

CRESCIMENTO E CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA PARTE AÉREA DE EUCALIPTO SOB EFEITO DA DERIVA DO GLYPHOSATE

Leonardo David Tuffi Santos¹, Cleiton Henrique de Siqueira², Nairam Félix de Barros³,
Francisco Affonso Ferreira⁴, Lino Roberto Ferreira⁴, Aroldo Ferreira Lopes Machado⁵

(recebido: 2 de junho de 2006; aceito: 28 de setembro de 2007)

RESUMO: O glyphosate freqüentemente é usado para controlar plantas daninhas em plantações de eucalipto, podendo causar intoxicação nas plantas devido à deriva, cujos sintomas, podem se assemelhar aos de deficiência de alguns nutrientes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento do eucalipto e os teores de nutrientes da parte aérea sob efeito da deriva simulada do glyphosate. Os tratamentos foram 0 (testemunha); 43,2; 86,4; 172,8; 345,6 e 691,2 g ha⁻¹ de equivalente ácido de glyphosate, aplicados 60 dias após o plantio das mudas. Aos 7, 15, 30 e 50 dias após a aplicação (DAA) avaliou-se a porcentagem de intoxicação em relação à testemunha. Aos 50 DAA, obteve-se a altura das plantas e o diâmetro do caule. Folhas da região apical e mediana de cada planta foram coletadas para determinação da concentração de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, zinco, ferro, manganês, cobre e boro. O restante da parte aérea das plantas foi colhido para determinação da massa seca. Plantas submetidas às doses de 86,4; 172,8; 345,6 e 691,2 g ha⁻¹ de glyphosate apresentaram sintomas de intoxicação pelo herbicida. Teores elevados de Ca, Mg, Fe, Mn e B, comparados à testemunha, foram encontrados em folhas de plantas submetidas às doses de 345,6 e 691,2 g ha⁻¹ de glyphosate. Os resultados indicam ausência de relação entre os sintomas de intoxicação pelo glyphosate em eucalipto com a deficiência de nutrientes, mas estudos mais específicos precisam ser conduzidos para melhor compreensão do efeito do glyphosate sobre os nutrientes do solo e nas plantas.

Palavras-chave: Herbicida, teor de nutriente, *Eucalyptus spp.*

GROWTH AND CONCENTRATION OF NUTRIENTS IN THE AERIAL TISSUE OF EUCALYPT UNDER GLYPHOSATE DRIFT EFFECT

ABSTRACT: Glyphosate is often used to control weeds in eucalypt plantation, but it may cause plant intoxication because of drift, and the symptoms may be similar to those of some nutrients lack. This study aimed to evaluate eucalypt growth and nutrients concentration in aerial tissue under effect of simulated drift of glyphosate. It was applied 0; 43.2; 86.4; 172.8; 345.6 and 691.2 g ha⁻¹ of glyphosate equivalent acid 60 days after planting. The percentage of intoxication in relation to the control was evaluated 7, 15, 30 and 50 days after application (DAA), and plant height and stem diameter were obtained 50 DAA. To determine concentration of P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Cu and B, leaves from apical and medium portion were collected in each plant, and the rest of ground tissue of the plants were used to determine dry biomass. Plants submitted to 86.4; 172.8; 345.6 and 691.2 g ha⁻¹ of glyphosate showed symptoms of intoxication by herbicide and plants submitted to 345.6 and 691.2 g ha⁻¹ showed high content of Ca, Mg, Fe, Mn and B in leaves. The results indicated that there is no relation between symptoms of intoxication by glyphosate and the lack of nutrients in eucalypt, but specific studies need to be driven for a better understanding of the effect of the glyphosate on the nutrients of the soil and in the plants.

Key words: Herbicide, Content of nutrient, *Eucalyptus spp.*

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas no estabelecimento da cultura do eucalipto no Brasil é a competição imposta por plantas daninhas, que causa redução na sobrevivência e taxa de crescimento das plantas. A interferência por

plantas daninhas em plantações de eucalipto é mais expressiva no primeiro ano após plantio da cultura (PITELLI & MARCHI, 1991), entretanto, nos casos de reinfestação o seu controle ao longo do ciclo de produção se justifica por questões de operacionalidade e ganhos na produtividade.

