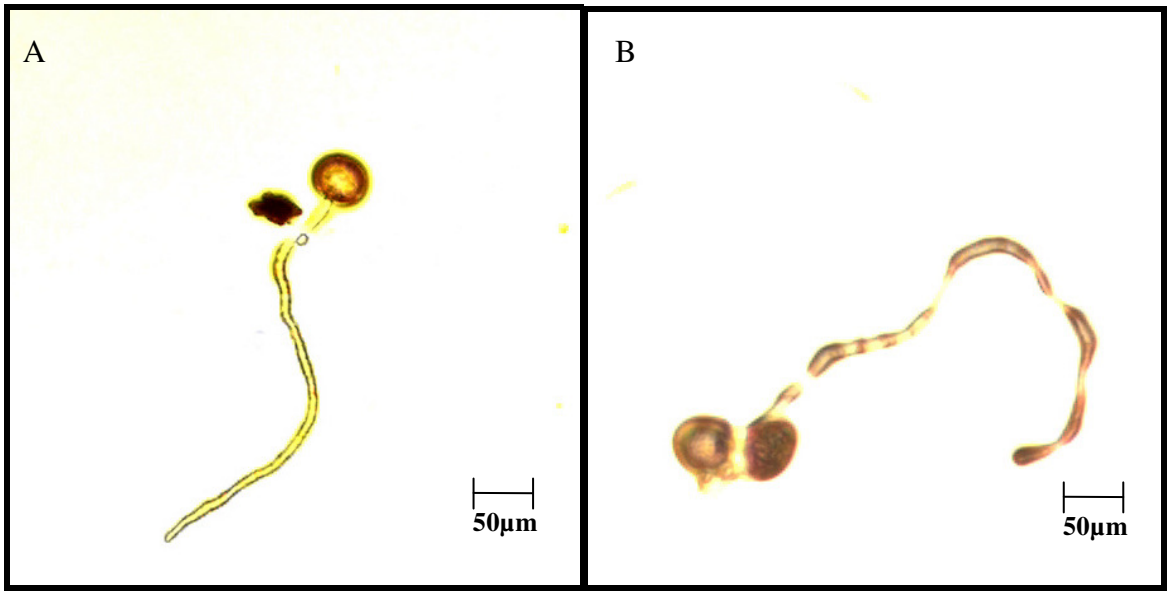


FIGURA 3. Uredósporos com emissão de tubo germinativo emitido no tratamento testemunha (A). Uredósporos com emissão de tubo germinativo deformado após exposição aos herbicidas (B).

Wiss e Müller-Schärer (2001) observaram redução significativa da formação do peg de penetração de aeciosporos de *Puccinia lagenophorae* após exposição ao herbicida Linuron em relação à água. Neste trabalho, as avaliações foram limitadas a ação dos herbicidas sobre a germinação dos uredósporos, porém, considerando a estabilidade dos herbicidas nos tecidos vegetais, futuros trabalhos deveriam investigar a ação dos herbicidas sobre a infectividade de *P. pachyrhizi*.

3.4 CONCLUSÕES

Os herbicidas glyphosate, clorimurom-etílico, fomesafem + óleo mineral, cletodim + fenoxaprop-P-etílico, lactofem nas doses utilizadas possuem efeito inibidor da germinação de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi*.

Glyphosate, clorimurom-etílico, cletodim + fenoxaprop-P-etílico, lactofem são tóxicos a uredósporos de *P. pachyrhizi* prejudicando o desenvolvimento e a integridade do tubo germinativo.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DANN, E.K.; DIERS, B.W.; HAMMERSCHMIDT, R. Suppression of *Sclerotinia stem* rot of soybean by lactofen herbicide treatment. **Phytopathology**, St. Paul, v.89, n.7, p. 598-602, 1999.

DAUGROIS, J.H.; HOY, J.W; GRIFFIN, J. L. Protoporphyrinogen oxidase inhibitor herbicide effects on *Pythium* root rot of sugarcane, *Pythium* species, and the soil microbial community. **Phytopathology**, St. Paul, v.95, n.2, p.220-226, 2005.

DUKE, S.O.; CERDEIRA, A.L.; MATALLO, M.B. Herbicide effects on plant disease. **Outlooks on Pest Management**, Burnham, v.18, n.1, p.36-40, 2007.

DUKE, S.O.; RIMANDO, A. M.; PACE, P. F.; REDDY, K.N.; SMEDA, R. J. Isoflavone, glyphosate, and aminomethylphosphonic acid levels in seeds of glyphosate-treated soybean. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Davis, v.51, n.5, 340–344, 2003.

FENG, P.C.C.; JAMES BALE, G.; CLINTON, W.P.; BUNKERS, G.J.; ALIBHAI, M.F.; PAULITZ, T.C.; KIDWELL, K.K. Glyphosate inhibits rust diseases in glyphosate-resistant wheat and soybean. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v.102, n.48, p.17290-17295, 2005.

MALKONES, H.P. Comparison of the effects of differently formulated herbicides on soil microbial activities – a review. **Jounal of Plant Disease and Protection,** Rostok, v.8, p.781-789, 2000.

NEMOTO, M.C.M.; NAHAS, E.; PITELLI, R.A.; COELHO, L. Germination and mycelial growth of *Bipolaris euphorbiae* Muchovej & Carvalho as influenced by herbicides and surfactants. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v.33, n.4, p.352-357, 2002.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. (Eds). **Guia de herbicidas**. 5 Ed., Londrina: IAPAR, 1995. 675 p.

ROSA, D.D.; BASSETO, M.A.; CAVARIANI, C.; FURTADO, E.L. Efeito de herbicidas sobre agentes fitopatogênicos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n.3, p.379-383, 2010.

SANOGO, S.; YANG, X.B.; SCHERM, H. Effects of herbicides on *Fusarium solani* f.sp. glycines and development of sudden death syndrome in glyphosate-tolerant soybean. **Phytopathology**, St. Paul, v.90, n.1, p.57-66, 2000.

