

GLYPHOSATE SOBRE A RESISTÊNCIA À FERRUGEM (*Puccinia psidii*) DO EUCALIPTO¹

Glyphosate on Eucalyptus Resistance to Rust (Puccinia psidii)

TUFFI SANTOS, L.D.², NEVES GRAÇA, R.³, ALFENAS, A.C.⁴, FERREIRA, F.A.⁵,
FERREIRA, L.R.⁶ e ODA, S.⁷

RESUMO - O glyphosate é o herbicida mais usado no controle de plantas daninhas em eucalipto, atuando diretamente na rota do ácido chiquímico, principal via de formação de compostos ligados aos mecanismos de defesa das plantas, como: lignina, ácido salicílico e fitoalexinas. Assim, o contato do glyphosate com as folhas do eucalipto pode levar a consequências importantes sobre a resistência a doenças. Objetivou-se neste estudo avaliar o envolvimento do glyphosate, via deriva, na severidade da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em genótipos de eucalipto com diferentes níveis de resistência ao patógeno. Para isso, mudas de quatro clones – dois heterozigotos resistentes à ferrugem (*UFV01* e *UFV02*) e dois homozigotos suscetíveis (*UFV03* e *UFV04*) – foram submetidas às subdoses de 0 (testemunha); 28,8; 57,6; 86,4; e 115,2 g ha⁻¹ de glyphosate, simulando deriva. Três dias após a aplicação do glyphosate, as plantas foram inoculadas com o isolado monopustular UFV1 de *P. psidii*, obtido de *Eucalyptus grandis*, na região de Itapetininga, SP. Aos 21 dias após a inoculação, foram avaliados a severidade de ferrugem, utilizando-se uma escala diagramática com quatro classes (S0 e S1 resistentes à ferrugem e S2 e S3 suscetíveis), o número de pústulas cm⁻² de área foliar, a área foliar lesionada pela ferrugem, o número médio de urediniósporos cm⁻² de área foliar, o número médio de urediniósporos/pústula e a porcentagem de intoxicação pelo glyphosate. O clone *UFV04* foi o mais sensível ao glyphosate, enquanto o *UFV01* apresentou maior tolerância ao herbicida. O glyphosate não alterou o nível de resistência à ferrugem nos genótipos resistentes (*UFV01* e *UFV02*) que apresentaram ausência de pústulas nas folhas, tanto em plantas expostas à deriva quanto nas testemunhas. Para os demais clones, manteve-se a suscetibilidade à ferrugem, embora, com o aumento das doses de glyphosate, tenha se observado diminuição da severidade da doença. Conclui-se que o glyphosate não afetou a resistência do eucalipto a *Puccinia psidii*, ocorrendo diminuição da severidade da doença em plantas expostas ao glyphosate via deriva, e que existe tolerância diferencial entre os clones ao herbicida.

Palavras-chave: *Puccinia psidii*, herbicida, doença de plantas, *Eucalyptus* spp.

ABSTRACT - Glyphosate is the herbicide most applied on eucalyptus plantations for weed control, acting directly on the shikimic acid pathway, the main via for the formation of compounds connected with the natural defenses of the plant, such as lignin, salicytic acid and phytoalexins. Thus, glyphosate contact with the leaves of the plant through drift may have important consequences for disease resistance. The aim of our research was to evaluate glyphosate drift involvement with severity of rust caused by *Puccinia psidii* in genotypes with different levels of resistance to the pathogen, after inoculation in a controlled environment. Seedlings of four clones, two heterozygote clones resistant to rust (*UFV01* and *UFV02*) and two homozygote clones susceptible to rust (*UFV03* and *UFV04*) were submitted to sub-doses of 0 (control); 28.8, 57.6, 86.4 and 115.2 g ha⁻¹ of glyphosate simulating drift. Three days after glyphosate application,

¹ Recebido para publicação em 11.10.2006 e na forma revisada em 27.2.2007.

Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor (bolsista do CNPq).

² Pós-doutorando em Fitotecnia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – DFT/UFV, 36570-000 Viçosa-MG, <ltuffi@yahoo.com.br>; ³ Mestrando em Fitopatologia – DFP/UFV; ⁴ Prof. do Departamento de Fitopatologia – DFP/UFV;

⁵ Prof. Titular – DFT/UFV; ⁶ Prof. Associado – DFT/UFV; ⁷ Eng.-Agrônomo Suzano Papel e Celulose.



