



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

Dias Rosa, Daniel; Basseto, Marco Antonio; Cavariani, Claudio; Furtado, Edson Luiz

Efeito de herbicidas sobre agentes fitopatogênicos

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 32, núm. 3, 2010, pp. 379-383

Universidade Estadual de Maringá

Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026592007>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

# Efeito de herbicidas sobre agentes fitopatogênicos

Daniel Dias Rosa<sup>1\*</sup>, Marco Antonio Basseto<sup>2</sup>, Claudio Cavariani<sup>3</sup> e Edson Luiz Furtado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Syngenta Seeds Ltda., Rod. BR 452, km 142, 38400-974, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Defesa Fitossanitária, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Produção Vegetal/Agricultura, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: danieldr@hotmail.com

**RESUMO.** Na agricultura moderna, diversas tecnologias auxiliam no aumento da produtividade, sendo o herbicida uma delas, mas existem consequências atreladas ao seu uso, como os diversos efeitos sobre organismos não alvos. Neste trabalho, objetivou-se verificar esses efeitos sobre agentes fitopatogênicos, assim como avaliar o efeito do herbicida glyphosate sobre diversas doenças, em plantas de soja transgênicas. Verificou-se forte ação fungicida com o uso do herbicida glyphosate, assim como os outros avaliados “in vitro”, sobre os fungos testados, e os mesmos resultados foram observados nas plantas em condição de campo.

**Palavras-chave:** glyphosate, halosulfurum, setoxidim, soja transgênica.

**ABSTRACT. Effect of herbicides on phytopathogenic agents.** In modern agriculture, several technologies have helped increase productivity, and herbicide is one of them. However, there are consequences linked to its use, such as the various effects on non-target organisms. The purpose of this work was to verify these effects on phytopathogenic agents, as well as assess the effect of glyphosate on diseases in transgenic soybean. There was a strong fungicide action using glyphosate herbicide as well as with the others evaluated *in vitro* regarding fungi tested. The same results were observed in plants in field conditions.

**Key words:** glyphosate, halosulfurum, setoxidim, transgenic soybean.

## Introdução

A agricultura moderna utiliza diversas tecnologias que auxiliam no aumento da produtividade das culturas, dentre essas tecnologias podemos citar o uso de herbicidas como uma das mais importantes. Ocupando 40,9% do mercado de defensivos agrícolas, o setor de herbicida é responsável por uma movimentação de US\$ 1,7 bilhões por ano (FERREIRA; VEGRO, 2006) e graças a esta tecnologia, as produtividades de diversas culturas sofreram incremento de até 40% (WILLIAM; WARREN, 1975).

Para ser efetivo, um herbicida deve ter atividade biológica forte sobre a planta que se quer controlar, porém, as consequências atreladas ao seu uso resultam em diversos efeitos sobre organismos que não constituem alvos, como por exemplo, o efeito deletério do herbicida sobre fungo micorrízicos ou ainda o efeito no incremento de fitoalexinas nas plantas, levando à possível toxidez, da cultura, para o consumidor (EL-SHANSHOURY et al., 1995).

Todos os efeitos, diretos e indiretos, dos herbicidas sobre a população microbiana, patogênica ou não, ainda são desconhecidos, mas sabe-se que para alguns herbicidas e fitopatogênicos,

a interação entre eles pode causar incremento significativo da doença, enquanto em outras interações, há redução na quantidade de doença (EL-SHANSHOURY et al., 1995).

Caulder et al. (1987) relatam aumento significativo na severidade de quatro fitopatógenos após a aplicação de 12 herbicidas, levando a grande aumento nas perdas ocasionadas por esses. Este aumento da incidência de doenças também foi observado, e correlacionado, com o uso de herbicidas. Ahmad e Malloch (1995) relatam redução de até 40% na população bacteriana de um solo, criando um vazio biológico e com isso aumentando a disponibilidade de nutrientes para fitopatógenos habitantes de solo, ocasionando aumento significativo na incidência das doenças.