SILVA, A. A. da.; SILVA, F.J.da. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**.Viçosa: Ed. UFV, 2007, 367p.

SOARES, R.M.; GAZZIERO, D.L.P.; MORITA, D.A.S. dos; CILIATO, M.L.; FLAUSINO, A.M.; SANTOS, L.C.M.; JANEGITZ, T. Utilização de glyphosate para o

controle de ferrugem da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.4, p.473-477, abr.2008.

STEINER, G.W.; WATSON, R.D. The effect of surfactants on growth of fungi. **Phytopathology**, St. Paul, v.55, p. x, p. 1009-1012, 1965.

WANG, Y.; BROWNING, M.; RUEMTNELE, B.A.; CHANDLEE, J.M.; KAUSCH, A. P.; JACKSON, N. Glufosinate reduces fungal diseases in transgenic glufosinate-resistant bentgrasses (*Agrostis* spp.). **Weed Science,** Lawrence, v.51, n.1 , p. 130-137, jan.-fev.2003.

WYSS, G.S.; MÜLLER-SCHÄRER, H. Effects of selected Herbicides on the germination and infection process of *Puccinia lagenophora*, a biocontrol pathogen of *Senecio vulgaris*. **Biological Control**, Chennai, v. 20, n. 1, p. 160-166, 2001.

CONCLUSÕES GERAIS

Foi constatado na presente pesquisa que os herbicidas apresentam ação sobre o fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Os herbicidas cletodim + fenoxaprop-P-etílico, fomesafem e lactofem aplicados em soja convencional, cv. M-SOY 8001 induzem a uma predisposição da cultura à ferrugem asiática da soja. Porém, fomesafem e clorimurom-etílico aplicados em estágio fenológico V4 reduzem a doença no seu estágio inicial. A aplicação destes herbicidas não influencia a produtividade da soja.

A aplicação dos herbicidas cletodim + fenoxaprop-P-etilico, fomesafem, lactofem e clorimurom-etílico em soja convencional, compromete a eficiência do fungicida picoxistrobina + ciproconazol, porém, o efeito não é duradouro e suficiente para afetar a produtividade da cultura.

O herbicida glyphosate quando aplicado em soja geneticamente modificada, apresenta efeito sobre a ferrugem asiática da soja. A aplicação do glyphosate nas doses 1440 L ha^{-1} i.a. aos 23 DAS; 1440 L ha^{-1}i.a aos 23 e 42 DAS; 2400 L ha^{-1} i.a aos 23 DAS, reduz a severidade da ferrugem asiática à campo. O efeito do glyphosate sobre a ferrugem da soja ocorre nos estágios iniciais da doença e com curto período de proteção. O controle da doença proporcionado pelo herbicida não é suficiente para impedir a desfolha e, portanto, não influencia a produção da cultura.

Os herbicidas apresentaram efeito direto sobre os uredósporos de *P. pachyrhizi*. Glyphosate, clorimurom-etílico, fomesafem + óleo mineral, cletodim + fenoxaprop-P-etílico, lactofem com 50% da concentração recomendada à campo inibem a germinação de uredósporos do patógeno. A mesma concentração de glyphosate, clorimurom-etílico, fomesafem + óleo mineral, cletodim + fenoxaprop-P-etílico causou toxicidade aos uredósporos com redução no comprimento do tubo germinativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; ARAUJO, J.B.M. Observações sobre o período em que as plantas daninhas competem com a soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **O Biológico**, São Paulo, v. 39, n.2, p.31-35, 1973.

CONAB. Soja. Safra 2009-2010. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/09_levantamento_JUN2010.pdf Acesso em: 20 ago 2010.

DANN, E.K.; DIERS, B.W.; HAMMERSCHMIDT, R. Suppression of *Sclerotinia stem* rot of soybean by lactofen herbicide treatment. **Phytopathology**, St Paul, v.89, n.7, 1999.

DUKE, S.O.; CERDEIRA, A.L.; MATALLO, M.B. Herbicide effects on plant disease. **Pest Management**, Springer, v.18, n.1, p.36-40, 2007.

FENG, P.C.C.; CLARK, C.; ANDRADE, G.C.; BALBI, M.C.; CALDWELL, P. The control of asian rust by glyphosate in glyphosate-resistant soybeans. **Pest Management Science**, Lawrence, v.64, n.4, p.353-359, 2008.

FENG, P.C.C.; JAMES BALE, G.; CLINTON, W.P.; BUNKERS, G.J.; ALIBHAI, M.F.; PAULITZ, T.C.; KIDWELL, K.K. Glyphosate inhibits rust diseases in glyphosate-resistant wheat and soybean. **PNAS**, v.102, n.48, p.17290-17295, 2005.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80).

GRAZZIERO, D.L.P. ; MACIEL, C.D.G.; SOUZA, R.T.; VELIM, E.D.; PRETE, C.E.C.; OLIVEIRA NETO, W. Deposição de glyphosate aplicado para controle de plantas daninhas em soja transgenica. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.24, n.1, p.173-181, 2006.

KEEN, N.T.; HOLLIDAY, M.L.; YOSHIKAWA, M. Effects of glyphosate on glceollin production and the expression of resistence to *Phytophthora megasperma* f. sp. glycinea in soybean. **Phytopathology**, St. Paul, v. 72, n.11, p.1467-1470, 1992.

LANDINI, S.; GRAHAM, M.Y.; GRAHAM, T.L. Lactofen induces isoflavone accumulation and glyceollin elicitation competency in soybean. **Phytochemistry**, v. 62, n.6, p.865-874, 2003.

LEVENE, B.C.; OWEN, M.D.K.; TYLKA, G.L. Response of soybean cyst nematodes and soybeans (*Glycine max*) to herbicides. **Weed Science**, Lawrence, v.46, n.2, p.264-270, 1998.