¹Engenheiro Agrônomo, Bolsista de Pós-Doutorado do CNPq, Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa/UFV – Av. Ph Rolfs s.n. – 36570-000 – Viçosa, MG – ltuffi@yahoo.com.br

²Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa/UFV – Av. Ph Rolfs s.n. – 36570-000 – Viçosa, MG – cleitonhs@yahoo.com.br

³Engenheiro Florestal, Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa/UFV – Av. Ph Rolfs s.n. – 36570-000 – Viçosa, MG – nfbarros@ufv.br

⁴Professores do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa/UFV – Av. Ph Rolfs s.n. – 36570-000 – Viçosa, MG – faffonso@ufv.br, lroberto@ufv.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa/UFV – Av. Ph Rolfs s.n. – 36570-000 – Viçosa, MG – aroldomachado@yahoo.com.br

A capina química é o método de controle das plantas daninhas mais adotado e o glyphosate o herbicida mais utilizado, por exercer efetivo controle de grande número de espécies daninhas mono e dicotiledôneas, perenes e anuais. Uma das vantagens do glyphosate é sua baixa toxicidade a mamíferos e à vida aquática, sendo, ainda, um produto rapidamente inativado no solo (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005). Herbicidas à base de glyphosate têm sido utilizados tanto na fase de preparo da área, como na manutenção de reflorestamento de eucalipto.

O glyphosate é um herbicida sistêmico, não seletivo e altamente solúvel em água. Seu mecanismo de ação se baseia na interrupção da rota do ácido shikímico, responsável pela produção dos aminoácidos aromáticos, tais como fenilalanina, tirosina e triptofano, que são indispensáveis para a síntese de proteínas e divisão celular e que tendo suas produções reduzidas podem provocar a morte da planta (COLE et al., 1983; HESS, 1994).

Um dos problemas mais sérios do uso do glyphosate em eucalipto é a ocorrência da deriva. A deriva, além de reduzir a eficiência da aplicação (GELMINI, 1998), coloca culturas vizinhas susceptíveis e o próprio eucalipto ao risco de danos causados pela intoxicação. Os danos causados pela deriva do herbicida dependem da concentração e quantidade do princípio ativo que chega às culturas. Segundo Rodrigues & Almeida (2005), as doses recomendadas do glyphosate para o eucalipto são variáveis, indo de 360 a 2160 g ha⁻¹ para o controle de espécies anuais e perenes.

Em áreas onde o uso do glyphosate é freqüente, tem sido observada intoxicação nas plantas de eucalipto. Esta intoxicação é caracterizada por alterações morfológicas e sintomas semelhantes aos de distúrbios nutricionais, tais como deficiência de cálcio, zinco e boro, cujos sintomas são caracterizados pelo aparecimento de folhas retorcidas com aspecto coriáceo, diminuição dos internódios, clorose internerval e folhas novas com tamanho reduzido. Por esta razão, em algumas empresas florestais, a adubação tem sido aplicada na tentativa de correção desses sintomas.

O triptofano é o mais provável precursor para a biossíntese de AIA (ácido indol acético), e, segundo Marschner (1995), o zinco atua no metabolismo do AIA e o boro atua na ativação da AIA oxidase, o que demonstra a importância do triptofano, além de outros aminoácidos, em rotas onde alguns nutrientes são essenciais. Como o glyphosate inibe a formação do triptofano na planta pode haver alguma ligação da ação deste herbicida com as deficiências de alguns nutrientes. Além disso, existe semelhança entre os sintomas da deriva de glyphosate em plantas de eucalipto e a deficiência nutricional o que sugere uma ligação entre esses distúrbios, dificultando o diagnóstico do problema no campo.