Em contrapartida, o uso de herbicidas também é correlacionado com a redução ou controle de doenças, como no caso de murcha causada por *Fusarium oxysporum* em plantas de meloeiro, em que o uso do herbicida acetochlor levou à redução significativa na incidência e na severidade da doença (COHEN et al., 1996), assim como, o uso do glufosinato, o qual apresentou a ação antimicrobiana, levando à redução da severidade de doenças na

culturas da soja e do arroz (SANOGO et al., 2000; PLINE et al., 2001). Atualmente, nas culturas transgênicas resistentes ao herbicida glyphosate, como a soja e o trigo, vêm se observando redução significativa na incidência e na severidade de doenças foliares, tal como as ferrugens, fato esse correlacionado ao uso do herbicida glyphosate, o qual vem apresentando ação preventiva e curativa, para essas culturas, nessas doenças (FENG et al., 2005), mas ainda não se sabe qual vai ser o impacto sobre a população de simbiontes benéficos - a soja transgênica, por exemplo, as bactérias fixadoras de nitrogênios, como já foi relatado intoxicação grave de estirpes de *Bradyrhizobium* ao glyphosate, prejudicando assim a nodulação (KING et al., 2001; SANTOS et al., 2005).

Sabe-se, atualmente, que o glyphosate quando adsorvido ao solo, não causa intoxicação a espécies vegetais cultivadas após sua aplicação. Contudo, na presença de fungos micorrízicos, bactérias e outros microrganismos, que realizam a interação microrganismo-planta, podem promover a união de mais de uma espécie vegetal, causando assim dano real a outras culturas (KAPS; KUHNS, 1987). Em experimentos realizados para verificar tal hipótese, Kaps e Kuhns (1987) aplicaram glyphosate- $\text{C}^{14}$  em solução nutritiva onde cresciam plântulas de *Pinus* spp., transferindo-as, posteriormente, para crescimento junto a espécies de plantas daninhas, e observou-se que houve transferência das moléculas marcadas, do *Pinus* spp., para as plantas daninhas, pela comunicação radicular por meio de micorrizas.

Verifica-se que muitos dos efeitos dos herbicidas sobre as doenças, e seus agentes causais, ainda são desconhecidos, porém estes efeitos em alguns casos são benéficos ao diminuir a severidade de uma doença, ou negativos ao causar vazios biológicos em solos, sendo assim, estudos mais conclusivos sobre o efeito destes produtos sobre microrganismos fitopatogênicos são necessários. Neste sentido, este trabalho apresenta alguns dos resultados obtidos, observando-se o comportamento de alguns fitopatógenos perante três herbicidas com intenso uso na agricultura, assim como, o efeito do glyphosate sobre três doenças foliares em plantas de soja transgênica resistente a esse herbicida.

## Material e métodos

### Efeito "in vitro" de herbicidas sobre fitopatógenos

Utilizaram-se oito fitopatógenos (Tabela 1) para o teste "in vitro" da ação de três diferentes herbicidas sobre o comportamento de crescimento destes microrganismos. As culturas foram multiplicadas em placas de Petri com meio de cultura BDA (Batata-

Dextrose-Agar) a 25°C por cinco dias. Após o crescimento da colônia até a borda da placa, retiraram-se discos do meio de cultura, de 5 mm de diâmetro, e fez-se a transferência desses para os meios de culturas contendo os herbicidas. Esses foram adicionados ao meio de cultura BDA fundente, nas concentrações de 3,5 g L<sup>-1</sup> de glyphosate; 1,0 g L<sup>-1</sup> de halosulfuron e 1,8 g L<sup>-1</sup> de setoxidim, utilizaram-se placas com meio BDA como testemunha positivas e o fungicida benomyl, a 0,5 g L<sup>-1</sup>, para controle negativo de crescimento dos fitopatógenos. Utilizaram-se seis repetições, para cada tratamento, repetindo-se o experimento duas vezes. Após a transferência dos discos de cultura para as placas, essas foram incubadas em estufa do tipo BOD, a 25°C, no escuro, efetuando as medições do crescimento radial das colônias a cada 24h por 15 dias ou até a colônia crescer todo o diâmetro da placa. Sendo expresso o resultado em diâmetro médio da colônia por dia e seu erro-padrão. Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de significância, aplicado no período em que se encontra a maior taxa de crescimento na testemunha.

