

## EFEITO DA DERIVA DE GLYPHOSATE EM CULTIVARES DE CAFÉ<sup>1</sup>

Felipe Paolinelli de Carvalho<sup>2</sup>; Moises de Avelar<sup>3</sup>; Ademilson de Oliveira Alecrim<sup>3</sup>; Juliano Miari Corrêa<sup>3</sup>; Bruna Pereira de Souza<sup>3</sup>; Lilian Alves de Carvalho Reis<sup>2</sup>; André Cabral França<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado CNPq e FAPEMIG

<sup>2</sup> Mestrando em Produção Vegetal (PPGPV/UFVJM) – Diamantina/MG - felipepaolinelli@yahoo.com.br; lilian\_reis@ymail.com

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia – UFVJM – Diamantina/MG - moiseslagoa@yahoo.com.br; ademilsonfederal@hotmail.com; julianomiari@gmail.com; bruninha\_udi@hotmail.com

<sup>4</sup> Professor UFVJM – Diamantina/MG - cabralfranca@yahoo.com.br

**RESUMO:** Avaliaram-se, neste trabalho, os efeitos do glyphosate sobre o crescimento de dois cultivares de café de crescimento distinto. Utilizou-se o esquema fatorial (2 x 5) em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos compostos por dois cultivares de café (*Coffea arabica* L.): Catucaí Amarelo (2 SL) com internódios curtos e Acaíá (IAC 474/19) com internódios longos e, cinco doses de glyphosate (0, 57,6; 115,2; 230,4 e 460,8 g ha<sup>-1</sup>). O herbicida foi aplicado quando as plantas de café apresentavam 44 e 52 cm de altura, referentes à Catucaí e Acaíá, respectivamente. Aos 10, 45 e 120 dias após a aplicação (DAA) do glyphosate, avaliou-se a percentagem de intoxicação das plantas, atribuiu-se o valor de 100% às plantas que não receberam tratamento com glyphosate. Os sintomas de intoxicação nas plantas de café causados pelo glyphosate foram caracterizados por clorose e estreitamento do limbo foliar nos dois cultivares estudados. Todavia, sintomas mais severos foram verificados no cultivar Acaíá, a partir de 10 DAA, como necrose de folhas mais novas da parte mediana da planta. Conclui-se que o cultivar Acaíá é menos tolerante ao glyphosate, quando comparada à Catucaí, pois, esse cultivar apresentou maior intoxicação que Catucaí quando submetidas ao tratamento com o herbicida.

**Palavras-Chave:** *Coffea arabica*, herbicida, EPSPs e toxidez.

## TOXIC EFFECT OF GLYPHOSATE DRIFT OF COFFEE CULTIVARS

**ABSTRACT:** It was assessed in this study, the effects of glyphosate on the growth of two coffee species distinct growth. We used a factorial (2 x 5) in a randomized block design with four replications, with treatments consisting of two coffee species (*Coffea arabica* L.): Catucaí Yellow (2 SL) with short internodes and Acaíá (IAC 474/19) with long internodes, and five doses of glyphosate (0, 57.6, 115.2, 230.4 and 460.8 g ha<sup>-1</sup>). The herbicide was applied when the coffee plants had 44 and 52 cm high, and referring to Catucaí Acaíá, respectively. At 10, 45 and 120 days after application (DAA) of glyphosate, we evaluated the percentage of plant intoxication, was assigned a value of 100% of plants not treated with glyphosate. Symptoms of poisoning the coffee plants caused by glyphosate were characterized by chlorosis and narrowing of the leaf in both cultivars. However, more severe symptoms were observed in Acaíá, from 10 DAA, as necrosis of younger leaves of the middle part of the plant. We conclude that the Acaíá is less tolerant to glyphosate when compared to Catucaí, therefore, this cultivar showed higher toxicity than Catucaí when treated with herbicide.

**Key Words:** *Coffea arabica*, herbicide, toxicity and EPSPs.

## INTRODUÇÃO

O café é uma das mais importantes *commodities* internacionais da agricultura gerando cerca de US\$ 90 bilhões a cada ano e envolvendo cerca de 500 milhões de pessoas no manejo, do cultivo ao produto final de consumo (Antunes et al., 2008).