the plants were inoculated with UFV01 isolated from *P. psidii* obtained from *Eucalyptus grandis* in the Itapetininga region. On day 21 after inoculation, the following parameters were evaluated: rust intensity, by means of a diagrammatic scale with four classes of severity (S0 and S2 resistant to rust and S2 and S3 susceptible to rust), number of pustules per leaf area, area affected by rust, average number of urediniospores cm^2 , glyphosate percentage intoxication, and average number of urediniospores/pustule. Clone **UFV04** was found to be the most susceptible while **UFV01** was the most tolerant to the herbicide. Drift did not change the level of resistance to rust with respect to the resistant genotypes (**UFV01** and **UFV02**) which presented no pustule both in plants exposed to drift and control plants. Susceptibility was maintained for the other clones, with a higher pustule density and higher percentage of affected area becoming evident for clone **UFV03**. For some clones susceptible to rust, rust severity decreased with glyphosate dosage increase. It was concluded that glyphosate did not affect eucalyptus resistance to *Puccinia psidii* and that there is differential tolerance to the herbicide among the clones.

Keywords: *Puccinia psidii*, herbicide, plant disease, *Eucalyptus* spp.

INTRODUÇÃO

A ferrugem causada por *Puccinia psidii* é atualmente uma das principais doenças do eucalipto no Brasil, provocando prejuízos em viveiro e no campo. Seu controle baseia-se principalmente no uso de espécies, clones e progênies resistentes. O uso de alguns fungicidas, o plantio e o corte raso capaz de possibilitar o crescimento das plantas no campo em épocas desfavoráveis ao patógeno também são práticas eficientes de controle da doença (Alfenas et al., 2004).

A herança da resistência a *P. psidii* em *Eucalyptus grandis* é condicionada por um gene de efeito principal, denominado *Ppr-1*, cujo conhecimento possibilitou a identificação e seleção de genótipos homocigóticos e heterocigóticos para resistência, bem como de genótipos suscetíveis (Junghans et al., 2003).

Atualmente, tem-se levantado a hipótese de associação dos danos causados pela deriva do glyphosate com o aumento da incidência e severidade da ferrugem do eucalipto. A intoxicação do eucalipto por glyphosate caracteriza-se pela presença de folhas cloróticas, evoluindo em alguns casos para necroses, superbrotamento e redução do crescimento da planta. Outros distúrbios e alterações morfológicas do eucalipto, como senescência acentuada de folhas e morte dos ponteiros, têm sido atribuídos aos efeitos do glyphosate. A deriva pode acarretar prejuízos no desenvolvimento do eucalipto ou mesmo a diminuição do estande, devido à morte de plantas mais jovens (Tuffi Santos et al., 2005).

O glyphosate é um herbicida sistêmico, não-seletivo, aplicado em pós-emergência e de amplo espectro de ação, sendo o principal produto ativo utilizado no controle de plantas daninhas na eucaliptocultura. Seu mecanismo de ação interfere na rota do ácido chiquímico, precursor envolvido na defesa de plantas a patógenos, destacando-se: taninos, antocianinas, ácido salicílico, lignina, flavonas, isoflavonas e cumarinas (Buchanan et al., 2000; Srivastava, 2001).

Além dos efeitos diretos do glyphosate nas plantas, o herbicida pode estar favorecendo a infecção do eucalipto por patógenos, devido à queda das defesas da planta pelo comprometimento ou interrupção da síntese de lignina, fitoalexinas (Lévesque & Rahe, 1992; Rizzardi et al., 2003) e de outros compostos.

Diante da importância desse herbicida na eucaliptocultura, objetivou-se avaliar a influência da deriva de glyphosate na severidade da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em genótipos de eucalipto com diferentes níveis de resistência à doença.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi composto por dois ensaios, sendo o primeiro realizado no verão, entre janeiro e março de 2006, e repetido nos meses de maio e julho de 2006 (outono/inverno), mantendo-se a mesma metodologia.

Mudas de quatro clones híbridos de *E. grandis* da Suzano Papel e Celulose, sendo dois heterocigotos resistentes à ferrugem do

eucalipto (UFV01 e UFV02) e dois suscetíveis (UFV03 e UFV04), foram padronizadas quanto à altura e idade e, posteriormente, transplantadas e cultivadas em vasos com capacidade para 6 L, contendo substrato constituído de 3/4 de solo argiloso e 1/4 de areia, adubado com 120 g de N-P₂O₅-K₂O (6-30-6) e 7,2 g de calcário na proporção de Ca:Mg = 4:1 equivalentes. Após o transplântio, realizaram-se adubações quinzenais de cobertura com 1,5 g por vaso de uma mistura de minerais (15-15-20 de N-P₂O₅-K₂O + pequenas quantidades de Ca, S, Mg, B, Zn, Mn e Fe), previamente dissolvida em 100 mL de água.

