

# Utilização de glifosato para o controle de ferrugem da soja

Rafael Moreira Soares<sup>(1)</sup>, Dionísio Luiz Pisa Gazziero<sup>(1)</sup>, Daniela Alves dos Santos Morita<sup>(2)</sup>,  
Mônica Lúcia Ciliato<sup>(2)</sup>, Allan Misael Flausino<sup>(1)</sup>, Leandro Cezar Menezes Santos<sup>(3)</sup> e Tatiani Janegitz<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina, PR. E-mail: rafael@cnpso.embrapa.br, gazziero@cnpso.embrapa.br, flausino@cnpso.embrapa.br <sup>(2)</sup>Universidade Estadual de Maringá, Faculdade de Agronomia, Campus Regional de Umuarama, CEP 87507190 Umuarama, PR. E-mail: monica.ciliato@hotmail.com, dalvesmor19@yahoo.com.br <sup>(3)</sup>Universidade Estadual do Norte do Paraná, Faculdade de Biologia, CEP 86300-000 Cornélio Procópio, PR. E-mail: kbelo21@yahoo.com.br <sup>(4)</sup>Centro Universitário Filadélfia, Curso de Ciências Biológicas, CEP 86020-000 Londrina, PR. E-mail: tatiani@cnpso.embrapa.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de glifosato sobre a germinação de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* e no controle da ferrugem da soja, aplicado preventiva e erradicativamente, em condições controladas. A germinação de esporos foi avaliada tendo-se vertido, em meio de cultura, soluções de esporos com diferentes concentrações do glifosato (0, 100, 1.000, 10.000 e 20.000 ppm) e fungicidas. Para avaliar o controle da ferrugem, plantas foram pulverizadas com glifosato, com variação da dose e do momento, tendo-se medido a severidade da doença. Houve efeito do produto sobre os esporos do fungo, o que reduziu sua germinação. As pulverizações em plantas, em casa de vegetação, mostraram um efeito do produto sobre a ferrugem, quando aplicado preventivamente, porém com período de proteção curto e fungitoxicidade inferior à do fungicida tebuconazole. O uso do glifosato, avaliado nesse ensaio, não deve ser visto como medida de manejo de ferrugem, e não interfere nas práticas habituais de controle da ferrugem da soja.

Termos para indexação: *Glycine max*, *Phakopsora pachyrhizi*, difeconazole, tebuconazole.

## Glyphosate application on soybean rust control

Abstract – The objective of this work was to evaluate the effect of glyphosate on the germination of *Phakopsora pachyrhizi* spores, and on soybean rust control; applications were either preventive or eradivative under controlled conditions. The germination of spores was evaluated by pouring spores solutions on culture medium, with different concentrations of glyphosate (0, 100, 1,000, 10,000 and 20,000 ppm) and fungicides. For the rust control evaluation, plants were sprayed with glyphosate, varying doses and moments, and estimating the disease severity. The product reduced spores germination. Plants sprayed in greenhouse conditions, showed effect of the product on rust, when applied preventively, but with short protection period and lower fungus toxicity than tebuconazole fungicide. The use of glyphosate, evaluated in this trial, must not be taken as a rust management measure, and should not interfere in usual practices for soybean rust control.

Index terms: *Glycine max*, *Phakopsora pachyrhizi*, difeconazole, tebuconazole.

## Introdução

O efeito de alguns herbicidas sobre doenças de plantas é conhecido, mas tem se demonstrado variável, pois enquanto a incidência e intensidade de algumas doenças diminuem com a aplicação de herbicidas, as de outras aumentam (Altman & Campbell, 1977; Altman & Rovira, 1989). Com o advento de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) transgênicas, resistentes ao herbicida glifosato, que possibilitam a aplicação do produto em pós-emergência da cultura, tem-se discutido a possível ação deste produto sobre fitopatógenos.

O glifosato é um herbicida de amplo espectro, que inibe a 5-enol-piruvil shiquimato 3-fosfato sintase (EPSPS), enzima-chave na síntese de aminoácidos aromáticos, que nas plantas modificadas com a tecnologia “roundup ready” (RR) torna-se insensível ao glifosato (Padgett et al., 1995; Nida et al., 1996). Essa enzima não está presente em animais, mas existe em fungos e bactérias, o que torna estes sensíveis ao produto (Kishore & Shah, 1988).

