

Trocas gasosas em picão-preto e trapoeraba após aplicação de subdoses de glyphosate

Ricardo de Andrade Silva^{1,2}, Sylvana Naomi Matsumoto³, Luan Santos de Oliveira⁴, Mirlene Nunes de Oliveira⁵, Josué Júnior Novaes Ladeia Fogaça⁶.

Resumo: Objetivou-se com este trabalho verificar o efeito de subdoses de glyphosate na fotossíntese, transpiração e condutância estomática de plantas de *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*. O experimento foi realizado na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em casa de vegetação e em vasos, organizados num delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições num esquema fatorial 7 x 2 (sete doses do herbicida glyphosate, 0, 0,45, 0,90, 1,35, 1,80, 2,25 e 2,70 g e.a. ha⁻¹ e duas espécies vegetais). Foram avaliadas a fotossíntese, transpiração e condutância estomática, sendo os dados obtidos submetidos a análise de variância da regressão. As subdoses de glyphosate influenciaram no comportamento das variáveis, havendo aumento na taxa fotossintética e condutância estomática, diminuição na transpiração, variando em função da época de avaliação.

Palavras-chave: dose-resposta, plantas daninhas, herbicida, subdoses.

Gas exchange in beggar tick and dayflower after application of low doses of glyphosate

Abstract: The objective of this work was to verify the effect of sublethal glyphosate in photosynthesis, transpiration and stomatal conductance of *Bidens pilosa* and *Commelina benghalensis*. The experiment was conducted at the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, in the greenhouse and in pots, arranged in a completely randomized design with four replications in a factorial 2 x 7 (seven doses of the herbicide glyphosate, 0, 0.45, 0.90, 1.35, 1.80, 2.25 and 2.70 g ha⁻¹ and two species). We evaluated the photosynthesis, transpiration and stomatal conductance, and the data submitted to analysis of variance of the regression. Reduced

¹ Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor.

² Eng. Agr. Mestrando na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB, Rua Pará nº 2280, Mimoso I, CEP: 47850-000, Luís Eduardo Magalhães, BA – Brasil. (ricardo_deandrade@yahoo.com.br).

³ Eng. Agr. Professora Doutora na escola de agronomia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista – Brasil.

⁴ Graduando em Agronomia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

⁵ Graduanda em Agronomia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

⁶ Eng. Agr. Mestrando na Universidade do Estado da Bahia.

rates of glyphosate influenced the behavior of the variables, with increased photosynthetic rate and stomatal conductance, decreased sweating, varying depending on the time of evaluation.

Keywords: dose-response, herbicide, weeds, low doses.

Introdução

O efeito dose-resposta é estudado em diversas áreas das ciências, sendo tema de intensivos debates entre toxicologistas, pois, atualmente a base de conhecimentos é estabelecida por estudos em que o foco ainda suscita muitas dúvidas, devido o foco dos principais estudos estarem diretamente relacionados aos organismos e processos alvos (VELINI et al., 2008).

Demandando assim, nos sistemas agrícolas, o estudo de organismos não alvos, como as plantas daninhas. A interferência por plantas daninhas nas lavouras é um fator limitante à produção (RIZZARDI et al., 2003) é importante conhecer o comportamento das principais plantas daninhas (VISMARA, OLIVEIRA e KARAM, 2007) quando tratadas com baixas dosagens de herbicidas, dentre as principais plantas daninhas estão o picão-preto e a trapoeraba.

Cerdegreen (2008) mencionam que subdoses de herbicidas podem melhorar o rendimento das culturas, aumentando biomassa e produtividade. Silva et al. (2009) observaram aumento de proteína ao utilizarem subdoses dos herbicidas oxifluorfen, dalapon, bromoxinil e terbacil em plantas de aveia e centeio, maior resistência a patógenos na cultura da soja e crescimento em plantas de trigo. No entanto, necessita-se estudar a influencia das subdoses nos processos fisiológicos dos vegetais, para isso, os herbicidas sistêmicos são os mais utilizados, dentre estes o glyphosate é o principal.