Utilizou-se delineamento experimental de blocos casualizados com cinco repetições, em esquema fatorial 5 x 4 (cinco subdoses e quatro clones), sendo considerado como parcela experimental cada vaso contendo uma planta. As plantas de eucalipto receberam as subdoses de 28,8; 57,6; 86,4; e 115,2 g ha⁻¹ de glyphosate simulando uma deriva, aplicado como solução aquosa da formulação comercial Scout®. Como comparação, aplicou-se água no grupo de plantas correspondentes à testemunha (subdose 0).

A aplicação foi feita diretamente sobre as plantas, que se encontravam com 30 dias após o transplântio e aproximadamente 0,4 m de altura, utilizando-se pulverizador costal com pressão constante, pressurizado a CO₂, munido de barra com dois bicos com pontas tipo leque TT 11002, operando a 250 kPa de pressão e volume de calda correspondente a 200 L ha⁻¹.

Dois dias após a simulação da deriva do glyphosate, as plantas foram inoculadas com um isolado UFV-1 de *P. psidii* obtido de *Eucalyptus* sp., na região de Itapetininga-SP. O isolado foi previamente multiplicado em mudas de jambeiro (*Syzygium jambos*), e os urediniósporos produzidos foram coletados aos 12 dias após a inoculação, suspensos em água com Tween 80® (0,05%) e atomizados (2 x 10⁴ urediniósporos mL⁻¹) homogeneamente em ambas as faces do limbo foliar, com o auxílio de atomizador De Vilbss nº 15, acoplado a um compressor elétrico (0,6 – 0,8 kgf cm⁻²). As mudas inoculadas foram mantidas em câmara de nevoeiro, no escuro, por 24 horas e posteriormente levadas para câmara de crescimento a 22 °C, com fotoperíodo de 12 horas (Ruiz et al., 1989) e intensidade luminosa de 40 µmoles de fótons m² s⁻¹. As avaliações foram

realizadas aos 21 dias após a inoculação, utilizando-se uma escala diagramática com quatro classes de severidade (S0, S1, S2 e S3), de acordo com Junghans et al. (2003), sendo plantas com S0 e S1 resistentes à ferrugem e S2 e S3 suscetíveis. Na haste principal das mudas foram selecionadas, no segundo par de folhas apical, folhas totalmente expandidas representativas do estado de infecção da planta, sendo estas fotografadas e digitalizadas, para quantificação da porcentagem de área afetada pela ferrugem e da área média por pústula. Após a digitalização das folhas, retiraram-se quatro discos, de 1,2 cm de diâmetro, da região central de cada uma. Os quatro discos coletados por folha foram colocados em tubos de ensaio com 3 mL de água + Tween 80 (0,1%) e agitados em vortex por um minuto, realizando-se duas leituras por tubo em câmara de Neubauer, para determinação do número médio de urediniósporos por área foliar. Com o número de pústulas por área foliar e de urediniósporos por área, pôde-se obter o número médio de urediniósporos produzidos por pústula. A quantificação da porcentagem de área afetada pela ferrugem e da área média por pústula foi obtida com auxílio do software *Image-Pro Plus*.

Além do efeito do herbicida sobre a intensidade da ferrugem, foram avaliadas diariamente possíveis modificações morfológicas na parte aérea das plantas e, aos 21 dias após a aplicação (DAA), realizou-se a avaliação visual da porcentagem de intoxicação causada pelo glyphosate, de acordo com escala proposta por Franz (1972). Tal escala baseia-se na porcentagem da área foliar das plantas com sintomas de intoxicação em relação à testemunha, variando de 0 a 100% de intoxicação, em que 0 corresponde à ausência de sintomas visíveis e 100% à morte das plantas.

Os dados foram submetidos à análise estatística pelo teste F a 5% de probabilidade, sendo ajustadas equações de regressão para intoxicação das plantas, área afetada com ferrugem, número de urediniósporos por pústulas e número de urediniósporos por área foliar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Plantas tratadas com glyphosate, nas subdoses superiores a 57,6 g ha⁻¹, apresentaram sintomas de murcha e clorose nas



regiões apicais da parte aérea, verificados a partir do sexto dia após aplicação (DAA). Necroses, localizadas principalmente nos bordos foliares, eram visíveis em plantas expostas a $115,2 \text{ g ha}^{-1}$ de glyphosate. Os sintomas foliares observados foram similares nos dois experimentos, porém com maior intensidade naquele realizado no outono/inverno, em que foi verificada, nos quatro clones, a morte dos ápices e o surgimento de brotações anormais em grande parte das plantas tratadas com $115,2 \text{ g ha}^{-1}$ de glyphosate (Figura 1). As injúrias descritas estão de acordo com os resultados observados por Tuffi Santos et al. (2005) e Tuffi Santos et al. (2007) para clones de eucalipto submetidos à deriva simulada de glyphosate. Sintomas semelhantes foram encontrados em outras espécies herbáceas e arbóreas submetidas à deriva de glyphosate, como algodão (Miller et al., 2004; Yamashita & Guimarães, 2005), varjão (*Parkia multijulga*) (Yamashita et al., 2006) e teca (*Tectona grandis*) (Vieira et al., 2006).