Em cultura pura, em laboratório, o crescimento de muitos fungos é inibido in vitro pelo glifosato, mas apenas

em altas concentrações (DE50 de 100 a >1.000 mg g<sup>-1</sup>) (Franz et al., 1997).

A partir do ano 2001, a ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd., tornou-se um dos problemas mais relevantes da agricultura brasileira, em razão das reduções de produtividade e dos gastos com medidas de controle, considerando-se a importância da cultura da soja para o País (Yorinori et al., 2005).

Alguns aspectos relativos ao fungo e seu controle ainda carecem de informações detalhadas, como por exemplo: o efeito da tolerância à doença, os hospedeiros alternativos relevantes, a possibilidade de resistência do patógeno a fungicidas, o efeito fisiológico dos fungicidas sobre as plantas, além das técnicas de manejo e de aplicação de defensivos mais adequadas.

Os resultados de Feng et al. (2005) indicam que o glifosato possui efeito sobre a ferrugem da soja, em avaliações aos 14 e 21 dias após a inoculação. Os mesmos autores também testaram a ação do glifosato contra a ferrugem-da-folha do trigo (*Puccinia triticina* Erikss), em casa de vegetação, e a ferrugem-amarela (*P. striiformis* f. sp. *tritici* Erikss), em casa de vegetação e no campo, em duas cultivares de trigo resistentes ao herbicida. Os resultados confirmaram a atividade de controle do glifosato sobre os dois tipos de ferrugem do trigo.

Embora vários estudos constatem o efeito do glifosato no controle de ferrugem, os resultados ainda são preliminares. É necessário que mais pesquisas sejam feitas, para se confirmar o efeito e se determinarem as doses mais adequadas de glifosato, a influência do momento da aplicação e se o manejo de plantas daninhas com esse herbicida poderia visar também ao controle da ferrugem.

Este trabalho teve por objetivo avaliar, em condições controladas, o efeito de um produto comercial à base de glifosato, na germinação de esporos de *P. pachyrhizi* e no controle da ferrugem asiática da soja, em manejo de plantas daninhas, aplicado preventiva e erradicativamente à cultivar resistente ao herbicida (RR).

## Material e Métodos

Foram realizados três ensaios na Embrapa Soja, em Londrina, PR: um para estudar o efeito do glifosato na germinação de esporos de *P. pachyrhizi*, em laboratório; e outros dois para estudar o controle preventivo e erradicativo da ferrugem, em casa de vegetação.

O produto comercial do glifosato utilizado foi o Roundup Transorb (648 g L<sup>-1</sup> de i.a.), por estar registrado no Estado do Paraná e ser similar ao Roundup Ready, que está registrado no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para uso em soja RR.

Para avaliar o efeito do glifosato na germinação de uredosporos de *P. pachyrhizi*, foram comparados os seguintes tratamentos: 1, testemunha (água); 2, glifosato 1 (100 ppm); 3, glifosato 2 (1.000 ppm); 4, glifosato 3 (10.000); 5, glifosato 4 (20.000 ppm); 6, tebuconazole (333 ppm); e 7, difenoconazole (333 ppm). Quanto ao controle da ferrugem, o difenoconazole é um fungicida com baixa eficiência, enquanto o tebuconazole é um fungicida-padrão. A concentração dos fungicidas equivaleu às doses utilizadas nas pulverizações em campo. O meio de diluição foi água destilada, com adição de 0,1 mL L<sup>-1</sup> de Tween 20.

Para o ensaio, foram coletados esporos em folhas de plantas infectadas em casa de vegetação, em urédias que haviam começado a esporular 7 dias antes. As folhas foram batidas sobre folha de papel, para causar a deposição dos esporos, que foram imediatamente utilizados nos testes. Utilizou-se 0,020 g de esporos de ferrugem, para cada tratamento, que foram colocados em frascos Eppendorf, onde 1 mL do respectivo tratamento foi adicionado e agitado por alguns segundos. A seguir, os esporos foram colocados em placas de Petri, em meio de cultura ágar-água, com 90 µL da solução/suspensão de cada tratamento. As placas foram deixadas em incubação por 5 horas, em câmara de germinação a 24°C, no escuro, e foram realizadas quatro repetições.