Devido ao modo de ação do glyphosate estar diretamente relacionado a um importante processo de síntese de aminoácidos, este tem sido frequentemente utilizado em estudos sobre hormese em plantas. Quando aplicado em subdosagens pode apresentar efeito estimulante ao crescimento (CERDEGREEN e OLESEN, 2009). O N-fosfometil glicina é um herbicida não seletivo, sistêmico de rápida absorção e transporte na planta, móvel no floema, pode ser absorvido nas raízes por meio da via simplástica e apoplástica (YAMADA e CASTRO, 2007). Uma vez absorvido é transportada para as zonas de crescimento, atuando na inibição da síntese da enzima EPSPs situada na rota do ácido chiquímico, especificamente na síntese de aminoácidos essenciais às plantas (ZABLOTOWICZ e REDDY, 2004).

Yamada e Castro (2007) afirmam que o glyphosate interfere diretamente na formação de composto essenciais a planta, como antocianinas, ligninas, promotores e inibidores de crescimento. Quando usado em baixas doses de glyphosate têm demonstrado que o aumento de crescimento é apenas uma das respostas da planta em função da aplicação. O aumento da

biomassa (10 a 25% do peso seco) ocorre na primeira quinzena após a aplicação, sugerindo que para a ocorrência do aumento deva ocorrer elevação na fotossíntese ou diminuição na respiração das plantas em resposta às subdoses do herbicida (CEDERGREEN e OLESEN, 2009). No entanto, para Purrington e Bergelson (1999) relatam que é teoricamente improvável que haja diminuição na respiração, pois os mecanismos de desintoxicação da planta são exigentes em energia; assim a aplicação de baixas dosagens de herbicidas tende a aumentar a respiração.

Em plantas tratadas com baixas dosagens do herbicida, observa-se aumento na fixação de carbono e condutância estomática em resposta a elevação na quantidade de estômatos no mesófilo foliar. A elevação do número de estômatos na epiderme é regulada primariamente por hormônios vegetais responsáveis pelo crescimento das plantas, sendo esta uma possível explicação para aumento no crescimento (FLEXAS et al., 2008).

Sarkey et al. (2007) observaram aumento na atividade da rubisco em plantas que receberam doses baixas de glyphosate, o aumento da atividade dessa enzima possibilitou maior fixação de carbono. A intensa atividade da enzima ribulose-bifosfato carboxilase/oxigenase diminui a inibição do feedback de açúcares na atividade de carboxilação. Esse aumento na atividade enzimática, no número de estômatos e na condutância estomática aumentam a absorção de luz e a saturação fotossintética de CO₂, alterando a relação fonte-dreno em benefício à fonte.

Face ao esboço, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de subdoses de glyphosate na fotossíntese, transpiração e condutância estomática de plantas de *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em 2012, em casa de vegetação, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *campus* de Vitória da Conquista - Bahia. O município está localizado na Região Sudoeste do Estado, Microrregião do Planalto de Conquista, localizada a 900 m de altitude, temperatura média de 20,7 °C e precipitação média anual de 733,9 mm.

O estudo foi composto por duas espécies vegetais, a Trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e plantas de Picão-preto (*Bidens pilosa*). As sementes de *C. benghalensis* foram escarificadas quimicamente com ácido sulfúrico (98%), sendo imersas as sementes por dois minutos, as sementes de picão-preto não passaram por tratamento condicionante a emergência.

A semeadura foi realizada em setembro de 2012 e a emergência para plantas ocorreu aos 20 dias após a semeadura. As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade para cinco litros, contendo solo retirado da camada arável da área de pesquisa da UESB.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizados, com quatro repetições, constituindo um esquema fatorial 7 x 2, compostos por sete subdoses de glyphosate (0, 0,45, 0,90, 1,35, 1,80, 2,25 e 2,70 g e.a. ha⁻¹) e duas espécies vegetais. Cada parcela foi constituída por quatro vasos, contendo duas plantas em cada. Foram realizadas adubações com 2,5 g por vaso, com fórmula 4-14-8 de NPK, aos 10 e 30 dias após a emergência.