A produção brasileira na safra de 2009/2010 foi de 48,09 milhões de sacas de café, representando, em média, 36% da produção mundial. Entre os estados produtores de café, Minas Gerais se destaca como o maior produtor, com produção em torno de 25 milhões de sacas. No entanto, o parque cafeeiro brasileiro apresenta baixa produtividade, com média nacional de 24,99 sacas ha<sup>-1</sup>, safra 2009/2010 (Conab, 2010). Essa baixa produtividade deve-se, em parte, a lavouras antigas e depauperadas, deficiências nutricionais e problemas no manejo da cultura (Caixeta et al., 2008).

Dentre os principais problemas encontrados pelos cafeeiros destaca-se o manejo das plantas daninhas (Silva et al., 2008). Essas plantas têm efeito adverso na produção e no crescimento do cafeeiro através da competição pelos recursos disponíveis, ou seja, água, nutrientes e luz (Ronchi et al., 2003). Muitos cafeeiros utilizam herbicidas não seletivos como o glyphosate, empregados em aplicações dirigidas, afim de tornar o processo de controle das plantas daninhas mais eficiente e econômico (França et al., 2010b).

A eficiência da aplicação desse herbicida depende do uso de equipamentos e técnicas apropriadas que evitem o contato das gotas aspergidas com as plantas de café. Utilizam-se, para esse fim, barreiras físicas, pontas com indução de ar, adição de óleo vegetal a calda de pulverização, além de cuidados com a pressão de trabalho, altura da barra, velocidade de operação e do vento (Costa et al., 2007). Contudo, apesar de todos os cuidados com a tecnologia de

aplicação são constatados casos de intoxicação de plantas de café devido à dispersão das gotas pelo vento das plantas alvo, as plantas daninhas, em sentido as plantas não-alvo, intoxicando-as, efeito denominado deriva (Ronchi & Silva, 2004; Costa et al., 2007).

Wolf et al. (1992) demonstraram que o movimento de herbicidas das plantas alvo para as plantas não-alvo durante uma aplicação pode variar de 1 a 10% do equivalente aplicado. Em virtude da intoxicação das plantas promovida pela deriva de produtos não seletivos. Para desenvolver estudos sobre a intoxicação utiliza-se a “deriva simulada”, onde, normalmente usa-se subdoses de uma dosagem recomendada para o controle de plantas daninhas na cultura, definindo-se os tratamentos a serem empregados. Clorose e lesões nas folhas, crescimento das plantas retardado e redução da produtividade podem ser usados para qualificar e quantificar a influência das substâncias tóxicas sobre as culturas (Tuffi Santos et al., 2009).

Contudo, há carência de pesquisas que elucidam os efeitos da deriva do glyphosate sobre a intoxicação de alguns cultivares. São relatados de forma empírica por produtores que cultivares de porte alto são mais sensíveis à efeitos provocados por substâncias tóxicas, como fitotoxicidade de fungicidas, inseticidas e herbicidas e por condições climáticas adversas, como geadas e ventos fortes.

Com o objetivo de se avaliar os efeitos da deriva de glyphosate sobre o crescimento de dois cultivares de cafeeiro de crescimento distinto realizou-se este trabalho.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas dois cultivares de café (*Coffea arabica* L.): Acaiá (IAC 474/19), de porte alto, e Catucaí Amarelo (2 SL), de porte baixo. As mudas foram produzidas por semeadura direta. No estádio de cinco pares de folhas completamente expandidas foram transplantadas para vasos com capacidade de 15 L de substrato composto por solo peneirado e esterco de curral curtido (3:1). Para fornecimento de  $P_2O_5$ , utilizou-se superfosfato simples (150 g vaso<sup>-1</sup>), além de calcário dolomítico. Aos vasos adicionou-se cloreto de potássio (51,72 g vaso<sup>-1</sup>) e uréia (11,36 g vaso<sup>-1</sup>), parcelados aos 30 e 60 dias após o transplantio (Guimarães et al., 1999).