LÉVESQUE, C.A.; RAHE, J.E. Herbicide interactions with fungal root pathogens, with special reference to glyphosate. **Annual Reviews Phytopathology**, Palo Alto, v.30, p.579-602, 1992.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Thechnology, Cooperative Extension Service, 1994. 20p. (Special Report, 53).

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n.5, p.957-965, 2003.

SANOGO, S.; YANG, X.B.; LUNDEEN, P. Field response of glyphosate-tolerant soybean to herbicides and sudden death syndrome. **Plant Disease**, St. Paul, v. 85, n.7, p.773-779, 2001.

SANOGO, S.; YANG, X.B.; SCHERM, H. Effects of herbicides on *Fusarium solani* f. sp. G*lycines* and development of sudden death syndrome in glyphosate-tolerant soybean. **Phytopathology**, St Paul, v.90, n.1, 2000.

SILVA, A.A.da.; SILVA, F.J.da. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**.Viçosa: Ed. UFV, 2007, 367p.

WEAVER, L.M.; HERRMANN, K.M. Dynamics of the shikimate pathway in plants. **Trends in Plant Science**, London, v.2, n.9, p346-351, 1997.

ANEXOS

ANEXO 1 Estádios vegetativos e reprodutivos da soja[1], de acordo com Fehr e Caviness (1971).

Estádios Vegetativos	Estádios Reprodutivos
VE - Emergência	R1 - Início do florescimento
VC - Cotilédone	R2 - Pleno florescimento
V1 - Primeiro nó	R3 - Início da formação de vagens
V2 - Segundo nó	R4 - Plena formação de vagens
V3 - Terceiro nó	R5 - Início do enchimento das sementes
*	R6 - Pleno enchimento das vagens
*	R7 - Início da maturação
V(n) - Enésimo nó	R8 - Maturação plena

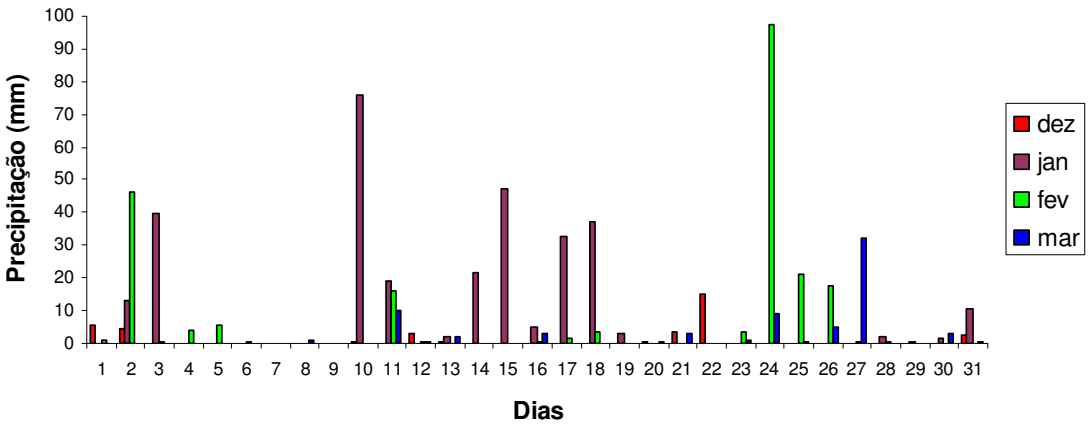
[1] Este sistema identifica exatamente os estádios da planta de soja. Porém, nem todas as plantas em um dado campo estarão no mesmo estádio ao mesmo tempo. Quando se divide em estádios um campo de soja, cada estádio específico V ou R é definido somente quando 50% ou mais das plantas no campo estão nele ou entre aquele estádio.

ANEXO 2 Descrição dos estádios reprodutivos da soja.

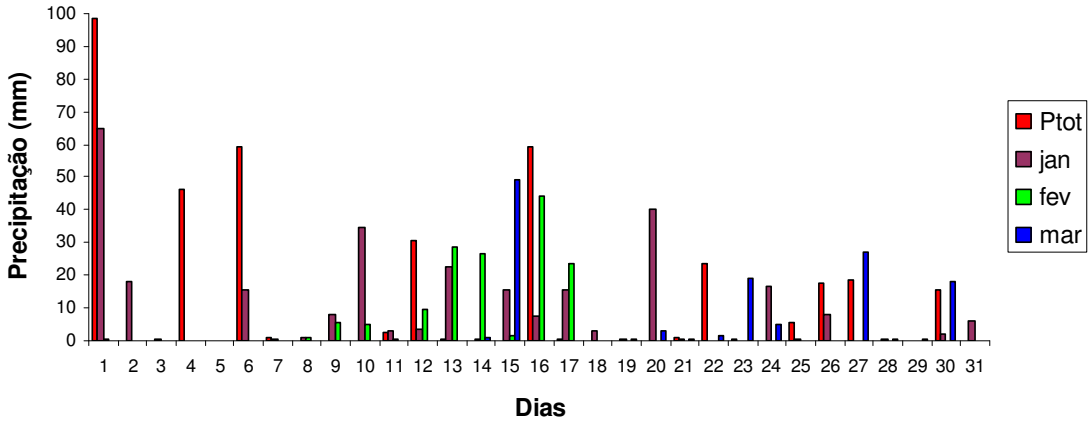
Estádios	Especificação
R1	Uma flor aberta em qualquer nó sobre a haste principal
R2	Flores abertas em um dos dois nós superiores da haste principal com folha completamente desenvolvida.
R3	Vagem com 5 mm de tamanho em um dos quatro nós superiores da haste principal com folha completamente desenvolvida.
R4	Vagem com 2 cm de comprimento em um dos quatro nós superiores da haste principal com folha comletamente desenvolvida.
R5	Semente com 3 mm de tamanho em um dos quatro nós superiores da haste principal com folha completamente desenvolvida. Rápido desenvolvimento de vagens e de sementes com grãos de 3, 5, 7, 8, 10, 11 mm de tamanho.
R5.1	Grãos com início de formação (perceptíveis ao tato) a 10% da granação
R5.2	Granação de 10% a 25% .
R5.3	Granação de 26% a 50% .
R5.4	Granação de 51% a 75% .
R5.5	Granação de 76% a 100% .
R6	Vagem contendo sementes verdes que preenchem totalmente a cavidade da vagem localizada em um dos quatro nós superiores da haste principal com folha completamente desenvolvida.
R7	Uma vagem normal na haste principal que tenha atingido a cor de vagem madura, normalmente marrom ou palha, dependendo da cultivar.
R8	95% das vagens apresentam-se maduras. São necessários de 5 a 10 dias de clima seco após R8 para que a soja atinja menos de 15% de umidade.