A aplicação do glyphosate ocorreu quando as plantas apresentavam 15 cm de comprimento de caule. A aplicação foi feita com um pulverizador costal pressurizado a CO₂ (2 kgf. cm⁻²) e acoplado a uma barra contendo duas pontas de jato plano 110.02 VS, com consumo de calda equivalente a 150 L ha⁻¹, a aplicação foi realizada na parte da manhã, com ventos de 3,8 km h⁻¹ e temperatura ambiente de 25 °C.

As avaliações ocorreram aos 20 e 30 dias após a aplicação (DAA), procedendo da seguinte forma, para trocas gasosas entre folha e atmosfera: As leituras foram realizadas na primeira folha totalmente expandida, no sentido basípeta, com medida de comprimento mínimo de 2,5 cm. Foi utilizada uma câmara para folhas de dicotiledôneas acopladas a um analisador de gases no infravermelho, em sistema aberto, modelo LC-Pro, ADC, EUA. Para as leituras, foi utilizada uma fonte de luz dicróica na parte superior da câmara de modo a manter um fluxo de 1000 µmols de fótons m⁻² s⁻¹.

Os dados foram submetidos a uma análise de variância bifatorial, e as médias comparadas pelo teste F e análise de variância da regressão através do software SigmaPlot 12.0. Com a finalidade de melhor explorar as interferências ocasionais nas plantas daninhas em geral, são discutidas apenas as médias gerais, uma vez que a distinção entre espécies proporcionam médias nas quais estariam englobadas as principais plantas daninhas dos cultivos brasileiros.

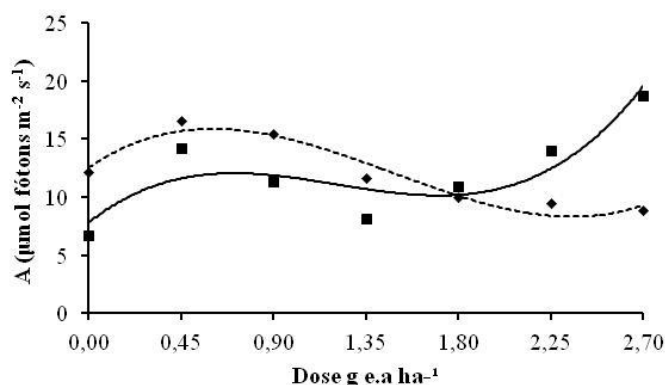
Resultados e Discussão

Para as duas avaliações, realizadas aos 20 e 30 dias após aplicação do glyphosate (DAA), foi delineado o modelo polinomial de terceira ordem para a relação entre fotossíntese líquida (A) e as doses aplicadas. Apesar da definição de modelos semelhantes, amplitude de variação de A verificada aos 30 DAA (taxa mínima de 7,8071 µmol fótons m⁻² s⁻¹ e taxa máxima 19,5755 µmol fótons m⁻² s⁻¹) foi superior em relação aos 20 DAA (taxa mínima de 8,3316 µmol fótons m⁻² s⁻¹ e taxa máxima 15,8667 µmol fótons m⁻² s⁻¹). Os resultados obtidos revelam que, há uma distinção na tendência de comportamento entre as datas avaliadas a partir do ponto de intersecção (1,7874 g e.a ha⁻¹). Aos 30DAA, as médias se elevaram e aos 20DAA essas diminuíram em função da elevação de doses do herbicida (Figura 1).

Os efeitos considerados deletérios ou fitotóxicos são caracterizados por necroses intensas, amarelecimento e abscisão de folhas, principalmente na porção basal das plantas (MELHORANÇA FILHO et al., 2011). Para o presente estudo, nas plantas submetidas às maiores doses de glyphosate, foi verificada abscisão precoce das folhas, seguida de emissão de novos tecidos, a partir dos 20DAA. Desta forma, a avaliação realizada aos 30DAA caracterizou o comportamento de folhas emitidas após a degradação do produto pela planta.

A ação dos herbicidas como fonte de alteração na fotossíntese é muito controverso e sem consenso na comunidade científica. Torres et al. (2012) estudaram diversas moléculas e não observaram diferença entre tratamentos e testemunha. Bastiani et al. (2000) observaram efeitos semelhantes aos verificados no presente estudo, com a aplicação de glyphosate em *Bidens pilosa*, entretanto, efeito divergente foi verificado para *B. plantaginea*. Carvalho et al. (2013) observaram comportamento divergente entre duas cultivares de soja para a relação entre fotossíntese líquida e aumento da dose de glyphosate, demonstrando que o efeito hormético está condicionado às variações climáticas e às características intrínsecas de cada organismo.