A intoxicação das plantas variou de acordo com as subdoses dos herbicidas testados ($p < 0,05$) aos 21 DAA, sendo tanto maior quanto maiores as subdoses de glyphosate nos dois ensaios. O clone *UFV04* foi o mais suscetível ao glyphosate, alcançando 20% de intoxicação no ensaio realizado no verão e 48% no outono/inverno em plantas expostas a $115,2 \text{ g ha}^{-1}$ de glyphosate (Figura 2). Por sua vez, o clone

UFV01 apresentou maior tolerância ao herbicida, chegando a apenas 6,8% de intoxicação no ensaio 1, quando para aplicação da maior dose do produto (Figura 2). Os resultados confirmam a diferença de tolerância ao glyphosate entre os clones. O comportamento diferencial entre os genótipos submetidos à deriva de glyphosate foi relatado por Tuffi Santos et al. (2007), em que o clone de *E. grandis* foi mais suscetível ao herbicida que clones de *E. urophylla* e híbrido *urograndis*. Em trabalho semelhante, Tuffi Santos et al. (2006b) constataram maior tolerância ao glyphosate em *E. resinifera*, quando comparado a *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. saligna* e *E. pellita*.

A porcentagem de intoxicação das plantas observada no ensaio realizado no outono/inverno é praticamente o dobro daquela do realizado no verão (Figura 2), ressaltando a maior sensibilidade do eucalipto ao glyphosate nas épocas frias do ano, o que pode ser atribuído ao menor metabolismo das plantas expostas a condições subótimas.

Não se observaram pústulas nos clones resistentes à ferrugem, *UFV01* e *UFV02*, independentemente do tratamento com glyphosate e da época de realização do ensaio (Tabela 1), sendo atribuída nota S0 de severidade. Esses resultados indicam que a deriva de glyphosate não modificou a resistência à ferrugem dos clones resistentes testados (*UFV01* e *UFV02*).



Setas indicam superbrotação anormal e * morte do ápice caulinar.

Figura 1 - Aspecto do ápice caulinar de eucalipto de plantas testemunhas (A) e plantas tratadas com $115,2 \text{ g ha}^{-1}$ de glyphosate (B), 21 dias após aplicação.

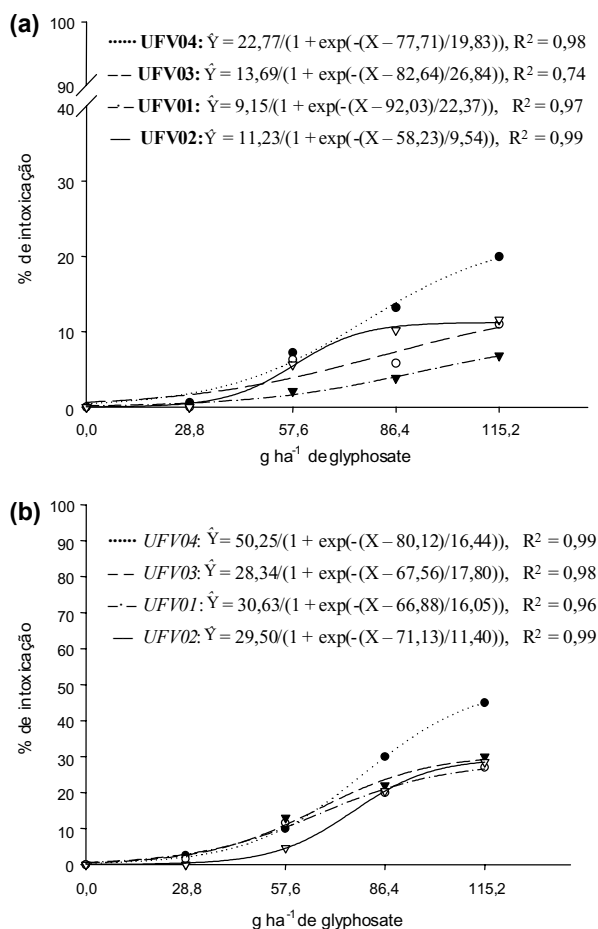


Figura 2 - Porcentagem de intoxicação de clones de eucalipto submetidos à deriva simulada com glyphosate em ensaio realizado no verão (a) e no outono/inverno (b), 21 dias após aplicação.