Na avaliação da percentagem de germinação, foi contado o número de esporos germinados – em tubo germinativo com o dobro do tamanho do esporo – em 100 esporos observados aleatoriamente, em microscópio com aumento de 100 vezes. O número de esporos germinados, contados na testemunha, foi considerado como 100%, em comparação com os demais tratamentos.

As análises estatísticas dos dados foram feitas com o auxílio do programa SASM-Agri (Canteri et al., 2001). As médias originais foram comparadas pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade.

Em casa de vegetação, livre da ocorrência da ferrugem, realizou-se a semeadura em vasos de plástico de 2 L de capacidade, com mistura de terra, areia e matéria orgânica, tendo-se deixado três plantas por vaso e utilizado quatro repetições por tratamento.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. As plantas foram mantidas em casa de vegetação livre de ferrugem até o momento da aplicação dos últimos tratamentos, aos 40 dias após a emergência (DAE), e foram, então, transferidas para estufa de plástico contaminada com ferrugem, com temperatura em torno de 27°C e irrigação por aspersão. Os tratamentos realizados foram: 1, glifosato 1,5 + 1 L ha<sup>-1</sup> aos 15 e 30 DAE; 2, glifosato 2,5 + 2,5 L ha<sup>-1</sup> aos 15 e 30 DAE; 3, glifosato 2,5 L ha<sup>-1</sup> aos 20 DAE; 4, glifosato 5 L ha<sup>-1</sup> aos 20 DAE; 5, glifosato 2,5 L ha<sup>-1</sup> aos 30 DAE; 6, glifosato 5 L ha<sup>-1</sup> aos 30 DAE; 7, glifosato 2,5 L ha<sup>-1</sup> aos 40 DAE; 8, glifosato 5 L ha<sup>-1</sup> aos 40 DAE; 9, tebuconazole 0,5 L ha<sup>-1</sup> aos 40 DAE; e 10, testemunha.

Elaboraram-se os tratamentos com base em manejos de plantas daninhas, passíveis de uso em situações reais de lavoura, mas com alguns tratamentos (4, 6 e 8) com o dobro da dose comumente utilizada. Os produtos químicos foram aplicados com pulverizador costal propelido com CO<sub>2</sub>, com barra de quatro bicos, pontas do tipo leque XR110.02 e vazão de 150 L ha<sup>-1</sup>.

As avaliações foram feitas aos 18 e 42 dias após a última pulverização (58 e 82 DAE), tendo-se atribuído notas de severidade da ferrugem, com auxílio de escala diagramática (Godoy et al., 2006), ao folíolo central do trifólio mais infectado de cada planta no vaso. As datas de avaliação foram definidas em razão do desenvolvimento da doença na testemunha.

As análises estatísticas dos dados foram feitas com o auxílio do programa SASM-Agri (Canteri et al., 2001). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

O ensaio erradicativo seguiu os mesmos tratamentos e procedimentos descritos no ensaio preventivo, com a diferença de que as plantas foram cultivadas, desde a semeadura, na estufa de plástico contaminada com ferrugem. Assim, quando os tratamentos foram pulverizados, as plantas já demonstravam sintomas e sinais da doença.

As avaliações foram realizadas aos 16 e 36 dias após a última pulverização (56 e 76 DAE). As datas de avaliação foram definidas em razão do desenvolvimento da doença na testemunha.

## Resultados e Discussão

Os resultados do ensaio de germinação de esporos permitiram detectar ação inibitória do glifosato sobre a

germinação de esporos de *P. pachyrhizi* (Tabela 1). Todos os tratamentos foram superiores ao da testemunha. O efeito do glifosato, nas concentrações 10.000 e 20.000 ppm, foi maior que o do fungicida difenoconazole e igual ao fungicida tebuconazole. Na concentração 1.000 ppm, não houve diferença em relação aos fungicidas e, na concentração 100 ppm, o glifosato foi inferior aos fungicidas.

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. Como o ingrediente ativo do herbicida não foi avaliado separadamente dos outros componentes da formulação, não se pode afirmar com certeza qual dos componentes exerceu a inibição constatada.