Figura 1 - Fotossíntese líquida (A), interação entre espécies (*Commelina benghalensis* e *Bidens pilosa*) e subdoses de glyphosate aos 20 e 30DAA



$$\blacksquare \text{ 30DAA: } \hat{y}^{**} = 7,807 + 13,902x - 13,905x^2 + 3,8409x^3 \quad R^2 = 0,81$$

$$\blacklozenge \text{ 20DAA: } \hat{y}^{**} = 12,543 + 12,037x - 12,523x^2 + 2,8227x^3 \quad R^2 = 0,92$$

**Significativo, a 1% de probabilidade, pela análise de variância de regressão.

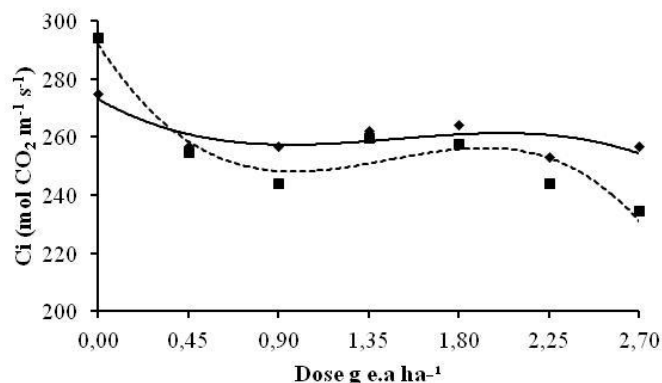
Para as avaliações, realizadas aos 20 e 30 dias após aplicação do glyphosate (DAA), foi delineado o modelo polinomial de terceira ordem para a relação entre concentração interna de CO_2 (C_i) e as doses aplicadas. Apesar da definição de modelos semelhantes, a amplitude de variação de C_i verificada aos 30 DAA (taxa mínima de $231,01 \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ e taxa máxima $291,10 \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$) foi superior em relação aos 20 DAA (taxa mínima de $254,75 \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ e taxa máxima $272,49 \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$). Os resultados obtidos para C_i revelam que, para as avaliações realizadas aos 20 e 30DAA, há um decréscimo nas médias à medida que são

aumentadas as doses de glyphosate, havendo distinção na tendência de comportamento entre as datas avaliadas a partir do ponto de intersecção ($0,37 \text{ g e.a ha}^{-1}$), onde as médias aos 30DAA passam a ser inferiores aos 20DAA, em função da elevação de doses do herbicida (Figura 2).

Os resultados obtidos aos 20DAA corroboram com Carvalho et al.(2013), estes observaram que à medida que foi aumentada as subdoses de glyphosate a *Ci* nas variedades de café Catuaí Amarelo, Topázio e Mean diminuíram, isso aos 15 DAA. No entanto, aos 45DAA os mesmo observaram aumento na *Ci*, evidenciando que inicialmente a *Ci* diminui em função da aplicação do herbicida, porém após um período de tempo há a retomada no crescimento da *Ci*. Ometto et al. (2006) explicam que a *Ci* é uma característica fisiológica dependente de condições edáficas, disponibilidade de água e luz, porém a concentração no mesofilo é característica de cada espécie.

Aspiazú et al. (2010) verificaram que picão-preto possui menor *Ci* que a trapoeraba, e que a mesma possui menor capacidade de metabolização de CO_2 que a *C. benghalensis*, e como estratégia aumentar a fotossíntese a *Tf* é aumentada, forçando a abertura estomática para consumo do CO_2 no mesofilo, principalmente em condições estressantes, como é o caso da aplicação de herbicidas.