Fonte: FEHRS e CAVINESS, 1977 modificada por (RITCHIE et al., 1982).

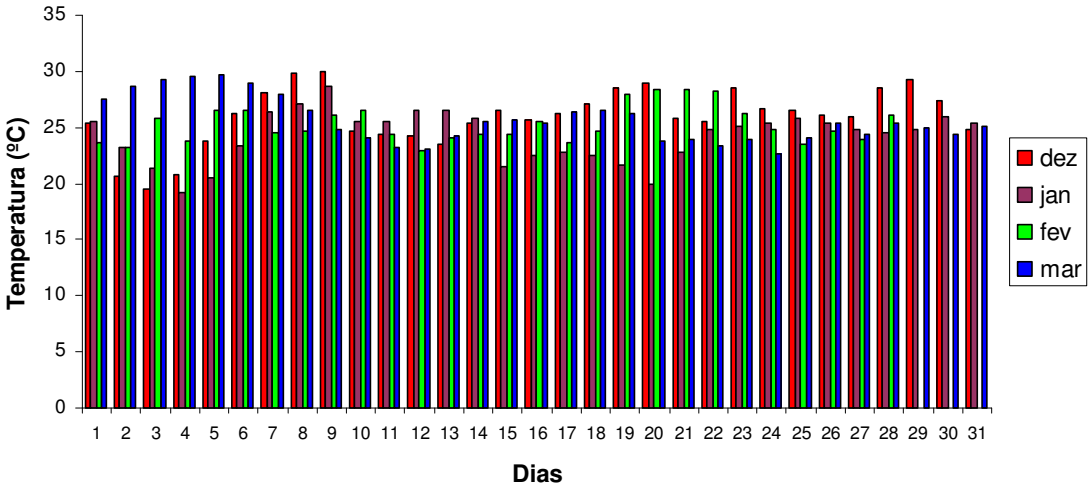
.



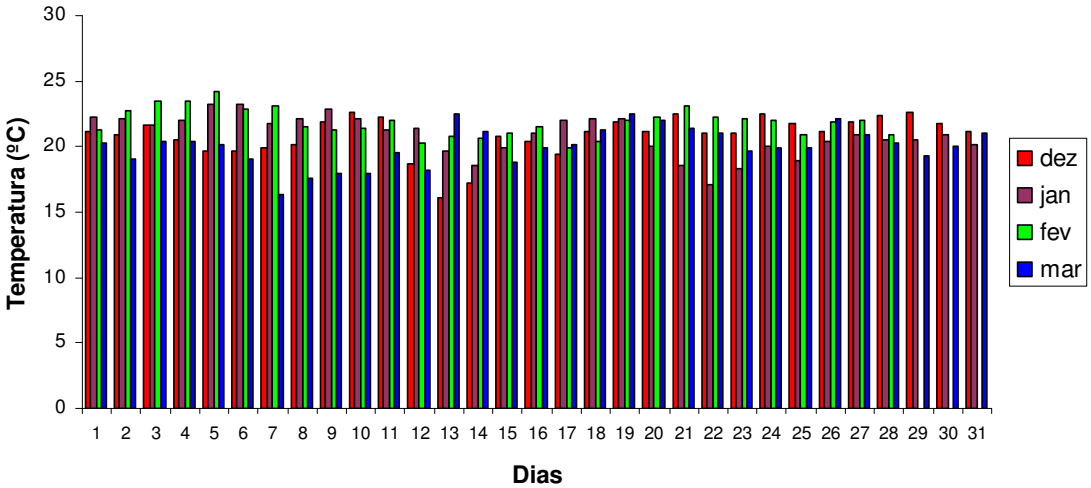
ANEXO 3 Precipitação média (mm) durante a condução dos experimentos. Dourados, 2008/09.



ANEXO 4 Precipitação média (mm) durante a condução dos experimentos. Dourados, 2009/10.



ANEXO 5 Temperatura média (ºC) durante a condução dos experimentos. Dourados, 2008/09.



ANEXO 6 Temperatura média (ºC) durante a condução dos experimentos. Dourados, 2009/10.

APÊNDICES

APÊNDICE 1. Resumo do quadrado médio da análise de variância para a variável número de lesões, nas cultivares M-SOY 8001 e BRS 133 com e sem herbicidas, nas diferentes épocas de avaliação. Dourados, 2008/09.