Os herbicidas podem afetar os fungos patogênicos pela morte ou inibição da germinação do esporo, conforme verificaram Wyss et al. (2004), com o uso de glifosato sobre *Phomopsis amaranthicola* Roskopf, Charudattan, Shabana & Benny. Esses autores também constataram que alguns adjuvantes de herbicidas afetam a germinação de esporos.

O glifosato mostrou inibição do crescimento vegetativo, da formação e da germinação de esporos de *Septoria nodorum* Berk, em meio de cultura, embora, em ensaios de campo, o patógeno tenha sobrevivido e esporulado em palha infestada e pulverizada com o herbicida, da mesma forma que na palha não pulverizada (Sharma et al., 1989).

Embora existam poucos estudos sobre os efeitos diretos dos herbicidas em fitopatógenos, alguns herbicidas, nas doses em que são aplicados nas culturas, têm efeito tóxico direto sobre eles. No caso do glifosato, existem relatos de efeito sobre *Puccinia lagenophorae* Cooke, *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker,

**Tabela 1.** Efeito do glifosato, difenoconazole e tebuconazole sobre a germinação de esporos de *Phakopsora pachyrhizi*, em laboratório<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Concentração (g L <sup>-1</sup> do i.a.)	Concentração (ppm)	Esporos germinados (%)
Testemunha	-	-	100,0a
Glifosato 1	648	100	63,0b
Glifosato 2	648	1.000	16,2cd
Glifosato 3	648	10.000	1,1d
Glifosato 4	648	20.000	0,3d
Tebuconazole	100	333	1,1d
Difenoconazole	250	333	31,0c

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade.

*Calonectria crotalariae* (Loos) D.K. Bell & Sobers, *Pythium ultimum* Trow e *Fusarium solani* (Mart.) Saccardo (Duke et al., 2006).

No ensaio do controle preventivo em plantas, os primeiros sintomas de ferrugem foram observados na testemunha, aos 47 DAE. Aos 49 DAE, havia sintomas iniciais em todos os tratamentos. As plantas estavam no estágio de desenvolvimento R2 (floração plena).

A dose mais alta do glifosato causou fitotoxicidade, com sintomas de queima de bordos de algumas folhas e amarelecimento. As plantas, aparentemente, recuperaram seu desenvolvimento normal alguns dias depois.

A avaliação aos 58 DAE (Tabela 2) apresentou diferença significativa na redução da severidade de ferrugem, em relação à testemunha, nos tratamentos 1, 6, 7, 8 e 9, embora os tratamentos 1 e 6 não tenham diferido dos tratamentos 2, 3, 4 e 5. Os tratamentos 7 e 8, realizados aos 40 DAE, foram estatisticamente semelhantes ao tratamento com fungicida tebuconazole (9). Na avaliação aos 82 DAE, com exceção do tratamento com fungicida, todos os demais foram iguais à testemunha e entre si.

Esses resultados indicaram efeito do glifosato sobre a ferrugem apenas na fase inicial de infecção das plantas pelo patógeno, nos tratamentos aplicados mais tardiamente, e esse fator (período de proteção do produto) foi mais relevante que a diferença na dose utilizada. Quando comparados ao fungicida, o efeito fungitóxico e o período de proteção dos tratamentos com glifosato mostraram-se inferiores e insuficientes para controlar a doença.

No ensaio do controle erradicativo da ferrugem, aos 16 DAE, foram constatados os primeiros sintomas de

ferrugem em algumas plantas, e aos 20 DAE, no estágio vegetativo, todas as plantas apresentavam sintomas e sinais da doença.

A avaliação aos 56 DAE (Tabela 3) mostrou diferença significativa na redução da severidade de ferrugem, em relação à testemunha, apenas no tratamento com fungicida tebuconazole (9), e este não se diferenciou do tratamento 8. Na avaliação aos 76 DAE, com exceção do tratamento com fungicida, todos os demais foram iguais à testemunha e entre si.

Esses resultados mostraram que o glifosato tem pouco ou nenhum efeito erradicativo sobre a ferrugem, independentemente das duas doses utilizadas no ensaio e do momento da aplicação.