Figura 2 - Concentração interna de CO_2 (*Ci*), interação entre espécies (*Commelina benghalensis* e *Bidens pilosa*) e subdoses de glyphosate aos 20 e 30DAA



■ 30DAA: $\hat{y}^{**}=292,1-108,48x+83,538x^2-19,165x^3$ $R^2=0,90$

◆ 20DAA: $\hat{y}^{**}=273,07-39,068x+30,023x^2-6,7185x^3$ $R^2=0,65$

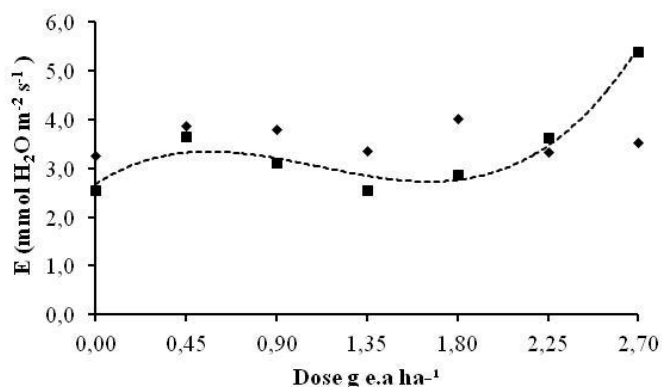
**Significativo, a 1% de probabilidade, pela análise de variância de regressão.

Para a transpiração (E), aos 30DAA, foi delineado um modelo polinomial de terceira ordem cúbico, no entanto, não foi possível ajustar um modelo representativo para a avaliação dos 20DAA. Aos 30DAA, foi observada uma amplitude de $1,62 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (taxa mínima de E de $2,91 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na dose de $0,00 \text{ g e.a ha}^{-1}$ e taxa máxima de $4,53 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na dose de $2,70 \text{ g e.a ha}^{-1}$). Apesar dos pontos de máxima ocorrer para as doses mais elevadas, não houve intervalo em que os valores sejam inferiores a testemunha (Figura 3). Verificou-se também que o efeito das doses glyphosate sobre a E não manifesta comportamento definido na avaliação aos 20DAA, comportamento contrário ao observado aos 30DAA, assim à medida que o glyphosate é degradado na planta a E se eleva.

Os resultados observados, aos 20DAA, não corroboram com as afirmações feitas por Abreu et al. (2008) e Pereira et al. (2010), esses afirmam que a aplicação de herbicidas inibidores de EPSPs tende a diminuir a transpiração através da inibição de aminoácidos essenciais, triptofano e desbalanceamento metabólico.

Pereira et al. (2010) e Lemos et al. (2012) observaram efeitos divergentes aos observados para a aplicação aos 30DAA, porém os autores não consideram o efeito da rebrota nas plantas, efeito marcante nesse experimento, havendo aumento médio de 86% no número de folhas e a triplicação do número de perfilhos em *C. benghalensis*, quando comparada a avaliação dos 20DAA com a dos 30DAA. Esse comportamento explica o aumento na E e G_s nas doses mais elevadas, aos 30DAA, pois segundo Brodribb e Hill (2003) a transpiração está intimamente relacionada com a abertura e o fechamento estomática, alterando o estado hídrico da planta, uma vez que tecidos novos apresentam alta transpiração

Figura 3 - Transpiração (E), interação entre espécies (*Commelina benghalensis* e *Bidens pilosa*) e subdoses de glyphosate aos 20 e 30DAA