Entre os clones UFV03 e UFV04, suscetíveis à ferrugem, houve diferença em área afetada ($p < 0,10$), número de pústulas por área ($p < 0,10$), número de urediniósporos por pústula ($p < 0,05$) e número de urediniósporos por área foliar ($p < 0,05$), o que não foi observado ($p > 0,10$) para área média por pústula. Não houve diferença significativa entre as subdoses de glyphosate e na interação clone x subdoses ($p > 0,05$) em todas as variáveis supracitadas.

Os clones suscetíveis mantiveram a predisposição à infecção por *P. psidii*, sendo atribuída notas S2 e S3 de severidade tanto para plantas expostas ao glyphosate quanto para a testemunha (Tabela 1). O clone UFV03 foi o mais suscetível à doença (Tabela 1), apresentando maior número de pústulas por área foliar, maior porcentagem de área foliar afetada (Figura 3) e maior número de urediniósporos por pústula e por área foliar (Figuras 4 e 5).

Nos dois ensaios, observou-se diminuição da severidade da doença nos dois clones suscetíveis com o aumento das subdoses de glyphosate (Figuras 4 e 5). Plantas expostas à deriva do glyphosate apresentaram menor área foliar afetada por ferrugem, menor número de urediniósporos/pústula e menor número de urediniósporos/área foliar, em comparação com as plantas testemunhas (Figuras 4 e 5).

Tabela 1 - Severidade da ferrugem (*Puccinia psidii*) avaliada por escala diagramática com quatro classes de severidade (S0, S1, S2 e S3), segundo Junghnas et al. (2003), em clones de híbridos de *E. grandis* submetidos à deriva de glyphosate

Clone	g ha ⁻¹ de glyphosate ^{1/}				
	0	28,8	57,6	86,4	115,2
Ensaio realizado no verão					
UFV02	S0	S0	S0	S0	S0
UFV01	S0	S0	S0	S0	S0
UFV04	S3	S3	S3	S2	S2
UFV03	S3	S3	S3	S3	S3
Ensaio realizado no outono/inverno					
UFV02	S0	S0	S0	S0	S0
UFV01	S0	S0	S0	S0	S0
UFV04	S3	S2	S1	S1	S0
UFV03	S3	S3	S3	S3	S0*

^{1/} Subdoses correspondentes a 0 (testemunha), 2, 4, 6 e 8% da dose de 1.440 g ha⁻¹ de glyphosate, respectivamente. * 100% das plantas apresentaram morte dos ponteiros. S0 e S1 são resistentes à ferrugem e S2 e S3, suscetíveis.



O caráter biotrófico de *Puccinia psidii*, somado à característica desse patógeno de infectar e se desenvolver bem em tecidos jovens e saudáveis, pode ser uma possível explicação para a menor severidade da doença em plantas expostas à deriva, haja vista os distúrbios fisiológicos, anatômicos e estruturais verificados em plantas intoxicadas por glyphosate. Este herbicida atua sobre a atividade enzimática da 5-enol-piruvil shiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), inibindo a síntese dos aminoácidos aromáticos triptofano, tirosina e fenilalanina (Kruze et al., 2000; Trezzi et al., 2001). Conseqüentemente, além de inibirem a fotossíntese, é possível que plantas tratadas com glyphosate apresentem deficiência na síntese protéica e de vários outros compostos aromáticos importantes, como vitaminas (K e E), hormônios (auxina e etileno), alcalóides, lignina, antocianina, entre outros. Deficiências e desequilíbrios nutricionais e mudanças morfoanatômicas e bioquímicas na planta podem predispor certos materiais genéticos a maior severidade de doenças. Os efeitos fisiológicos do glyphosate em eucalipto podem causar distúrbios bioquímicos e, conseqüentemente, o desbalanço entre os compostos orgânicos e inorgânicos da planta. Teores foliares de Ca, Mg, Fe, Mn e B superiores, em comparação com a testemunha, foram observados em plantas que receberam doses de 345,6 e 691,2 g ha⁻¹ de glyphosate, em deriva simulada, não havendo relação entre os sintomas provocados pelo glyphosate e a deficiência de nutrientes (Siqueira et al., 2004).

Puccinia psidii só infecta tecidos jovens e tenros da parte aérea da planta (Alfenas et al., 2004). Dentre os efeitos do glyphosate em eucalipto, ressaltam-se as necroses seguidas de senescência de folhas jovens. Adicionalmente, foi verificado um aspecto coráceo das folhas de plantas tratadas com doses superiores a 86,4 g ha⁻¹ de glyphosate, também relatado como sintoma de intoxicação em outros ensaios com deriva simulada de glyphosate em eucalipto (Tuffi Santos et al., 2005). O enrijecimento dos tecidos foliares e o possível espessamento da cutícula epidérmica ocasionado pelo glyphosate podem reduzir a penetração do fungo, como observado em folhas velhas de plantas suscetíveis (Xavier et al., 2001).