**Tabela 1.** Agentes fitopatogênicos utilizados nos ensaios "in vitro" nos testes com herbicidas.

Organismos	Hospedeiro	Origem/Ano
<i>Rhizoctonia solani</i>	Feijoeiro	São Paulo/1998
<i>Ceratocystis fimbriata</i>	Mangueira	São Paulo/2006
<i>Cryptonectria cubensis</i>	Eucalyptus	São Paulo/2003
<i>Phytophthora capsici</i>	Pimentão	São Paulo/1999
<i>Macrophomina phaseolina</i>	Feijoeiro	São Paulo/1998
<i>Sclerotium rolfsii</i>	Feijoeiro	São Paulo/2000
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lilipersici</i> - R. 2	Tomateiro	São Paulo/2001
<i>Mirothecium roridum</i>	Soja	Mato Grosso/2004

Confirmou-se o efeito fungicida ou fungistático sobre as colônias que apresentaram baixo crescimento, ou nulo, submetendo o isolado à exposição aos produtos químicos, por 48h a 25°C, no escuro, e depois transferindo-os para meio de cultura BDA sem acréscimo dos compostos químicos. Foi considerado efeito fungistático quanto ocorreu o crescimento normal do isolado, e não havendo crescimento, considerou-se efeito fungicida.

### Efeito do glyphosate sobre a severidade de doenças foliares em soja transgênica

Visando avaliar o efeito do herbicida glyphosate sobre a severidade de doenças foliares, utilizou-se a cultivar de soja BRS 242 RR, resistente a glyphosate, como planta-modelo para o experimento, estando todas as plantas em estádio fenológico V<sub>6</sub>.

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, em que cada tratamento consistiu em plantas doentes tratadas com o herbicida ou não, sendo escolhidas três doenças foliares para o experimento, foram elas: ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), o oídio da soja (*Erysiphe diffusa*) e a mancha de miotécio (*Mirothecium roridum*). As unidades experimentais foram vasos de 5 L, contendo quatro plantas por vaso, totalizando 40 repetições por tratamento. Para o tratamento com ferrugem asiática da soja, coletaram-se uredósporos de folhas provenientes do campo e preparou-se uma suspensão de  $10^7$  esporos mL<sup>-1</sup>, já para a inoculação do oídio, coletaram-se folhas em campo e preparou-se uma suspensão de  $10^6$  conídios mL<sup>-1</sup>. No tratamento com *M. roridum* preparou-se uma suspensão de  $10^6$  conídios mL<sup>-1</sup> obtidas da cultura crescida em meio BDA, a 27°C, por sete dias, no escuro. Todas as suspensões foram aplicadas com pulverizador costal com bico de jato cônicamente cheio. As plantas foram pulverizadas até o ponto de escorrimento. Os tratamentos com doenças+herbicida receberam a aplicação do herbicida glyphosate, a concentração de 5,5 mL L<sup>-1</sup> de ingrediente ativo, três dias após a inoculação dos fitopatógenos, e os tratamentos-controle foram pulverizados somente com água.

Efetuou-se a avaliação dos tratamentos dez dias após a aplicação do herbicida, calculando-se a área foliar lesionada por meio do programa UTHSCSA ImageTool, e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste de Tukey, a 5% de significância, utilizando o programa SISVAR.

## Resultados e discussão

Nos testes "in vitro", para a verificação da ação dos herbicidas sobre o comportamento de crescimento dos fitopatógenos, verificou-se forte interferência destes produtos sobre os microrganismos, e houve redução significativa, no crescimento de todos os fitopatógenos, quando na presença dos herbicidas glyphosate, e halosulfuron. Sendo as únicas exceções observadas junto ao herbicida setoxidim para os fungos *R. solani* e *F. oxysporum*, os quais não diferiram, na velocidade de crescimento, do controle positivo, meio BDA (Tabela 2).

Na análise do comportamento de crescimento dos fitopatógenos perante o herbicida glyphosate, observou-se que todos os organismos testados tiveram redução significativa no crescimento, fato já observado para outros microrganismos, como micorrizas e bactérias saprofíticas (DICK; QUINN,

1995) e também já observado para *S. roridum* (WESTERHUIS et al., 2007).

**Tabela 2.** Efeito de três diferentes herbicidas sobre a velocidade média de crescimento (cm dia<sup>-1</sup>) dos fitopatógenos em condições "in vitro".

Organismos	Tratamentos				
	Glyphosate	Halosulfuron	Benomyl	BDA	Setoxidim
<i>Rhizoctonia solani</i>	0,2 b +	0,3 b +	0,1 b +	0,8 a	0,7 a +
<i>Ceratocystis fimbriata</i>	0,3 b +	0,1 c +	0,0 c *	0,6 a	0,4 b +
<i>Cryptonectria cubensis</i>	0,3 b +	0,3 b +	0,0 c *	0,6 a	0,4 b +
<i>Phytophthora capsici</i>	0,0 d *	0,5 b +	0,3 c +	0,9 a	0,0 d +
<i>Macrophomina phaseolina</i>	0,2 c +	0,6 b +	0,0 d *	0,9 a	0,5 b +
<i>Sclerotium rolfsii</i>	0,2 b +	0,2 b +	0,1 b +	0,8 a	0,2 b +
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lucopersici</i> -R. 2	0,2 b +	0,2 b +	0,0 c *	0,7 a	0,6 a +
<i>Mirothecium roridum</i>	0,2 c +	0,2 c +	0,0 c *	0,8 a	0,4 b +

\*Efeito fungicida; + efeito fungistático. Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a 5% de significância.