Causas de Variação	29/01/2009	06/02/2009	12/02/2009	27/02/2009	06/03/2009	12/03/2009	19/03/2009
Repetição	$0.2186500.10^{-2}$	$0.5488350.10^{-1}$	0.3847200	$0.7348350.10^{-1}$	0.1653285	0.1478860	$0.1883400.10^{-1}$
Cultivar	$0.4000000.10^{-3}$	$0.4410000.10^{-1}$	$0.1232100.10^{-1}$	$0.7840000.10^{-3}$	0.3069160	$0.4368100.10^{-1}$	0.1303210*
Herbicida	$0.3626500.10^{-2}$	$0.2409600.10^{-1}$	0.1374900	$0.8677600.10^{-1}$	$0.6021100.10^{-1}$	$0.6156350.10^{-1}$	$0.3770150.10^{-1}$
Fungicida	$0.1440000.10^{-3}$	0.1239040*	12.53868	17.79152*	29.05210*	5.193841*	4.231249*
Herb x cultivar	$0.1937500.10^{-2}$	$0.2471000.10^{-1}$	0.1198160	$0.4013900.10^{-1}$	0.1729860*	0.1222135	$0.7144850.10^{-1}$*
Fung. x cutivar	$0.4000000.10^{-5}$	$0.2496400.10^{-1}$	$0.1102500.10^{-1}$	$0.4161600.10^{-1}$	$0.3364000.10^{-2}$	0.1069290	0.1576090*
Fung. X herbicida	$0.6871500.10^{-2}$*	$0.3313900.10^{-1}$	0.1378510	$0.9891400.10^{-1}$	$0.4515500.10^{-1}$	$0.7588850.10^{-1}$	$0.6523650.10^{-1}$*
Erro	$0.2564395.10^{-2}$	$0.2066718.10^{-1}$	$0.7069211.10^{-1}$	$0.6073876.10^{-1}$	$0.2579324.10^{-1}$	$0.5193600.10^{-1}$	$0.2375242.10^{-1}$
CV(%)	127.24	155.59	40.81	37.04	18.00	15.89	9.89

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 2. Resumo do quadrado médio da análise de variância para a variável número de urédias, nas cultivares M-SOY 8001 e BRS 133 com e sem herbicidas, nas diferentes épocas de avaliação. Dourados, 2008/09.

.

Causas de Variação	29/01/2009	06/02/2009	12/02/2009	27/02/2009	06/03/2009	12/03/2009	19/03/2009
Repetição	$0.4210000.10^{-3}$	$0.4043500.10^{-2}$	0.1146800	0.1543915	0.7169435	0.1912215	0.2985560
Cultivar	$0.4356000.10^{-2}$*	$0.1000000.10^{-5}$	$0.8643600.10^{-1}$	$0.1488400.10^{-1}$	$0.2340900.10^{-1}$	0.1857610*	$0.4622500.10^{-1}$
Herbicida	$0.1248500.10^{-2}$	$0.8171000.10^{-2}$	$0.9118000.10^{-1}$	0.1124990	$0.1051850.10^{-1}$	$0.8858150.10^{-1}$	$0.9348100.10^{-1}$
Fungicida	0.1253160*	$0.2809000.10^{-2}$	0.4956160*	19.46574*	27.76236*	39.00003*	8.886361*
Herb x cultivar	$0.2128500.10^{-2}$*	$0.6801000.10^{-2}$	0.16131110	$0.4429900.10^{-1}$	$0.8693150.10^{-1}$	0.2102635*	0.1372450*
Fung. x cutivar	$0.5776000.10^{-2}$*	$0.1681000.10^{-2}$	0.1183360	$0.3097600.10^{-1}$	$0.3721000.10^{-1}$	$0.2209000.10^{-2}$	0.2819610*
Fung. X herbicida	$0.2258500.10^{-2}$*	$0.1568400.10^{-1}$	0.1025260	$0.8288400.10^{-1}$	$0.6068850.10^{-1}$	$0.5951750.10^{-1}$	$0.5812100.10^{-1}$
Erro	$0.7488947.10^{-3}$	$0.8948237.10^{-2}$	$0.6933737.10^{-1}$	$0.977904.10^{-1}$	$0.7680403.10^{-1}$	$0.4302992.10^{-1}$	$0.5283653.10^{-1}$
CV(%)	6.74	121.43	143.89	34.89	32.00	18.59	12.93

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 3. Resumo do quadrado médio da análise de variância para a variável área de tecido foliar lesionado nas cultivares M-SOY 8001 e BRS 133 com e sem herbicidas, nas diferentes épocas de avaliação. Dourados, 2008/09.

Causas da Variação	27/02/2009	06/03/2009	12/03/2009	19/03/2009
Repetição	$0.5734000.10^{-2}$	$0.2601100.10^{-1}$	$0.3258150.10^{-1}$	$0.6103500.10^{-2}$
Cultivar	$0.2560000.10^{-3}$	$0.864900.10^{-2}$	$0.1225000.10^{-2}$	$0.1322500.10^{-2}$
Herbicida	$0.3265000.10^{-3}$	$0.3621000.10^{-2}$	$0.1477400.10^{-1}$	$0.1225600.10^{-1}$
Fungicida	1.024144*	3.115225*	1.968409*	2.686321
Herb x cultivar	$0.1548500.10^{-2}$	$0.8540000.10^{-3}$	$0.1107000.10^{-1}$	$0.8430000.10^{-2}$
Fung. x cutivar	$0.6760000.10^{-3}$	$0.3025000.10^{-2}$	$0.2160900.10^{-1}$	$0.2924100.10^{-1}$
Fung. x herbicida	$0.6515000.10^{-3}$	$0.4680000.10^{-2}$	$0.2254000.10^{-2}$	$0.9926000.10^{-2}$
Erro	$0.1474000.10^{-2}$	$0.3351526.10^{-2}$	$0.8736237.10^{-2}$	$0.9706658.10^{-2}$
CV(%)	25.22	21.13	26.50	22.92

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 4. Resumo do quadrado médio da análise de variância para as variáveis produtividade, massa de mil grãos, desfolha e AACPD nas cultivares M-SOY 8001 e BRS 133 com e sem herbicidas, nas diferentes épocas de avaliação. Dourados, 2008/09.