O experimento foi instalado em esquema fatorial (2 x 5), com dois cultivares de café e cinco doses de glyphosate, no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. As doses testadas foram: 0,0; 57,6; 115,2; 230,4 e 460,8 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate, respectivamente correspondentes a 0,0; 4,0; 8,0; 16,0 e 32,0% da dose comercialmente recomendada (1.440 g ha<sup>-1</sup>). A parcela experimental foi constituída de um vaso, contendo uma planta.

Aos 120 dias após o plantio, quando as plantas apresentavam altura média de 44 e 52 cm, para Catucaí e Acaiá, respectivamente, realizou-se a pulverização de modo a não atingir o terço superior das plantas. Foi utilizado um pulverizador costal, pressurizado a CO<sub>2</sub>, calibrado na pressão constante de 250 kPa, munido com barra com duas pontas de pulverização tipo leque (TT 11002), espaçadas a 50 cm entre si, o que proporcionou aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. No reservatório de água, adicionou-se um corante hidrossolúvel vermelho na calda de pulverização, na concentração de 5 mL L<sup>-1</sup>. Em seguida, distribuiu-se etiquetas de papel cartão (2,5 x 7,5 cm), fixando-as em todas as folhas completamente desenvolvidas de quatro plantas dos dois cultivares trabalhadas. A aplicação foi realizada passando-se a barra de pulverização rente ao topo das plantas. Após aplicação, as etiquetas foram imediatamente digitalizadas por câmera digital, para posterior análise no programa computacional Image Tool<sup>®</sup> 3.0 (Viana et al., 2007). Determinaram-se a densidade de gotas (gotas cm<sup>-2</sup>) e a percentagem de cobertura, de quatro etiquetas posicionadas nos pontos cardeais da planta. Cada planta foi dividida em região apical, mediana superior, mediana inferior e basal.

No dia seguinte ao teste preliminar, aplicou-se o herbicida sobre as plantas de café, com pulverizador na mesma calibração, aferindo-se a temperatura (25,3°C ± 1), a umidade relativa (80% ± 3) e a velocidade do vento (2 km h<sup>-1</sup>).

Avaliou-se a percentagem de intoxicação das plantas de café pelo glyphosate em relação a testemunha aos 10, 45 e 120 dias após a aplicação (DAA), empregando-se a escala de 0 a 100%, em que, 0 corresponde a ausência de sintomas visíveis e 100% à morte das plantas (Frans, 1972).

Para a interpretação dos dados, empregou-se a análise de variância utilizando-se o teste F ( $p \leq 0,05$ ). Verificada a significância estatística da interação realizou-se o seu desdobramento, empregando o teste F a 5% de probabilidade para as comparações entre cultivares e análise de regressão para doses de glyphosate.

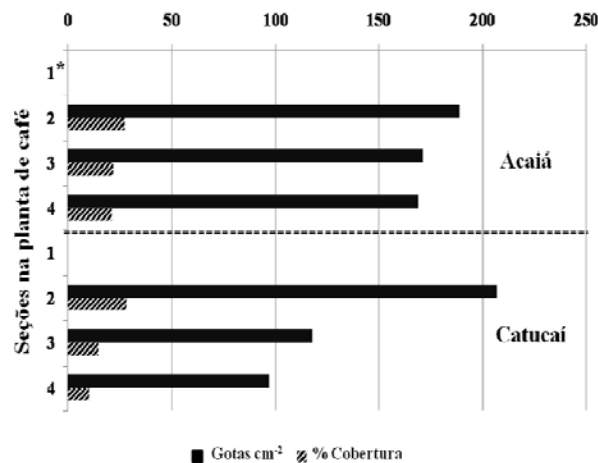
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável estudada percentagem de intoxicação observou-se interações significativas entre os fatores testados (cultivares x doses).