Este efeito inibitório no crescimento micelial, pelo herbicida glyphosate, possivelmente está relacionado com interferência deste na enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), importante na produção dos aminoácidos aromáticos, dependente da rota do ácido chiquímico (DICK; QUINN, 1995), sendo esses aminoácidos essenciais para o crescimento micelial, agindo desta forma como uma molécula fungistática, ou em alguns casos, agindo como uma molécula fungicida.

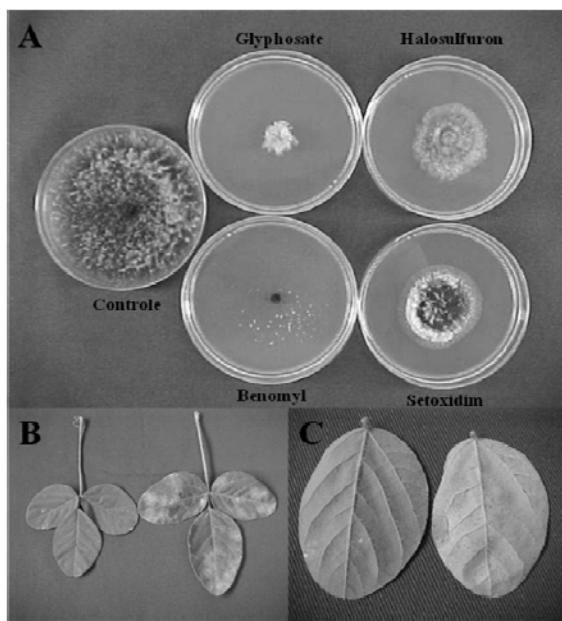
O efeito fungicida da molécula do herbicida glyphosate pode ser observado junto a *Phytophthora capsici*, o qual não apresentou crescimento micelial na presença do herbicida e se mostrou com efeito fungicida sobre esse organismo (Tabela 2), evidenciando maior sensibilidade deste organismo, em relação ao glyphosate, do que os restantes dos microrganismos testados.

Pode-se hipotetizar que a proximidade evolucionária do grupo dos Oomycota com algas verdadeiras (JUDELSON, 2007), e hoje estes não são mais considerados fungos, e dessas com vegetais superiores, tornam esse grupo mais vulnerável à ação do herbicida glyphosate.

Podemos observar que o mesmo organismo, *P. capsici*, não apresentou crescimento micelial perante o herbicida setoxidim (Tabela 2), mas no teste de efeito fungicida ou fungistático, este se mostrou, com efeito, fungistático. Pode-se verificar também que fitopatógeno *P. capsici* na presença do fungicida benomyl apresentou crescimento, estatisticamente menor em relação ao controle, mas evidencia a distinção deste em relação aos outros microrganismos testados com o fungicida.

Em geral, os fungos verdadeiros testados apresentaram um padrão comportamental em relação aos produtos testados, e para o fungo

*M. phaseolina* verificou-se que o fungicida benomyl foi eficiente, inibindo o seu crescimento, seguido pelo herbicida glyphosate, o qual reduziu o crescimento do fungo, mas atuou com ação fungistáticas sobre esse, assim como os herbicidas halosulfuron e setoxidim, os quais foram menos efetivos (Tabela 2, Figura 1A).



**Figura 1.** A - Crescimento micelial do fungo *Macrohomina phaseolina* perante os herbicidas glyphosate; halosulfuron e setoxidim, ao fungicida benomyl e o crescimento controle em meio BDA; B - Efeito do herbicida glyphosate em plantas de soja transgênicas com oídio, tratadas com herbicida (esquerda) e não tratada (direita); C - Folíolos de soja com ferrugem tratada com glyphosate (esquerda) e não tratada com glyphosate (direita).

Na análise individual dos herbicidas, observou-se como relatado anteriormente, que o herbicida glyphosate foi o tratamento que mais se aproximou do resultado verificado no tratamento com o fungicida benomyl, o qual apresentou grande controle sobre o crescimento dos fitopatógenos testados.