Efeitos preventivos e curativos do glyphosate na incidência de ferrugem do trigo e de soja resistente ao herbicida foram relatados por Feng et al. (2005) em condições controladas e no campo. Nesse trabalho, folhas de trigo pré-inoculadas com *Puccinia triticina* e protegidas do contato com o glyphosate pulverizado no restante da planta apresentaram menor incidência de ferrugem que nas plantas testemunhas (sem glyphosate), ressaltando o efeito sistêmico do herbicida na diminuição da severidade dessa doença.

Anderson & Kolmer (2005) observaram que, com a aplicação do glyphosate, houve redução ou inibição total da infecção por *P. triticina* e por *P. graminis* em genótipos de trigo resistentes a esse produto. Entretanto, os autores não encontraram efeito curativo do

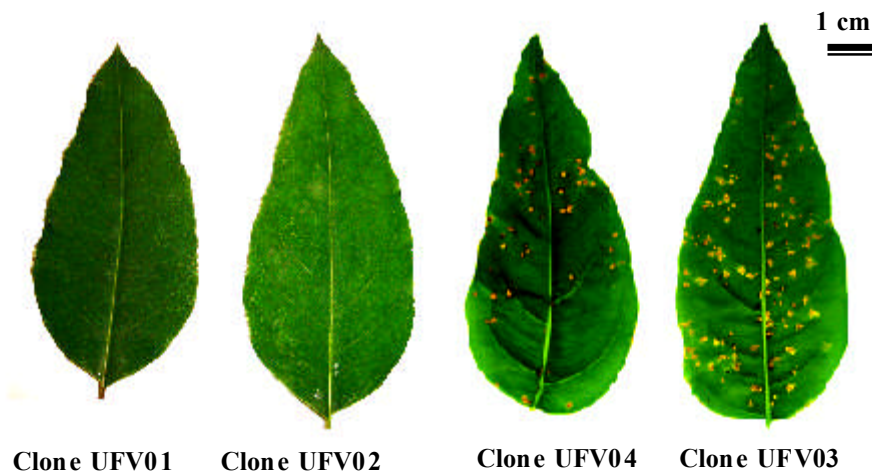


Figura 3 - Espectro de infecção e severidade da ferrugem (*Puccinia psidii*) em folhas de eucalipto.

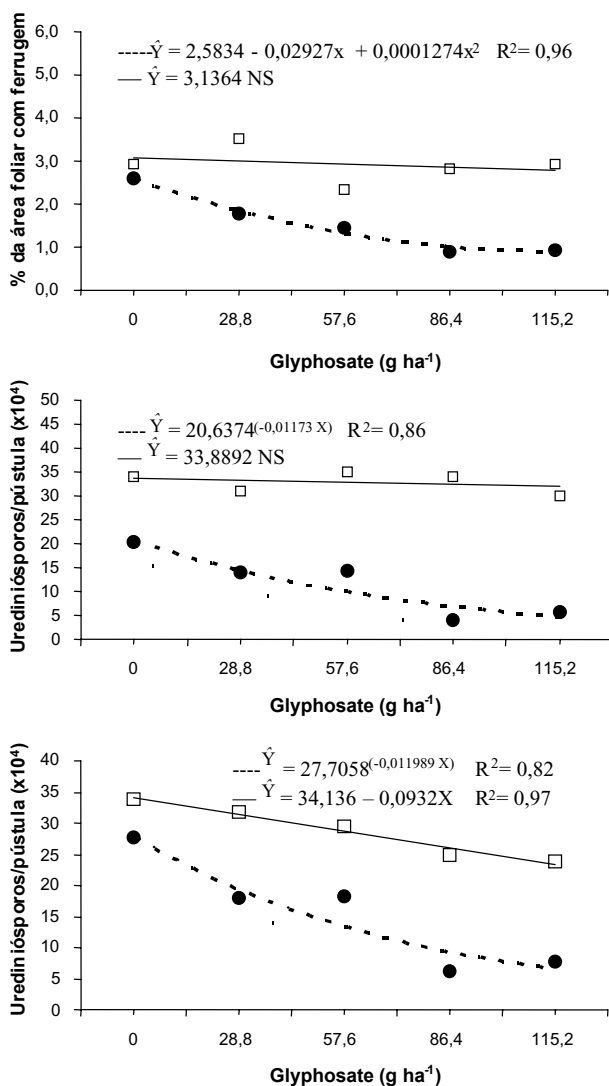


Figura 4 - Desenvolvimento de *Puccinia psidii* em plantas de eucalipto submetidas à deriva de glyphosate na época de verão. ----- clone UFV04; — clone UFV03.