Na literatura não há referência de uma possível ligação entre os efeitos da deriva do glyphosate e a nutrição mineral do eucalipto. Neste contexto, objetivou-se avaliar os teores de nutrientes da parte aérea e o crescimento do eucalipto sob efeito da deriva do glyphosate.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, no município de Viçosa-MG, entre os meses de outubro/2003 a março/2004. Foram utilizadas mudas clonais de eucalipto (*Eucalyptus grandis* X *E. urophylla*) com, aproximadamente, 20 cm de altura e três meses de idade, plantadas em vasos com 10 L de solo argiloso (Tabela 1). Cada vaso recebeu como adubação de plantio 216,6 g de N-P-K na formulação 6-30-6, e 12 g de calcário, com cálcio e magnésio na proporção de 4:1 equivalentes. A adubação de cobertura foi realizada com 12 g/vaso de N-P-K na formulação 20-5-20, parcelada em duas vezes aos 25 e 70 dias após o transplante das mudas.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições, sendo cada vaso considerado como uma parcela experimental. Os tratamentos consistiram das subdoses de 0; 43,2; 86,4; 172,8; 345,6 e 691,2 g de equivalente ácido (e.a.) ha⁻¹ de glyphosate, correspondentes a 0, 3, 6, 12, 24 e 48% da dose de 1.440 g ha⁻¹, na forma do sal de isopropilamina do produto comercial SCOUT®. A aplicação foi feita diretamente sobre o

Tabela 1 – Características físicas e químicas do solo usado para o plantio do eucalipto.

Table 1 – Physical and chemical characteristics of soil used to plant eucalypt.

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H + Al	Zn	Fe	Mn	Cu	Argila	Areia	Silte
H ₂ O	---mg/dm ³ ---		-----cmol _c /dm ³ -----			-----mg/dm ³ -----				-----g/kg-----		
5,73	7,0	38	2,77	0,73	3,6	79,2	21,2	17,5	1,37	520	380	100

eucalipto, de modo a não atingir o terço superior das plantas, aos 60 dias após o plantio das mudas, que possuíam altura de, aproximadamente, 60 cm (Figura 1). Para aplicação, utilizou-se um pulverizador costal de precisão, munido de barra com dois bicos tipo leque TT110.02 espaçados de 0,5 m, operando a 250 kPa de pressão, volume de calda correspondente a 200 L ha⁻¹, umidade relativa do ar de 80% e 25° C de temperatura.

Após a aplicação do herbicida foram feitas observações visuais, diariamente, das modificações morfológicas na parte aérea das plantas. Aos 7, 15, 30 e 50 dias após a aplicação (DAA) determinou-se a porcentagem de intoxicação em escala contínua de 0 a 100, na qual 0% corresponda à ausência de sintomas visíveis e 100% à morte das plantas (FRANS, 1972). As notas de porcentagem de intoxicação foram atribuídas visualmente, pela porcentagem de tecidos aéreos da planta afetados pelo herbicida, em relação a plantas testemunha (sem herbicida). Os resultados de porcentagem de intoxicação foram expressos em média das cinco observações.

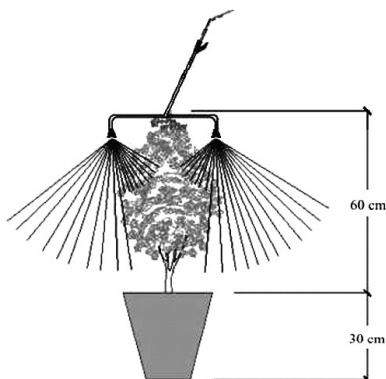


Figura 1 – Esquema da pulverização do glyphosate simulando a deriva no eucalipto, de forma a não atingir o terço superior das plantas.

Figure 1 – Glyphosate spray scheme, simulating drift on eucalypt, without reaching the plant superior third.

Aos 50 DAA obteve-se a altura (região entre o colo e o ápice da planta), o diâmetro do caule a 1 cm do solo e a massa seca de cada planta. Folhas da região apical e mediana de cada planta foram coletadas aleatoriamente, secadas à temperatura de 65 °C em estufa com circulação de ar forçado até peso constante. O restante da parte aérea das plantas foi colhido e secado em estufa com circulação de ar forçado a 65 °C, até atingir peso constante, para determinação da biomassa da parte aérea seca.