Observou-se na figura 1, variação na densidade de gotas (gotas cm<sup>-2</sup>) e na percentagem de cobertura entre os cultivares de café. A melhor distribuição das gotas ao longo das plantas ocorreu no cultivar Acaiá. Nesse cultivar a densidade de gotas e a percentagem de cobertura para as seções das plantas compreendidas pelos números 2 (mediana superior), 3 (mediana inferior) e 4 (basal) foram de 189, 171 e 169 gotas cm<sup>-2</sup> e, 27,09%, 22,04% e 21,16% respectivamente. Já o cultivar Catucaí, apresentou nas mesmas seções, 207, 118 e 97 gotas cm<sup>-2</sup> e, 28,19%, 14,65% e 10,65%, respectivamente. A melhor distribuição das gotas ao longo das seções das plantas, verificado no cultivar Acaiá, deve-se, possivelmente, ao maior comprimento dos internódios. Devido a maior distância entre as folhas foi facilitado o

contato das gotas aspergidas com as etiquetas de papel fixadas. De modo inverso, no cultivar Catucaí, houve grande deposição de gotas nas folhas contidas na seção mediana superior (2), em comparação as folhas das outras partes da planta. Isso pode ter ocorrido devido à pequena distância entre as folhas, ficando-as sobrepostas e diminuindo a superfície de contato com as gotas aspergidas.

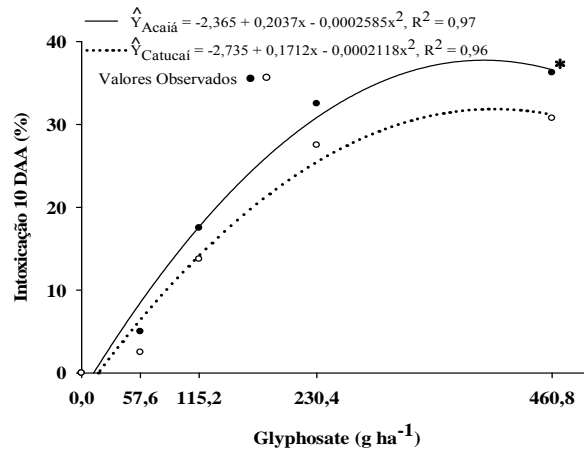
A tolerância diferencial de plantas ao glyphosate pode ser devida a diferenças na interceptação, absorção e translocação até o sítio de ação com a inibição da enzima-alvo, a 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), além da dose do produto. Isso promove uma maior tolerância nas espécies que possuem mecanismos que dificultem o contato e absorção das gotas pelas folhas, como tricomas, estruturas anatômicas das superfícies foliares (camada espessa de cera e densidade estomática) e sobreposição de folhas (Monqueiro et al., 2004). Tuffi Santos et al. (2006b) observaram que a espécie *Eucalyptus resinifera* foi mais tolerante ao glyphosate que *E. grandis*, *E. pellita*, *E. urophylla* e *E. saligna*. *E. resinifera*. França et al. (2010a) trabalhando com três cultivares de café, constataram diferença entre cultivares quanto a sensibilidade ao glyphosate, podendo ter explicação pela base genética dos cultivares, pois os cultivares mais tolerantes se originaram de cruzamentos interespecíficos (*Coffea arabica* e *Coffea canephora*). Trabalhando com 2,4-D em simulação de deriva, Ronchi et al. (2005) observaram que houve relação direta entre as injúrias nas plantas de café e o aumento das doses aplicadas, quando da aplicação do herbicida na porção inferior das plantas (“saia-do-cafeeiro”). Isso ocorreu possivelmente, devido a maior área foliar que recebeu o produto após a simulação da deriva.



**Figura 1** – Médias da densidade de gotas (gotas cm<sup>-2</sup>) e porcentagem de cobertura verificadas de pontas jato plano (TT11002), aplicadas em etiquetas de papel cartão e fixadas nas folhas de dois cultivares de café, dispostas em quatro seções da planta. (\*1 – apical, 2 – mediana superior, 3 – mediana inferior, 4- basal).