Causas da Variação	Produtividade	Massa de mil grãos	Desfolha	AACPD
Repetição	505884.8	214.2274	25906.18	$0.1732500.10^{-2}$
Cultivar	333393.1	130.7135	1302.777	07691290*
Herbicida	502330.3	40.74668	4743.152	$0.8150000.10^{-2}$
Fungicida	4211541*	4758.930	2911845*	3.829849*
Herb x cultivar	280305.7	111.5169	7544.922	$0.6064000.10^{-2}$
Fung. x cutivar	3072.928	52.78023	5914.840	$0.7236100.10^{-1}$
Fung. x herbicida	469807.8	11.38080	2984.131	$0.844000.10^{-2}$
Erro	297359.1	100.6699	7155.534	$0.6543553.10^{-2}$
CV(%)	21.35	8.98	35.45	7.59

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 5. Resumo do quadrado médio da análise de variância para a variável número de lesões, nas cultivares M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR com e sem glyphosate, nas diferentes épocas de avaliação. Dourados, 2008/09.

Causas de Variação	29/01/2009	06/02/2009	12/02/2009	19/02/2009	27/02/2009	06/03/2009	12/03/2009	19/03/2009
Repetição	$0.5818750.10^{-2}$	01635438	$0.5018375.10^{-1}$	$0.8372500.10^{-2}$	$0.3182875.10^{-1}$	$0.1275375.10^{-1}$	$0.3642125.10^{-1}$	$0.7178375.10^{-1}$
Cultivar	$0.7290000.10^{-2}$ *	0.1102500*	0.5428900*	0.5664400*	0.2907025*	$0.8930250.10^{-1}$	$0.3025000.10^{-3}$	$0.3481000.10^{-1}$
Herbicida	$0.3240000.10^{-2}$	0.1166400*	01416100*	$0.1936000.10^{-1}$	$0.2025000.10^{-3}$	$0.8702500.10^{-2}$	$0.5625000.10^{-3}$	$0.4761000.10^{-1}$
Fungicida	$0.6760000.10^{-2}$ *	0.2250000*	16.17984*	24.24249*	10.13042*	15.11670*	19.75430*	12.90496*
Herb x cultivar	$0.5290000.10^{-2}$	0.1488400*	$0.2916000.10^{-1}$	$0.3364000.10^{-1}$	$0.1806250.10^{-1}$	$0.5062500.10^{-2}$	$0.1322500.10^{-2}$	$0.9000000.10^{-4}$
Fung. x cutivar	$0.5290000.10^{-2}$	$0.8100000.10^{-1}$ *	0.4884100*	0.6002500*	0.2608225*	0.1575025	0.1030225	$0.6400000.10^{-3}$
Fung. x herbicida	$0.1444000.10^{-1}$ *	$0.3481000.10^{-1}$	$0.1225000.10^{-1}$	$0.2500000.10^{-3}$	$0.8930250.10^{-1}$	$0.5852250.10^{-1}$	$0.2402500.10^{-2}$	$0.1024000.10^{-1}$
Erro	$0.1271607.10^{-2}$	$0.1264375.10^{-1}$	$0.1125375.10^{-1}$	$0.9845107.10^{-1}$	$0.5153161.10^{-1}$	$0.4691232.10^{-1}$	$0.3649411.10^{-1}$	$0.5238089.10^{-1}$
CV(%)	71.32	39.80	15.02	36.57	37.17	25.10	18.59	17.76

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 6 Resumo do quadrado médio da análise de variância para a variável número de urédias, nas cultivares M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR com e sem glyphosate, nas diferentes épocas de avaliação. Dourados, 2008/09.

Causas de Variação	29/01/2009	06/02/2009	12/02/2009	19/02/2009	27/02/2009	06/03/2009	12/03/2009	19/03/2009
Repetição	$0.2331625.10^{-1}$	0.2568775	$0.7044125.10^{-1}$	0.1195962	$0.313437.10^{-1}$	$0.1756625.10^{-1}$	$0.7965250.10^{-1}$	$0.5439625.10^{-1}$
Cultivar	$0.2025000.10^{-1}$	0.1322500*	0.5664400*	0.5640625*	0.4536900*	$0.6480250.10^{-1}$	$0.3024000.10^{-3}$	$0.1640250.10^{-1}$
Herbicida	$0.1444000.10^{-1}$	0.1020100*	0.1123600*	0.1288225	$0.7290000.10^{-2}$	$0.2550250.10^{-1}$	$0.3782250.10^{-1}$	$0.1806250.10^{-1}$
Fungicida	$0.2916000.10^{-1}$	0.2689600*	24.33600*	34.39170*	16.97809*	24.97980*	35.40042*	25.29690*
Herb x cultivar	$0.4410000.10^{-2}$	0.1210000*	$0.1296000.10^{-1}$	0.1500625	$0.7840000.10^{-2}$	$0.2352250.10^{-1}$	$0.2352250.10^{-1}$	$0.3062500.10^{-2}$
Fung. x cutivar	$0.4489000.10^{-1}$	$0.8281000.10^{-1}$ *	0.4840000*	0.9090225*	0.5290000*	0.5405625*	0.1113025	$0.9025000.10^{-3}$
Fung. x herbicida	$0.6724000.10^{-1}$	$0.9610000.10^{-2}$	$0.9000000.10^{-2}$	$0.3025000.10^{-3}$	$0.5184000.10^{-1}$	0.1288225	$0.2652250.10^{-1}$	$0.2025000.10^{-3}$
Erro	$0.994625.10^{-2}$	$0.190075.10^{-1}$	$0.2017554.10^{-1}$	0.1180205	$0.6572804.10^{-1}$	$0.6042482.10^{-1}$	$0.6444536.10^{-1}$	$0.8013482.10^{-1}$
CV(%)	81.08	38.72	15.99	31.74	32.25	22.58	17.85	17.26

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 7 Resumo do quadrado médio da análise de variância para a variável área foliar lesionada, nas cultivares M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR com e sem glyphosate, nas diferentes épocas de avaliação. Dourados, 2008/09.