Para as análises químicas utilizaram-se amostras de 0,5 g em 10 mL de HNO₃ concentrado, submetidas à temperatura de, no máximo, 200 °C para a digestão nitro-perclórica para determinação de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e ferro (Fe); e 0,25 g de material moído e seco para a digestão via seca, em mufla a 500 °C, para determinação do boro (B). Tanto o P como o B foram determinados colorimetricamente, sendo o B pelo método da Azomectina H (WOLF, 1974) e o P por redução do fosfomolibdato pela vitamina C (BRAGA & DEFFELIPO, 1974). O K foi dosado por fotometria de emissão em chama; e o Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn, por espectrofotometria de absorção atômica. (TEDESCO et al., 1995).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos cinco dias após aplicação (DAA) do glyphosate observou-se murcha, clorose e enrolamento das folhas dos ápices das plantas pulverizadas com calda contendo 172,8; 345,6 e 691,2 g ha⁻¹ de glyphosate. Em menor intensidade, os mesmos sintomas foram observados com 86,4 g ha⁻¹ e nenhuma anormalidade para os tratamentos de 0 e 43,2 g ha⁻¹ do herbicida. Aos 50 dias após aplicação (DAA), plantas tratadas com 172,8; 345,6 e 691,2 g ha⁻¹ de glyphosate apresentaram intoxicação mais acentuada da parte aérea.

As plantas que receberam 345,6 e 691,2 g ha⁻¹ de glyphosate apresentaram respectivamente, índices de intoxicação, ao final do ensaio de 53,7 e 66,1% (Figura 2), com o aparecimento de brotações anormais (retorcidas), superbrotação e folhas com sintomas semelhantes à deficiência de boro. Essas anormalidades não foram verificadas nas plantas que receberam concentrações menores do herbicida. No presente estudo observa-se teores foliares de boro superiores em plantas expostas à deriva de glyphosate, quando comparado a plantas testemunha, indicando que os sintomas observados são provenientes da ação direta do herbicida na planta e não de distúrbios nutricionais. Tuffi-Santos et al. (2005) relataram sintomas semelhantes em plantas de eucalipto submetidas à deriva simulada do glyphosate, em condições semelhantes. Vários são os efeitos secundários do glyphosate na planta, entre eles o aumento dos níveis endógenos de etileno (COLE et al., 1983) e decréscimo no movimento do AIA, relatado por Baur (1979) em trabalho realizado com coleóptilos de milho. O desbalanço hormonal pode ser a possível causa das divisões celulares freqüentes nos tecidos expostos às maiores subdoses do herbicida

relatadas por Tuffi-Santos et al. (2005), provocando aparecimento de brotações retorcidas e superbrotação. A mudança na coloração no tecido foliar pode estar relacionada à degeneração dos cloroplastos, verificada por Campbell et al. (1976), ou com a inibição na formação da clorofila (COLE et al., 1983) em plantas tratadas com este herbicida.

Magalhães et al. (2001a), trabalhando com simulação de deriva do glyphosate na cultura de milho, relataram que os prejuízos são diretamente proporcionais ao aumento da subdose do herbicida, onde subdoses a partir de 8% da dose de 1440 g ha⁻¹ de glyphosate são responsáveis por necroses na parte aérea e comprometimento na produtividade das plantas. Dados semelhantes foram obtidos para a cultura do sorgo e algodão, sob as mesmas condições experimentais (MAGALHÃES et al., 2001b; THOMAS et al., 2005).

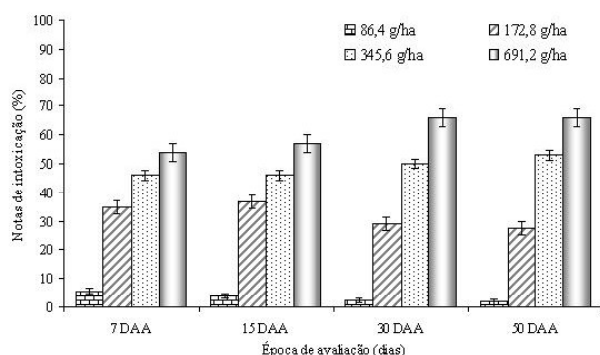


Figura 2 – Porcentagem de intoxicação de plantas de eucalipto submetidas às doses de 86,4; 172,8; 345,6 e 691,2 g ha⁻¹ de glyphosate, aos 7, 15, 30 e 50 dias após aplicação (DAA). (± desvio padrão).

Figure 2 – Intoxication percentage of plants submitted to 86.4; 172.8; 345.6 and 691.2 g ha⁻¹ of glyphosate, at 7, 15, 30 and 50 days after application (DAA).