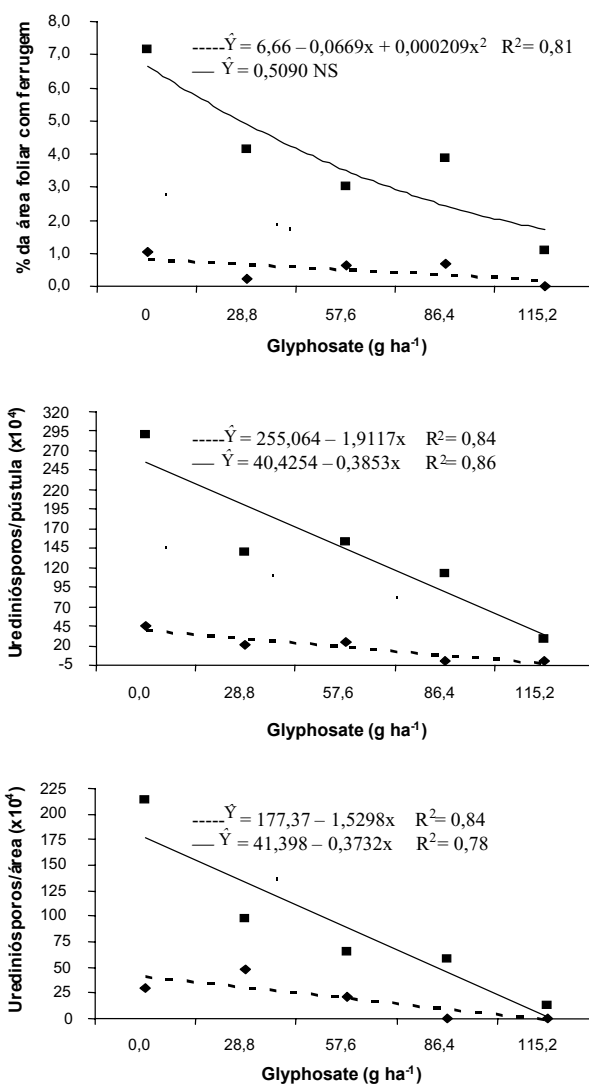


Figura 5 - Desenvolvimento de *Puccinia psidii* em plantas de eucalipto submetidas à deriva de glyphosate na época de outono/inverno. ----- clone UFV04; — clone UFV03.

herbicida na ferrugem do trigo, e sua aplicação não afetou o desenvolvimento de pústulas de *Puccinia* sp. preestabelecidas, sugerindo o efeito inibitório do herbicida nos estádios iniciais de infecção. A germinação de aeciósporos de *Puccinia lagenophora*, usado no biocontrole de *Senecio vulgaris*, é significativamente menor quando da adição de 0,1125 e 0,0565 mg e.a. mL⁻¹ de glyphosate no meio de cultura, quando comparado à adição de água (Wyss & Muller-Scharer, 2001).

Acredita-se também que o herbicida na superfície epidérmica da folha do eucalipto pode influenciar os processos de infecção e

sobrevivência dos esporos de *P. psidii*. Berner et al. (1991) constataram que aplicações de glyphosate, em formulações com ou sem surfatante, inibiram o crescimento micelial de *Calonectria crotalariae*. Analogamente, a intoxicação de estirpes de *Bradyrhizobium* por glyphosate, *in vitro*, foi descrita por Santos et al. (2004), havendo diferença de toxidez entre as formulações do herbicida. A presença de diferentes substâncias químicas na formulação do herbicida, como solventes, surfatantes e agentes molhantes, pode modificar e, provavelmente, potencializar os efeitos negativos dos herbicidas em organismos (Kishinevsky et al., 1988; Malkones, 2000).



O contato do glyphosate com plantas de eucalipto é freqüente, mesmo em situações nas quais alto nível tecnológico é empregado. No campo, a infecção natural de *P. psidii* em plantas de eucalipto pode acontecer antes, ao mesmo tempo ou após o contato das plantas com o herbicida. Assim, tornam-se necessários novos estudos com variações quanto à época de inoculação do fungo em relação ao contato do glyphosate com eucalipto para melhor entendimento da interação patógeno x eucalipto x glyphosate.

Conclui-se que o glyphosate, em deriva, não alterou o nível de resistência do eucalipto à ferrugem em dois clones heterozigotos para resistência à ferrugem. Entre os genótipos suscetíveis, o clone UFV03 mostrou maior intensidade da ferrugem que o UFV04. Plantas dos clones suscetíveis à ferrugem, expostas à deriva de glyphosate, apresentaram menor área foliar afetada por pústulas, menor número de urediniósporos por pústula e menor número de urediniósporos por área foliar. Dos clones testados, o UFV01 foi o mais tolerante e o UFV04 o mais sensível ao glyphosate.

AGRADECIMENTOS

À Suzano Papel e Celulose, pelo apoio financeiro e suporte na realização desta pesquisa.