■ 30DAA: $\hat{y}^{**}=2,6781+2,6458x-3,1405x^2+0,9419x^3$ $R^2=0,95$

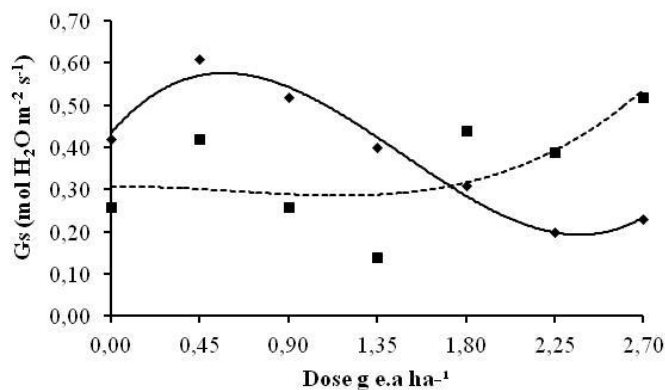
◆ 20DAA: $\hat{y}=\hat{y}=12$

**Significativo, a 1% de probabilidade, pela análise de variância de regressão.

Na variável condutância estomática (G_s), foi ajustado um modelo polinomial de terceira ordem para as avaliações dos 20 e 30DAA de glyphosate (Figura 4). O comportamento das tendências mesmo para modelos de mesma ordem tem direções opostas, aos 20DAA a amplitude de variação de G_s (taxa máxima de G_s em 0,49 g e.a ha⁻¹ e taxa mínima na dose de 2,67 g e.a ha⁻¹) foi inferior a verificada aos 30DAA (taxa máxima de G_s em 2,70 g e.a ha⁻¹ e taxa mínima na dose de 1,2973 g e.a ha⁻¹). Os resultados verificados para a condutância estomática revelam que, há um ponto de intersecção (1,7123 g e.a ha⁻¹) entre as datas de avaliação, aos 20DAA as médias decrescem e aos 30DAA se elevam em função do aumento na dose de glyphosate.

A variação no comportamento das tendências de G_s pode estar associada à variação na transpiração. TAIZ e ZEIGER (2004) citam que a o fechamento estomático está diretamente relacionado com a transpiração e que a G_s controla a entrada de saída de água e CO₂ dos estômatos, uma vez que os estômatos fechados há diminuição na transpiração. Essas alterações na G_s foram registradas por PEREIRA et al. (2008) e MACHADO et al. (2010) em plantas de eucalipto, no entanto ambos relatam que esses resultados então interligados com a transpiração e temperatura foliar.

Figura 4 - Condutância estomática (G_s), interação entre espécies (*Commelina benghalensis* e *Bidens pilosa*) e subdoses de glyphosate aos 20 e 30DAA



■ 30DAA: $\hat{y}^{**}=0,3062+0,0104x-0,0629x^2+0,0335x^3$ $R^2=0,52$

◆ 20DAA: $\hat{y}^{**}=0,434+0,5372x-0,5802x^2+0,1311x^3$ $R^2=0,97$

**Significativo, a 1% de probabilidade, pela análise de variância de regressão.

Conclusão

A fotossíntese e a condutância estomática são amplamente influenciadas pela aplicação de subdoses de glyphosate, sendo a época de avaliação um fator preponderante para a observação dos resultados, diminuição das taxas fotossintéticas à medida que a dose é aumentada aos 20DAA e elevação constante aos 30DAA.

A concentração interna de CO₂ é negativamente afetada pelo uso de subdoses de glyphosate, enquanto, a transpiração é potencializada, a partir dos 30DAA.

Referências Bibliográficas

- ABREU, A.B.G.; MATTA, M.H.R.; MONTAGNER, E. Desenvolvimento e validação de métodos de análise de glifosato em grãos de soja. **Química Nova**, v. 31, n. 1, p. 5-9, 2008.
- ASPIAZÚ, I.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO JR., J.I.; SILVA, A.A.; CONCENCO, G.; GALON, L.V; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.F.; BORGES, E.T.; ARAUJO, W.F. Eficiência fotosintética y de uso del agua por malezas. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 87-92, 2010.
- BASTIANI, M.L.R.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; CARDOSO, A.A. Influência de chuva simulada após aplicação de herbicidas em pós-emergência, sobre o controle de plantas daninhas, em solo com dois níveis de umidade. **Planta Daninha**, v. 18, n. 1, p. 57, 2000.
- BRODRIBB, T.J.; HOLBROOK, N.M. Stomatal closure during leaf dehydration, correlation with other leaf physiological traits. **Plant Physiology**, v. 132, n. 4, p. 2166-2173, 2003.

CARVALHO, F.P.; FRANÇA, A.C.; LEMOS, V. T.; ALVES FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A. Photosynthetic activity of coffee after application of glyphosate subdoses. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 35, n. 1, p. 109-115, Jan.-Mar. 2013.

CEDERGREEN, N. Herbicides can stimulate plant growth. **Weed Res.** 48, 429–438, 2008.

CEDERGREEN, N.; OLESEN, C. F. Can glyphosate stimulate photosynthesis? **Pesticide Biochemistry and Physiology**. 96, 140–148, 2009.