A altura, o diâmetro e a matéria seca das plantas, aos 50 DAA, variaram de acordo com as doses de glyphosate ($p < 0,05$). Diferença significativa ($p < 0,05$), em função das doses de glyphosate aplicadas, também foi observada para os teores de Ca, Mg, Fe, Mn e B nas folhas; não havendo variação ($p > 0,05$) para teores de P, K, Zn e Cu.

As plantas submetidas às doses de 345,6 e 691,2 g ha⁻¹ de glyphosate apresentaram menor altura e menor produção de matéria seca (Tabela 2). Contudo, a redução de crescimento em diâmetro do coleto só foi constatada quando a maior dose foi utilizada.

Tabela 2 – Médias de altura, diâmetro e matéria seca de plantas de eucalipto submetidas às doses de 0; 43,2; 86,4; 172,8; 345,6 e 691,2 g ha⁻¹ do glyphosate.

Table 2 – Average of height, diameter and dry matter of plants submitted to 0; 43.2; 86.4; 172.8; 345.6 and 691.2 g ha⁻¹ of glyphosate.

Tratamentos (g ha ⁻¹)	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	Matéria seca (g)
0	156,0 a	2,68 a	340,71 ab
43.2	169,4 a	2,56 a	382,68 a
86.4	157,0 a	2,52 a	369,36 a
172.8	161,2 a	2,49 a	324,91 ab
345.6	131,8 b	2,48 a	272,06 b
691.2	113,8 c	2,21 b	207,12 c

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Plantas submetidas aos tratamentos de 345,6 e 691,2 g ha⁻¹ de glyphosate apresentaram teores mais elevados de Ca, Mg, Fe, Mn e B em suas folhas, quando comparadas com as plantas submetidas aos demais tratamentos, correspondendo ao menor acúmulo de matéria seca (Tabela 2). Assim, essa maior concentração pode ser interpretada como um efeito de concentração desses nutrientes nas folhas por redução na taxa de crescimento. Por outro lado, Souza et al. (1999) relataram efeitos do glyphosate na produção de exsudados da planta e na ativação da atividade microbiana do solo, com possível aumento das concentrações de Ca, Mg, Fe, Mn e B na solução do solo, o que também poderia causar o aumento das concentrações destes nutrientes nas folhas de eucalipto submetidas às maiores doses de glyphosate. Para os nutrientes P, K, Zn e Cu não ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 3).

Schreffler & Sharpe (2003) relatam o aumento das concentrações de Ca na solução do solo após a aplicação do herbicida Oust (sulfometuron-methyl), usado no controle de plantas daninhas em áreas de exploração de madeira de lei. Porém, estes autores observaram que não houve aumento nas concentrações médias de Mg e K na solução do solo após a aplicação do herbicida.

Tabela 3 – Teores de nutrientes de plantas de eucalipto submetidas às diferentes doses do glyphosate.**Table 3** – Nutrients content of plants submitted to different glyphosate rates.

Glyphosate g ha ⁻¹	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	-----g/kg-----				-----mg/kg-----				
0	2,42 a	13,81 a	8,26 b	1,91 b	16,0 a	54,6 b	896,4 b	5,0 a	10,8 b
43,2	2,18 a	14,18 a	8,15 b	1,97 b	14,7 a	48,9 b	793,6 b	4,7 a	9,5 b
86,4	2,15 a	12,70 a	9,10 b	1,85 b	13,3 a	49,8 b	852,6 b	3,9 a	9,8 b
172,8	2,62 a	12,79 a	8,89 b	1,94 b	14,2 a	60,7 b	1056,0 b	4,7 a	9,8 b
345,6	2,71 a	12,85 a	12,13 a	2,40 a	15,7 a	69,8 a	1228,0 a	6,1 a	14,5 a
691,2	2,20 a	10,89 a	13,30 a	2,22 a	17,5 a	80,5 a	1488,8 a	5,3 a	15,0 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os aumentos dos teores de Fe e Mn nas folhas de eucalipto podem estar relacionados com a presença dos mesmos na forma de impureza na formulação comercial do herbicida. Gimeno-García et al. (1996) encontraram altas concentrações de Fe e Mn como impurezas nos herbicidas Saturn-G (Thiobencarb) e Ordram (Molinate) usados em área de cultivo de arroz. Para o herbicida em questão não foram encontradas referências sobre a composição de sua formulação.