Causas de Variação	12/02/2009	19/02/2009	27/02/2009	06/03/2009	12/03/2009	19/03/2009
Repetição	$0.7875000.10^{-2}$	$0.1003750.10^{-2}$	$0.2983750.10^{-2}$	$0.1664000.10^{-1}$	04528750.10^{-2}	$0.2144125.10^{-1}$
Cultivar	$0.5760000.10^{-2}$ *	$0.1560250.10^{-1}$	$0.2352250.10^{-1}$ *	$0.5476000.10^{-1}$ *	$0.3249000.10^{-1}$	$0.5041000.10^{-1}$ *
Herbicida	$0.4000000.10^{-4}$	$0.2500000.10^{-5}$	$0.1822500.10^{-2}$	$0.5290000.10^{-2}$	$0.9860761.10^{-32}$	$0.1089000.10^{-1}$
Fungicida	$0.7056000.10^{-1}$ *	0.2608225*	0.6477025*	1.361610*	2.070250*	3.271840*
Herb x cultivar	$0.1600000.10^{-3}$	$0.2250000.10^{-4}$	$0.2250000.10^{-4}$	$0.8100000.10^{-3}$	$0.2500000.10^{-3}$	$0.1156000.10^{-1}$
Fung. x cutivar	$0.5760000.10^{-2}$ *	$0.1560250.10^{-1}$ *	$0.2450250.10^{-1}$ *	$0.8649000.10^{-1}$ *	$0.7396000.10^{-1}$	0.1060900*
Fung. x herbicida	$0.4000000.10^{-4}$	$0.2500000.10^{-5}$	$0.1102500.10^{-2}$	$0.1600000.10^{-3}$	$0.1690000.10^{-2}$	$0.4900000.10^{-3}$
Erro	$0.6873214.10^{-3}$	$0.1185179.10^{-2}$	$0.3173750.10^{-2}$	$0.526571.10^{-2}$	$0.3154464.10^{-2}$	$0.1064411.10^{-1}$
CV(%)	62.42	42.63	43.42	33.91	18.00	22.33

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 8. Resumo do quadrado médio da análise de variância para as variáveis produtividade, massa de mil grãos, desfolha e AACPD nas cultivares M-SOY 7908 RR e BRS 245 RR com e sem glyphosate, nas diferentes épocas de avaliação. Dourados, 2008/09.

Causas de Variação	Produtividade	Massa de mil grãos	Desfolha 1	Desfolha 2	AACPD
Repetição	218379.5	15.69243	$0.3704125.10^{-1}$	$0.5135000.10^{-2}$	15629.37
Cultivar	1842654*	2459.722*	$0.1444000.10^{-1}$	0.3027600*	179728.7*
Herbicida	17559.87	0.9954025	$0.4840000.10^{-2}$	$0.6760000.10^{-2}$	645.2829
Fungicida	895251.3*	3070.030*	2.777290*	2.134440*	2509514*
Herb x cultivar	153912.6	39.06552	$0.1000000.10^{-2}$	$0.7840000.10^{-2}$	4322.886
Fung. x cutivar	59095.35	530.7851*	0.1612900*	0.2433600*	201870.2*
Fung. x herbicida	733069.2	35.55110	$0.6250000.10^{-2}$	$0.2560000.10^{-2}$	1225.239
Erro	178235.7	32.06341	$0.1370268.10^{-1}$	$0.7586429.10^{-2}$	5845.993
CV(%)	26.74	4.60	14.67	7.62	28.43

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 9. Resumo do quadrado médio da análise de variância para a variável número de lesões, na cultivar BRS 245 RR submetida a tratamentos com glyphosate, nas diferentes épocas de avaliação. UNIGRAN, Dourados, 2009/10.

Causas de Variação	18/01/2010	25/01/2010	03/02/2010	12/02/2010	22/02/2010	02/03/2010	08/03/2010
Tratamento	$0.1894000.10^{-2\ ns}$	0.2082640*	0.7466740*	2.132746*	4.709254*	3.426196*	4.254836 *
Repetição	$0.8814000.10^{-2}$	$0.1475400.10^{-1}$	0.1398340	$0.5378600.10^{-1}$	$0.8027400.10^{-1}$	0.1325560	0.2249260
Erro	$0.4844000.10^{-2}$	$0.1208650.10^{-1}$	$0.1520900.10^{-2}$	$0.3560600.10^{-1}$	0.1459790	0.1835510	0.2775710
CV(%)	167.30	30.33	18.31	14.57	14.66	15.06	1800

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 10 Resumo do quadrado médio da análise de variância para a variável número de urédias, na cultivar BRS 245 RR submetida a tratamentos com glyphosate, nas diferentes épocas de avaliação. UNIGRAN, Dourados, 2009/10.

Causas de Variação	18/01/2010	25/01/2010	03/02/2010	12/02/2010	22/02/2010	02/03/2010	08/03/2010
Tratamento	$0.6614000.10^{-2\ ns}$	0.4420460*	1.736144*	2.644704*	4.521616*	3.152554*	3.286130 *
Repetição	$0.3605400.10^{-1}$	0.2359160	$0.1635400.10^{-1}$	$0.5515400.10^{-1}$	0.1767060	0.2201340	0.2024500
Erro	$0.180715.10^{-1}$	$0.438935.10^{-1}$	$0.1266400.10^{-1}$	$0.403315.10^{-1}$	0.2014960	0.1947990	0.1844675
CV(%)	142.40	40.04	10.77	13.67	15.94	15.57	13.56

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 11 Resumo do quadrado médio da análise de variância para a variável área foliar lesionada, na cultivar BRS 245 RR submetida a tratamentos com glyphosate, nas diferentes épocas de avaliação. UNIGRAN, Dourados, 2009/10.