A partir dos resultados que mostraram haver efeito supressivo do glifosato sobre a germinação de esporos, é possível inferir que este é provavelmente o efeito mais significativo sobre o fungo, mas com limitado período de proteção na planta. Assim, quando as primeiras deposições de esporos de ferrugem ocorrem sobre as folhas, pode haver a inibição de germinação dos esporos que entrarem em contato com o produto. Porém, considerando-se a característica policíclica e a alta produção de inóculo da ferrugem, que geram frequentes deposições de esporos nas plantas, o curto período de proteção do glifosato não seria suficiente para suprimir o progresso da doença.

Anderson & Kolmer (2005) mostraram que a aplicação de glifosato em trigo resistente ao herbicida reduziu infecções posteriores com *Puccinia triticina* Erikss. e *P. graminis* f.sp. *tritici* Erikss. & E. Henning. No entanto, a aplicação do herbicida, após o estabelecimento dos dois tipos de ferrugem, não teve

**Tabela 2.** Severidade de ferrugem da soja, em plantas pulverizadas preventivamente com glifosato e tebuconazole<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Dias após a emergência (DAE)	
	58	82
1. Glifosato 1,5 + 1 L ha <sup>-1</sup> , 15 e 30 DAE	11,0bc	35,3a
2. Glifosato 2,5 + 2,5 L ha <sup>-1</sup> , 15 e 30 DAE	16,9ab	40,1a
3. Glifosato 2,5 L ha <sup>-1</sup> , 20 DAE	16,6ab	40,4a
4. Glifosato 5 L ha <sup>-1</sup> , 20 DAE	17,2ab	35,9a
5. Glifosato 2,5 L ha <sup>-1</sup> , 30 DAE	17,9ab	40,0a
6. Glifosato 5 L ha <sup>-1</sup> , 30 DAE	13,2bc	37,5a
7. Glifosato 2,5 L ha <sup>-1</sup> , 40 DAE	6,7cd	37,5a
8. Glifosato 5 L ha <sup>-1</sup> , 40 DAE	7,3cd	37,1a
9. Tebuconazole 0,5 L ha <sup>-1</sup> , 40 DAE	0,2d	15,0b
10. Testemunha	21,3a	42,1a
CV (%)	20,4	15,8

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

**Tabela 3.** Severidade de ferrugem da soja, em plantas pulverizadas erradicativamente com glifosato e tebuconazole<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Dias após a emergência (DAE)	
	56	76
1. Glifosato 1,5 + 1 L ha <sup>-1</sup> , 15 e 30 DAE	31,3a	45,8a
2. Glifosato 2,5 + 2,5 L ha <sup>-1</sup> , 15 e 30 DAE	32,6a	46,2a
3. Glifosato 2,5 L ha <sup>-1</sup> , 20 DAE	28,3a	46,7a
4. Glifosato 5 L ha <sup>-1</sup> , 20 DAE	31,4a	48,4a
5. Glifosato 2,5 L ha <sup>-1</sup> , 30 DAE	30,9a	48,8a
6. Glifosato 5 L ha <sup>-1</sup> , 30 DAE	30,8a	46,5a
7. Glifosato 2,5 L ha <sup>-1</sup> , 40 DAE	28,9a	43,6a
8. Glifosato 5 L ha <sup>-1</sup> , 40 DAE	23,1ab	45,3a
9. Tebuconazole 0,5 L ha <sup>-1</sup> , 40 DAE	10,1b	27,2b
10. Testemunha	33,2a	48,4a
CV (%)	16,5	8,6

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

efeito sobre o desenvolvimento das doenças, o que indica que o produto deve inibir apenas os estágios iniciais da infecção. Os autores comentam que o efeito transitório pode ser consequência da diluição e quebra da molécula do glifosato, com o passar do tempo, nos tecidos em crescimento da planta.

Segundo Toubia-Rahme et al. (1995), que constataram a inibição da formação de esclerodióides de *D. teres* em palha de cevada, por glifosato e paraquat, esse efeito pode não resultar na diminuição do risco de epidemias da doença, em função da redução do inóculo inicial. Isso porque, em condições naturais, os fatores climáticos (temperatura, luz, umidade) interagem entre o herbicida, o patógeno e a planta, e precisam ser mais estudados.