Os resultados observados indicam que os cuidados na tecnologia de aplicação de herbicidas em eucalipto, visando diminuir a deriva da calda aplicada, é um aspecto de relevância para maximizar a produção florestal.

4 CONCLUSÕES

Os sintomas de intoxicação por glyphosate foram murcha, clorose e enrolamento das folhas dos ápices das plantas de eucalipto, que tiveram seu crescimento comprometido quando da aplicação de doses superiores a 345,6 g ha⁻¹ do herbicida. Entretanto, não houve relação entre os sintomas provocados pela deriva do herbicida com a deficiência de nutrientes das plantas de eucalipto, que apresentaram teores mais elevados de Ca, Mg, Fe, Mn e B nas folhas quando expostas a doses elevadas do herbicida, em deriva simulada.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUR, J. R. Effect of glyphosate on auxin transport in corn and cotton. **Plant Physiology**, Washington, v. 63, p. 882-886, 1979.

BRAGA, J. M.; DEFFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. **Ceres**, Viçosa, v. 21, p. 73-85, 1974.

CAMPBELL, W. F.; EVANS, J. O.; REED, F. C. Effect of glyphosate on chloroplast ultrastructure of quack grass mesophyll cell. **Weed Science**, Champaign, v. 24, p. 22-25, 1976.

COLE, D. J.; CASELEY, J. C.; DODGE, A. D. Influence of glyphosate on selected plant process. **Weed Research**, Oxford, v. 23, p. 173-183, 1983.

FRANS, R. E. Measuring plant responses. In: WILKINSON, R. E. (Ed.). **Research methods in weed Science**. [S.l.]: Southern Weed Science Society, 1972. p. 28-41.

GELMINI, G. A. **Herbicidas**: indicações básicas. Campinas: Fundação Cargil, 1998. 334 p.

GIMENO-GARCÍA, E.; ANDREU, V.; BOLUDA, R. Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils. **Environmental Pollution**, [S.l.], v. 92, p. 19-25, 1996.

HESS, F. D. Mechanism of action of inhibitors of amino acid biosynthesis. In: _____. **Herbicide action**: an intensive course on the activity, selectivity, behavior and fate of herbicides in plants and soil. West Lafayette: Purdue University, 1994. p. 344-365.

MAGALHÃES, P. C.; SILVA, J. B.; DURÃES, F. O. M.; KARAM, D.; RIBEIRO, L. S. Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do milho. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 247-253, 2001a.

MAGALHÃES, P. C.; SILVA, J. B.; DURÃES, F. O. M.; KARAM, D.; RIBEIRO, L. S. Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do sorgo. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 255-262, 2001b.

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. Germany: University of Hohenheim, 1995.
- PITELLI, R. A.; MARCHI, S. R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTOS, 3., 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SIF, 1991. p. 1-11.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Londrina: [s.n.], 2005. 591 p.
- SCHREFFLER, A. M.; SHARPE, W. E. Effects of lime, fertilizer, and herbicide on forest soil and soil solution chemistry, hardwood regeneration, and hardwood growth following shelterwood harvest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 177, p. 471-484, 2003.
- SOUZA, A. P.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; CARDOSO, A. A.; RUIZ, H. A. Respiração microbiana do solo sob doses de glyphosate e de imazapyr. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 387-398, 1999.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.; BOHNEN, H. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim técnico, 5).
- THOMAS, W. E.; BURKE, I. C.; ROBINSON, B. L.; PLINER, W. A.; EDMISTEN, K. L.; WELLS, R.; WILCUT, J. W. Yield and physiological response of nontransgenic cotton to simulated glyphosate drift. **Weed Technology**, Champaign, v. 19, p. 35-42, 2005.
- TUFFI-SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A.; MEIRA, R. M. S. A.; BARROS, N. F.; FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.
- WOLF, B. Improvements in azomethine-H method for determination of boron. **Committee Soil Science Plant Analysis**, New York, v. 5, p. 39-44, 1974.