Causas de Variação	25/01/2010	03/02/2010	12/02/2010	22/02/2010	02/03/2010	08/03/2010
Tratamento	$0.6460000.10^{-3}$ *	$0.3314000.10^{-2}$ *	$0.2644000.10^{-2}$ *	$0.6004600.10^{-1}$ *	$0.7778400.10^{-1}$ *	0.1280160*
Repetição	$0.2760000.10^{-3}$	$0.1440000.10^{-3}$	$0.4000000.10^{-5}$	$0.8116000.10^{-2}$	$0.3574000.10^{-2}$	$0.2283600.10^{-1}$
Erro	$0.6350000.10^{-4}$	$0.6150000.10^{-4}$	$0.3900000.10^{-4}$	$0.1791000.10^{-2}$	$0.3091500.10^{-2}$	$0.1029350.10^{-1}$
CV(%)	46.33	17.20	13.70	18.63	16.87	23.20

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 12 Resumo do quadrado médio da análise de variância para as variáveis produtividade, massa de mil grãos, desfolha, AACPD na cultivar BRS 245 RR submetida a tratamentos com glyphosate, nas diferentes épocas de avaliação. UNIGRAN, Dourados, 2009/10.

Causas de Variação	Produtividade	Massa de mil grãos	Desfolha	AACPD
Tratamento	42092.86*	116.8287*	0.2159760*	56168.47*
Repetição	31875.26	32.80628	$0.1453600.10^{-1}$	2854.332
Erro	45233.19	13.44492	$0.5766000.10^{-2}$	1722.239
CV(%)	14.06	3.17	5.65	20.60

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 9. Resumo do quadrado médio da análise de variância para a variável número de lesões, na cultivar BRS 245 RR submetida a tratamentos com glyphosate, nas diferentes épocas de avaliação. UFGD, Dourados, 2009/10.

Causas de Variação	18/01/2010	25/01/2010	03/02/2010	12/02/2010	22/02/2010	02/03/2010	08/03/2010
Tratamento	$0.2540000.10^{-3}$ *	$0.7260000.10^{-3\ ns}$	0.5024660*	1060970 *	3.621066*	9.265616*	4.870324*
Repetição	$0.940000.10^{-4}$	08060000.10^{-3}	$0.2096600.10^{-1}$	$0.9008000.10^{-1}$	0.1010960	$0.3656600.10^{-1}$	0.1559540
Erro	$0.6150000.10^{-4}$	01013500.10^{-2}	$0.3223600.10^{-1}$	$0.1975000.10^{-1}$	$0.1488100.10^{-1}$	$0.877600.10^{-2}$	$0.4636150.10^{-1}$
CV(%)	122.534	241.17	33.42	17.90	8.04	3.72	7.42

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 9. Resumo do quadrado médio da análise de variância para a variável número de urédias, na cultivar BRS 245 RR submetida a tratamentos com glyphosate, nas diferentes épocas de avaliação. UFGD, Dourados, 2009/10.

Causas de Variação	18/01/2010	25/01/2010	03/02/2010	12/02/2010	22/02/2010	02/03/2010	08/03/2010
Tratamento	09860000.10^{-3}*	$02746000.10^{-2\ ns}$	0.7191460 *	1.331186 *	5.226314 *	10.75166 *	5.635184 *
Repetição	$0.3060000.10^{-3}$	$0.3406000.10^{-2}$	$0.4213600.10^{-1}$	$0.3361600.10^{-1}$	$0.1939400.10^{-1}$	$0.3316600.10^{-1}$	$0.9137400.10^{-1}$
Erro	$0.2835000.10^{-3}$	03858500.10^{-2}	$0.2534100.10^{-1}$	02466850.10^{-1}	$0.3240150.10^{-1}$	$0.2786100.10^{-1}$	$0.4932650.10^{-1}$
CV(%)	131.54	231.78	24.52	17.50	10.00	6.00	7.25

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)

APÊNDICE 10 Resumo do quadrado médio da análise de variância para a variável área foliar lesionada, na cultivar BRS 245 RR submetida a tratamentos com glyphosate, nas diferentes épocas de avaliação. UFGD, Dourados, 2009/10.

Causas de Variação	18/01/2010	25/01/2010	03/02/2010	12/02/2010	22/02/2010	02/03/2010	08/03/2010
Tratamento	$0.7000000.10^{-4}$ *	$0.7000000.10^{-4}$ *	$0.5960000.10^{-3}$ *	$0.6736000.10^{-2}$ *	$0.1794400.10^{-1}$ *	0.1680140 *	0.3355540 *
Repetição	$0.1000000.10^{-4}$	$0.1000000.10^{-4}$	$0.26000000.10^{-4}$	$0.4960000.10^{-3}$	$0.2314000.10^{-2}$	$0.187400.10^{-2}$	$0.49040000.10^{-2}$
Erro	$0.1750000.10^{-4}$	$0.3000000.10^{-4}$	$0.2350000.10^{-4}$	$0.4710000.10^{-3}$	$0.1281500.10^{-2}$	$0.2815000.10^{-3}$	$0.3146500.10^{-2}$
CV(%)	104.58	136.93	25,78	36,90	36.38	5.04	11.07

APÊNDICE 12 Resumo do quadrado médio da análise de variância para as variáveis produtividade, massa de mil grãos, desfolha, AACPD na cultivar BRS 245 RR submetida a tratamentos com glyphosate, nas diferentes épocas de avaliação. UFGD, Dourados, 2009/10.

Causas de Variação	Produtividade	Massa de mil grãos	Desfolha	AACPD
Tratamento	$40946,33109^{ns}$	51.48047*	$0.1089000.10^{-1}$ *	73999.14*
Repetição	27012,15647	53.69183	$0.1532000.10^{-1}$	2024.557
Erro	171753,76893	4.45232	$0.1485000.10^{-2}$	490.7065
CV(%)	15,31	1,8	3.05	10.56

*Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$)