FLEXAS, J.; RIBAS-CARBÓ, M.; DIAZ-ESPEJO, A.; GALMES, J.; MEDRANO, H. Mesophyll conductance to CO₂: current knowledge and future prospects. **Plant Cell Environ.** v. 31, p. 602–621, 2008.

LEMOS, J.P.; GALVÃO, J.C.C.; SILVA, A.A.; FONTANETTI, A.; CORRÊA, M. L.P.; CECON, P.R. Morfofisiologia de plantas de milho em competição com picão-preto e trapoeraba submetidas a roçada. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 487-496, 2012.

MACHADO, A.F.L.; FERREIRA, L.R.; SANTOS, L.D.T.; FERREIRA, F.A.; VIANA, R.G.; MACHADO, M.S.; FREITAS, F.C. L. Eficiência fotossintética e uso da água em plantas de eucalipto pulverizadas com glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 2, p. 319-327, 2010.

MELHORANÇA FILHO, A.L.; MARTINS, D.; PEREIRA, M.R.R.; ESPINOSA, W. R. Efeito de subdoses de glyphosate sobre a germinação de sementes das cultivares de soja RR e convencional. **Bioscience. Journal**. Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 686-691, Sept./Oct. 2011

OMETTO, J.P.H.B.; EHRLINGER, J.R.; DOMINGUES, T.F.; ISHIDA, F.Y.; BERRY, J.; HIGUCHI, N.; FLANAGAN, L.; MAZZI, E.; NARDOTO, G.; MARTINELLI, L.A. The stable carbon and nitrogen isotopic composition of vegetation in tropical forests of the Amazon Basin, Brazil. **Biogeochemistry**, v. 79, p. 251-274, 2006.

PEREIRA, M.R.R.; RODRIGUES, A.C.P.; COSTA, N.V.N.; KLAR, A.E.; MARTINS, D.; SILVA, M.R. Taxa transpiratória, resistência estomática e temperatura de folhas de plantas de

eucalipto sob influência da deriva do glyphosate In: CONGRESSO DE PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2008. CD ROM.

PEREIRA, M.R.R.; SOUZA, G.S.F.; MARTINS, D.; MELHORANÇA FILHO, A.L.; KLAR, A.E. Respostas de plantas de *Eleusine indica* sob diferentes condições hídricas a herbicidas inibidores da ACCase. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, n. 2, p. 397-404, 2011.

PURRINGTON, C. B.; BERGELSON, J. Exploring the physiological basis of costs of herbicide resistance in *Arabidopsis thaliana*, **Am. Nat.** 154, p.82–91, 1999.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; MUNDSTOCK, C. M.; BIANCHI, M. A. Perdas de rendimento de grãos de soja causadas por interferência de picão-preto e guaxuma. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.4, p.621-627, 2003.

SHARKEY, T. D.; BERNACCHI, C. J.; FARQUHAR, G. D.; SINGSAAS, E. L. Fitting photosynthetic carbon dioxide response curves for C-3 leaves. **Plant Cell Environ.** v. 30, p. 1035–1040, 2007.

SILVA, M. A.; ARAGÃO, N. C.; BARBOSA, M. A.; JERONIMO, E. M.; CARLIN, S. D. Efeito hormótico de glyphosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.4, p.973-978, 2009

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. En Taiz y Zeiger 3ª ed. Artmed. Porto Alegre, Brasil. 2004, p. 449-484.

TORRES, L.G.; FERREIRA, E.A.; ROCHA, P.R.R.; FARIA, A.T.; GONÇALVES, V.A.; GALON, L.; SILVA, A.F.; SILVA, A.A. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 581-587, 2012.

VELINI, E. D.; ALVES, E.; GODOY, M. C.; MESCHÉDE, D. K.; SOUZA, R. T.; DUKE, S. O. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Manag Sci**, 64:489–496, 2008.

VISMARA, L. S.; OLIVEIRA, V. A.; KARAM, D. Revisão de modelos matemáticos da dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas em agrossistemas. **Planta daninha** [online], vol.25, n.1, pp. 1-11, 2007.