O setoxidim apresentou ação inibitória sobre todos os fungos, exceto sobre *Fusarium* e *Rhizoctonia*, a não inibição destes dois patógenos pode estar relacionada com as variações na fisiologia da divisão celular deles, metabolismo onde o herbicida setoxidim interfere, mais especificamente na enzima acetil-CoA-carboxilase (ACCase), responsável por esse processo.

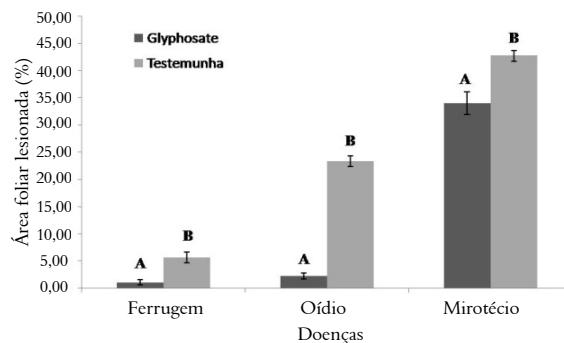
O mesmo pensamento pode ser estendido para a ação do herbicida halosulfuron, mas de forma contrária, já que o herbicida apresentou interferência significativa no crescimento de todos os microrganismos, isso possivelmente deve estar relacionado à inibição da síntese dos aminoácidos isoleucina, leucina e valina por esses fitopatógenos,

ocasionado pela inibição da enzima acetolactate sintetase (ALS) pelo herbicida.

Os resultados obtidos “in vitro” demonstram claramente a interferência dos herbicidas sobre organismos não alvos, mas esses resultados, até pouco tempo atrás, não podiam ser estendidos para condições de campo, na presença de plantas vivas, mas graças à tecnologia da transgenia e o desenvolvimento de plantas transgênicas resistentes aos herbicidas, hoje é possível verificar o efeito dos herbicidas sobre os fitopatógenos, e nas doenças ocasionadas por esses, sobre plantas vivas em condições de campo.

O ensaio da ação do herbicida glyphosate em plantas de soja transgênica, resistente a esse herbicida, expostas a três patógenos foliares e a influência deste agroquímico sobre o desenvolvimento das doenças ocasionadas por esses, demonstraram forte ação do herbicida sobre os patógenos, evidenciando uma ação direta sobre essas doenças (Figura 1B, 1C e 2).

O resultado “in vitro” foi comprovado em plantas, em casa-de-vegetação, quando se verificou a ação do glyphosate no patógeno *Mirothecium roridum*, agente causal da mancha de mirotécio, em que, “in vitro”, verificou-se a inibição significativa do crescimento deste e observou-se resultado semelhante nas plantas pulverizadas com conídios deste patógeno, onde as plantas-testemunha apresentaram 42,7% da área foliar comprometida pela doença, e no tratamento com glyphosate, verificou-se que 33,9% da área foliar estavam comprometidas, redução de 20,6% da severidade da doença (Figura 2).



**Figura 2.** Efeito do herbicida glyphosate, aplicado de forma curativa, sobre a severidade, em porcentagem de área foliar lesionada, perante três doenças foliares em soja transgênica. Letras iguais sobre a mesma doença não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

O mesmo resultado pode ser observado para a ferrugem asiática da soja, em que as plantas-testemunha, pulverizadas com água, apresentaram 5,7% da área foliar comprometida, por pústulas, já as plantas tratadas com glyphosate apresentaram 1,1% da

área foliar lesionada, uma redução de 80,7% na severidade (Figura 2), este resultado pode indicar que o uso do herbicida glyphosate, em soja transgênica, pode contribuir para o manejo desta doença, reduzindo o grande número de aplicações efetuadas para o controle da doença na cultura da soja (BARROS et al., 2008).

Para a mancha de oídio observou-se comportamento muito semelhante daquele já verificado para mirotício e ferrugem, e houve a redução de 23,4% da área lesionada, no tratamento-testemunha, para 2,3%, no tratamento com glyphosate, redução de 90,1% na severidade (Figura 2).

Estes resultados demonstram que melhores estudos devem ser efetuados sobre a ação dos diversos agroquímicos utilizados na agricultura, a fim de se entender quantas e quais os processos biológicos estamos interferindo, assim como melhores estudos devem ser efetuados no sistema patógeno-hospedeiro transgênico, visando compreender e utilizar, de forma benéfica, as novas interações surgidas nesse sistema, interações essas que já vêm sendo observadas por outros pesquisadores em outros sistemas biológicos (CHIARI et al., 2008).