Feng et al. (2005) avaliaram, em casa de vegetação, o efeito do glifosato sobre a ferrugem da soja, em dois germoplasmas resistentes ao herbicida. A aplicação do produto foi feita em duas doses, 1,26 e 2,52 kg ha<sup>-1</sup> do i.a., três dias antes da inoculação do fungo e no aparecimento dos primeiros sintomas, respectivamente, e as avaliações foram realizadas aos 14 e aos 21 dias após a inoculação. Na maior dose, houve até 70% de redução no número de lesões, mas foram observadas algumas lesões de fitotoxicidade, atribuídas à alta concentração do surfactante. Na menor dose, o controle foi melhor com duas aplicações, em pré e pós-inoculação do fungo, com redução de 70% do número de lesões, aos 14 dias, e 46% aos 21 dias. Os resultados indicam que o glifosato é ativo contra a ferrugem da soja, mas as avaliações apenas aos 14 e 21 dias, após a inoculação, e a falta de um tratamento comparativo com fungicida, não permitiram estimar o impacto final do herbicida sobre a epidemia da doença.

## Conclusões

1. O glifosato tem efeito sobre a germinação dos esporos do fungo *Phakopsora pachyrhizi*.

2. As pulverizações de glifosato em plantas, em casa de vegetação, tem efeito sobre a ferrugem da soja, quando realizadas preventivamente, porém, com curto período de proteção e fungitoxicidade inferior à do fungicida tebuconazole.

## Referências

ALTMAN, J.; CAMPBELL, C.L. Effect of herbicides on plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, v.15, p.361-385, 1977.

ALTMAN, J.; ROVIRA, A.D. Herbicide-pathogen interactions in soil-borne root diseases. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.11, p.166-172, 1989.

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

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. SASM-Agri: sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, p.18-24, 2001.

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

FENG, P.C.C.; BAILEY, G.J.; 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**, v.102, p.17290-17295, 2005.

FRANZ, J.E.; MAO, M.K.; SIKORSKI, J.A. **Glyphosate: a unique global herbicide**. Washington: American Chemical Society, 1997. (Monograph, 189).

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

KISHORE, G.M.; SHAH, D.M. Amino acid biosynthesis inhibitors as herbicides. **Annual Review of Biochemistry**, v.57, p.627-663, 1988.

NIDA, D.L.; KOLACZ, K.H.; BUEHLER, R.E.; DEATON, W.R.; SCHULER, W.R.; ARMSTRONG, T.A.; TAYLOR, M.L.; EBERT, C.C.; ROGAN, G.J.; PADGETTE, S.R.; FUCHS, R.L. Glyphosate-tolerant cotton: genetic characterization and protein expression. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.1960-1966, 1996.

PADGETTE, S.R.; KOLACZ, K.H.; DELLANNAY, X.; RE, D.B.; LAVALLEE, B.J.; TINIUS, C.N.; RHODES, W.K.; OTERO, Y.I.; BARRY, G.F.; EICHHOLTZ, D.A.; PESCHKE, V.M.; NIDA, D.L.; TAYLOR, N.B.; KISHORE, G.M. Development, identification, and characterization of a glyphosate-tolerant soybean line. **Crop Science**, v.35, p.1451-1461, 1995.

SHARMA, U.; ADEE, E.A.; PFENDER, W.F. Effect of glyphosate herbicide on *pseudothecia* formation by *Pyrenophora tritici-repentis* in infested wheat straw. **Plant Disease**, v.73, p.647-650, 1989.

TOUBIA-RAHME, H.; ALI-HAIMOUD, D.E.; BARRAULTT, G.; ALBERTINI L. Inhibition of *Dreschlera teres* sclerotiid formation in barley straw by application of glyphosate or paraquat. **Plant Disease**, v.79, p.595-598, 1995.

WYSS, G.S.; CHARUDATTAN, R.; ROSSKOPF, E.N.; LITTELL, R.C. Effects of selected pesticides and adjuvants on germination and vegetative growth of *Phomopsis amaranthicola*, a biocontrol agent for *Amaranthus* spp. **Weed Research**, v.44, p.469-482, 2004.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.E.; GODOY, C.V.; NUNES JÚNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, v.89, p.675-677, 2005.