LITERATURA CITADA

- ALFENAS, A. C. et al. Clonagem e doenças do eucalipto. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 442 p.
- ANDERSON, J. A.; KOLMER, J. A. Rust control in glyphosate tolerant wheat following application of the herbicide glyphosate. **Plant Dis.**, v. 89, p. 1136-1142, 2005.
- BERNER, D. K.; BERGGREN, G. T.; SNOW, J. P. Effects of glyphosate on *Calonectia crotalariae* and red crown rot of soybean. **Plant Dis.**, v. 75, p. 809-813, 1991.
- BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. 3.ed. Rocjville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1367 p.
- FENG, P. C. C. et al. Glyphosate inhibits rust diseases in glyphosate-resistant wheat and soybean. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, v. 102, p. 17290-17295, 2005.
- FRANS, R. E. Measuring plant responses. In: WILKINSON, R. E. (Ed.). **Research methods in weed science**. Southern Weed Science Society, 1972. p. 28-41.
- JUNGHANS, D. T. et al. Resistance to rust (*Puccinia psidii* Winter) in *Eucalyptus*: mode of inheritance and mapping of a major gene with RAPD markers. **Theor. App. Genetics**, v. 108, p. 175-180, 2003.
- JUNGHANS, D. T.; ALFENAS, A. C.; MAFFIA, L. A. Escala de notas para quantificação da ferrugem em *Eucalyptus*. **Fitopatol. Bras.**, v. 28, n. 2, p. 184-188, 2003.
- KISHINEVSKY, B. et al. Effects of some commercial herbicides on rhizobia and their symbiosis with peanuts. **Weed Res.**, v. 28, p. 291-296, 1988.
- KRUZE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPS: revisão de literatura. **R. Bras. Herb.**, v. 1, n. 2, p. 139-46, 2000.
- LÉVESQUE, C. A.; RAHE, J. E. Herbicide interaction with fungal root pathogens, with special reference to glyphosate. **Ann. Rev. Phytopathol.**, v. 30, p. 579-602, 1992.
- MALKONES, H. P. Comparison of the effects of differently formulated herbicides on soil microbial activities – a review. **J. Plant Dis. Protect.**, v. 8, p. 781-789, 2000.
- MILLER, D. K. et al. Response of non glyphosate resistant cotton to reduced rates of glyphosate. **Weed Sci.**, v. 52, p. 178-182, 2004.
- RIZZARD, M. A. et al. Ação dos herbicidas sobre o mecanismo de defesa das plantas aos patógenos. **Ci. Rural**, v. 33, n. 5, p. 957-965, 2003.
- RUIZ, R. A. R. et al. Influência de temperatura, do tempo de molhamento foliar, fotoperíodo e da intensidade de luz sobre a infecção de *Puccinia psidii* em eucalipto. **Fitopatol. Bras.**, v. 14, p. 55-61, 1989.
- SANTOS, J. B. et al. Effects of different glyphosate commercial formulations on *Bradyrhizobium* strains. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 293-299, 2004.
- SIQUEIRA, C. H. et al. Crescimento e concentração de nutrientes na parte aérea de eucalipto sob efeito da deriva de glyphosate. FERTIBIO 2004, Lajes. **Resumos Expandidos...** Lajes: 2004. CD-ROM.
- SRIVASTAVA, L. M. **Plant growth and development**. Hormones and environment. San Diego, California: Elsevier Science, 2001. 771 p.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.



- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Morphological responses of different eucalypt clones submitted to glyphosate drift. **Environ. Exp. Bot.**, v. 59, p. 11-20, 2007.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006b.
- TREZZI, M. M.; KRUIZE, N. D.; VIDAL, R. A. Inibidores de EPSPS. In: VIDAL, R. A.; MEROTTO JR., A. (Eds.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: 2001. p. 37-45.
- VIEIRA, R. G. et al. Fitointoxicação por herbicidas em áreas de reflorestamento de teca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006. Brasília, **Resumos...** Brasília: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2006. p. 450.
- XAVIER, A. A. et al. Infection of resistant and susceptible *Eucalyptus grandis* genotypes by urediniosporos of *Puccinia psidii*. **Aust. Plant Pathol.**, v. 30, p. 277-281, 2001.
- WYSS, G. S.; MULLER-SCHARER, H. Effects of selected herbicides on the germination and infection process of *Puccinia lagenophora*, a biocontrol pathogen of *Senecio vulgaris*. **Biol. Control.**, v. 20, p. 160-166, 2001.
- YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Respostas de cultivares de algodoeiro a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n.4, p. 627-633, 2005.
- YAMASHITA, O. M. et al. Deriva de glyphosate em mudas de varjão (*Parkia multijuga*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2006. p. 449.