## Conclusão

Todos os herbicidas aqui testados apresentaram ação fungistática na maioria dos agentes fitopatogênicos utilizados, e o herbicida glyphosate indicou ação fungicida sobre *P. capsici* e, também, foi eficiente contra ferrugem, oídio e mancha de mirotício, em campo sobre plantas de soja transgênicas.

## Referências

- AHMAD, I.; MALLOCH, D. Interaction of soil microflora with the bioherbicide phosphinothrinicin. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 54, n. 3, p. 165-174, 1995.
- BARROS, H. M.; SEDIYAMA, T.; REIS, M. S.; CECON, P. R. Efeito do número de aplicações de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 239-245, 2008.
- CAULDER, J. D.; GOTLEIB, A. R.; STOWELL, L.; WATSON, A. K. Herbicidal compositions comprising microbial herbicides and chemical herbicides or plant growth regulators. **European Patent Applied**, v. 80, n. 1, p. 39-46, 1987.
- CHIARI, W. C.; TOLEDO, V. A. A.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; RÚVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; TOLEDO, T. C. S. O. A.; LOPES, T. S. Polinização por *Apis mellifera* em soja transgênica [*Glycine max* (L.) Merrill] Roundup Ready™ cv. BRS 245 RR e convencional cv. BRS 133. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 267-271, 2008.
- COHEN, R.; BLAIER, B.; SCHAFER, A. A.; KATAN, J. Effect of acetochlor treatment on *Fusarium* wilt and sugar content in melon seedlings. **European Journal of Plant Pathology**, v. 102, n. 1, p. 45-50, 1996.
- DICK, R. E.; QUINN, J. P. Glyphosate-degrading isolates from environmental samples: occurrence and pathways of degradation. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 43, n. 3, p. 545-50, 1995.
- EL-SHANSHOURY, A.; EL-RAHEEM, R.; ABU EL-SOUOUD, S. M.; AWADALLA, O. A.; EL-BANDY, N. B. Formation of tomatine in tomato plants infected with *Streptomyces* species and treated with herbicides, correlated with reduction of *Pseudomonas solanacearum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. **Acta Microbiologica Polonica**, v. 44, n. 1, p. 255-266, 1995.
- 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**, v. 102, n. 8, p. 17290-17295, 2005.
- FERREIRA, C. R. R. P. T.; VEGRO, C. L. R. **Análises e indicadores do agronegócio**, v. 1, n. 7, p. 07-13, 2006.
- JUDELSON, H. S. Genomics of the plant pathogenic oomycete *Phytophthora*: insights into biology and evolution. **Advances in Genetics**, v. 57, n. 2, p. 97-141, 2007.
- KAPS, M. A.; KUHNS, L. J. Glyphosate transfer between plants via mycorrhizal fungi. **Horticulture Science**, v. 22, n. 5, p. 652-661, 1987.
- KING, C. A.; PURCELL, L. C.; VORIES, E. D. Plant growth and nitrogenase activity of glyphosate-tolerant soybean in response to foliar glyphosate applications. **Agronomy Journal**, v. 93, n. 2, p. 176-186, 2001.
- PLINE, W. A.; LACY, G. H.; STROMBERG, V.; HATZIOS, K. K. Antibacterial activity of the herbicide glufosinate on *Pseudomonas syringae* pathovar *glycinea*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 71, n. 1, p. 48-55, 2001.
- SANOGO, S.; YANG, X. B.; SCHERM, H. Effects of herbicides on *Fusarium solani* f. sp. *glycinea* and development of sudden death syndrome in glyphosate-tolerant soybean. **Phytopathology**, v. 90, n. 1, p. 57-66, 2000.
- SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; KASUYA, M. C. M.; SILVA, A. A.; PROCOPIO, S. D. O. Tolerance of *Bradyrhizobium* strains to Glyphosate formulations. **Crop Protection**, v. 24, n. 6, p. 543-547, 2005.
- WESTERHUIS, D.; VAWDREY, L. L.; PIPER, R. An in vitro study into the effect of glyphosate on *Sclerotium rolfsii*. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 2, n. 1, p. 23-24, 2007.
- WILLIAM, R. D.; WARREN, G. F. Competition between purple nutsedge and vegetables. **Weed Science**, v. 23, n. 3, p. 317-323, 1975.

Received on June 3, 2008.

Accepted on March 5, 2009.