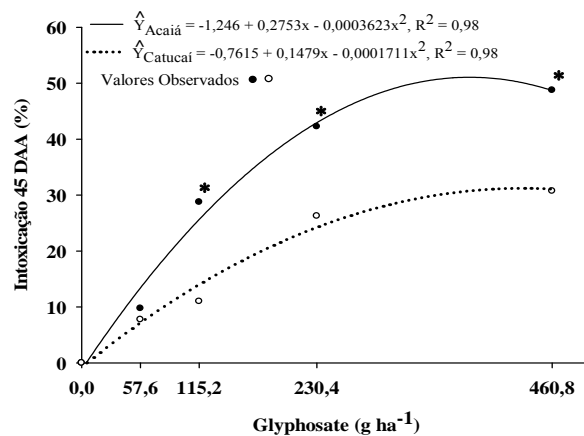
As plantas tratadas com glyphosate, independente do cultivar, apresentaram sintomas de clorose e estreitamento do limbo foliar, principalmente, nas regiões meristemáticas, a partir do sétimo dia após a aplicação (DAA), sendo esses sintomas mais pronunciados nas doses superiores a 230,4 g ha<sup>-1</sup>. A clorose foliar pode ser creditada a menor síntese de clorofila, pois, o glyphosate impede de modo indireto sua formação (Tan et al., 2006), o que pode resultar em menores teores de Nitrogênio foliar, como constatado por França et al. (2010b). O cultivar Acaiaí apresentou sintomas mais severos de intoxicação como necrose após clorose foliar, a partir de 10 DAA, nas folhas mais novas da parte mediana da planta. Estes sintomas também foram encontrados em outros trabalhos com eucalipto, pêssigo e varjão (*Parkia multijuga*) submetidos à deriva de glyphosate (Tuffi Santos et al., 2009;). Contudo, diferenças, quanto a severidade dos sintomas visuais, entre cultivares de café do mesmo porte, não foram encontradas por França et al. (2010a). Porém, Gravena et al. (2009) não observaram efeitos visuais de intoxicação em *Citrus limonia* com doses até 720 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate. Carvalho et al. (2009) relataram que alguns herbicidas podem não apresentar sintomas visíveis de intoxicação, mas, podem comprometer o crescimento e o desenvolvimento das plantas pelo resto do ciclo da cultura.

Observou-se na figura 2 que o aumento da dose de glyphosate promoveu aumento da intoxicação das plantas de café, aos 10 DAA. Os dois cultivares testados seguiram uma tendência quadrática de aumento da intoxicação com o aumento das doses de glyphosate. Isso indicou que nas doses de 394 e 404,15 g ha<sup>-1</sup> do herbicida, para Acaiaí e Catucaí, respectivamente, foi observada a maior porcentagem de intoxicação havendo estabilização na intoxicação nas doses superiores.



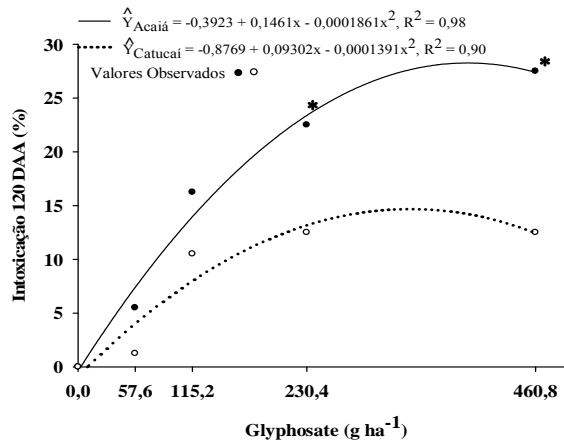
**Figura 2** – Percentagem de intoxicação de plantas de café submetidas a doses de glyphosate, aos 10 dias após a aplicação (DAA).

O aumento da dose de glyphosate promoveu maior intoxicação das plantas tratadas, nos dois cultivares, com percentuais de 48,68% e 31,06%, para Acaia e Catucaí, respectivamente, na dose de 460,8 g ha<sup>-1</sup>, aos 45 DAA (Figura 3). O cultivar Acaia, a partir da dose de 115,2 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate, diferenciou-se da Catucaí quanto à intoxicação promovida pelo herbicida.



**Figura 3** – Percentagem de intoxicação de plantas de café submetidas a doses crescentes de glyphosate, aos 45 dias após a aplicação (DAA).

De modo geral, aos 120 DAA, houve redução da intoxicação promovida pelo herbicida sobre as plantas de café, para os dois cultivares, quando comparados com as avaliações realizadas aos 10 e 45 DAA (Figura 4). Doses menores que 115,2 g ha<sup>-1</sup> proporcionaram injúrias quase imperceptíveis nas plantas, principalmente para Catucaí. Corroborando estes valores, França et al. (2010a) observaram recuperação das plantas aos 120 DAA, com queda do nível de intoxicação das plantas tratadas com glyphosate. Tuffi Santos et al. (2007) observaram recuperação de plantas de eucalipto tratadas com doses menores que 172,8 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate, aos 45 DAA. A recuperação de plantas tratadas com glyphosate, principalmente em doses baixas, deve-se possivelmente, a metabolização do herbicida através de enzimas, como a glutamina-s-transferase. Essa enzima é capaz de conjugar a molécula do glyphosate com glutamina diminuindo o poder de toxidez nas plantas, conforme relatado por Cataneo et al. (2003) em plantas de milho. Essas plantas foram tratadas com doses menores que 70 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate, promovendo inicialmente injúrias nas folhas, mas retornando posteriormente ao crescimento normal da espécie.



**Figura 4** – Percentagem de intoxicação de plantas de café submetidas a doses crescentes de glyphosate, aos 120 dias após a aplicação (DAA).

## CONCLUSÕES

Conclui-se que os sintomas de intoxicação nas plantas de café dos cultivares Acaia e Catucaí causados pelo glyphosate foram clorose e estreitamento do limbo foliar e, necrose nas folhas de Acaia. O cultivar Acaia é menos tolerante ao glyphosate, quando comparado à Catucaí, isto é, plantas desse cultivar apresentam menor crescimento quando são submetidos ao tratamento com o glyphosate.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira café**. Safra 2010, quarta estimativa, Dezembro/2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 22 de março de 2011.
- ANTUNES, W. C. et al. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). **Ann. Appl. Biol.**, v. 153, n. 1, p. 33-40, 2008.
- CAIXETA, G. Z. T. et al. Gerenciamento como forma de garantir a competitividade da cafeicultura. **Informe Agropecuário**. Planejamento e gerenciamento da cafeicultura, Belo Horizonte, v. 29, n. 247, p. 14-23, 2008.
- COSTA, A. G. F. et al. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 203-210, 2007.
- FRANÇA, A. C. et al. Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 599-607, 2010a.
- FRANÇA, A. C. et al. Teores de nutrientes em cultivares de café arábica submetidos à deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 877-885, 2010b.
- GRAVENA, R. et al. Low glyphosate rates do not affect *Citrus limonia* (L.) Osbeck seedlings. **Pest. Manag. Sci.**, v. 65, n. 4, p. 420-425, 2009.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. **Cafeeiro**. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, 1999. p. 289-302.
- MONQUEIRO, P. A. et al. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004.
- RONCHI, C. P. et al. Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid applied as a herbicide on fruit shedding and coffee yield. **Weed Res.**, v. 45, n. 1, p. 41-47, 2005.
- SILVA, S. O. et al. Diversidade e frequência de plantas daninhas em associações entre cafeeiros e grevileas. **Coffee Science**, v.1, n.2, p.126-134. 2006.
- TAN, S. et al. Herbicidal inhibitors of amino acid biosynthesis and herbicide-tolerant crops. **Amino Acids**, v. 30, p. 195-204, 2006.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Leaf anatomy and morphometry in three eucalypt clones treated with glyphosate. **Braz. J. Biol.**, v. 69, n. 1, p. 129-136, 2009.
- WOLF, T. M., et al. Effect of protective shields on drift and deposition characteristics of Field sprayers. **The role of application factors in the effectiveness and drift of herbicides**. Regina, SK, Canada: Agriculture Canada Research Station, 1992. p. 29-52.
- YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. **Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agrônômicas**. INPI - International Plant Nutrition Institute, n.119, p. 1-32, 2007.

