

Crescimento inicial de mandioca submetida à aplicação de herbicidas em pós-emergência¹

Initial growth of cassava submitted to herbicide application in post-emergence

Christiano da Conceição de Matos²; Evander Alves Ferreira³; Edimilson Alves Barbosa²; Daniel Valadão Silva⁴; José Barbosa dos Santos⁵; Ana Flávia Freitas⁶; Elizzandra Marta Martins Gandini⁷

Resumo - Objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento inicial de plantas de mandioca após aplicação de herbicidas em pós-emergência da cultura. O experimento foi realizado em ambiente protegido, no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela aplicação, aos 25 dias após a emergência a cultura, dos herbicidas bentazon, clomazone, fomesafen, fluazifop-p-buthyl, glyphosate, nicosulfuron, chlorimuron-ethyl, a mistura fluazifop-p-buthyl + fomesafen e sulfentrazone, além de uma testemunha sem aplicação. A intoxicação visual das plantas de mandioca foi avaliada aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas. Aos 35 dias após a aplicação determinou-se a estatura, diâmetro do caule e a matéria seca das plantas. O sulfentrazone e o glyphosate causaram a morte da mandioca. Todos herbicidas causaram redução da matéria seca do caule, com exceção do fluazifop-p-buthyl. O chlorimuron-ethyl e o nicosulfuron foram os herbicidas que causaram maior redução do acúmulo de matéria seca e da área foliar da cultura. O diâmetro do caule foi reduzido pelos herbicidas bentazon, nicosulfuron e chlorimuron-ethyl. Conclui-se que o crescimento da mandioca foi alterado pela aplicação dos herbicidas, com exceção do fluazifop-p-buthyl.

Palavras-chaves: *Manihot esculenta* Crantz, seletividade de herbicidas, controle químico de plantas daninhas

Abstract - The aim of this study was to evaluate the initial growth of cassava plants after post-emergence application of herbicides. The experiment was carried out in greenhouse, with randomized block design and four replications. Treatments consisted in the application of herbicides 25 days after crop emergence. The herbicides applied were bentazon, clomazone, fomesafen, fluazifop-p-buthyl, glyphosate, nicosulfuron, chlorimuron-ethyl, sulfentrazone and the fluazifop-p-buthyl + fomesafen, and a treatment without herbicide application. The visual intoxication of cassava plants was evaluated at 7, 14, 21 and 28 days after herbicide application. Thirty-five days after application, we determined the height, stem diameter and dry matter of

¹ Recebido para publicação em 18/06/2013 e aceito em 25/06/2015.

² Discente do Doutorado em Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil. Email: chisconmatos@yahoo.com.br (*autor para correspondência)

³ Pós-doutorando em Produção Vegetal - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Diamantina, MG, Brasil

⁴ Docente do Departamento de Ciências Vegetais – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, RN, Brasil.

⁵ Docente Departamento de Agronomia – UFVJM. Diamantina, MG, Brasil.

⁶ Discente de metrado em Produção Vegetal - UFVJM. Diamantina, MG, Brasil

⁷ Discente de doutorado em Produção Vegetal - UFVJM. Diamantina, MG, Brasil

plants. Sulfentrazone and glyphosate caused the death of cassava. All herbicides caused reduction in stem dry matter, with the exception of fluazifop-p-buthyl. Chlorimuron-ethyl and nicosulfuron caused greater reduction of dry matter accumulation and crop leaf area. The application of herbicides bentazon, nicosulfuron and chlorimuron-ethyl reduced the stem diameter. It is possible to conclude that the herbicide application affected cassava growth, except for fluazifop-p-buthyl application.

Keywords: *Manihot esculenta* Crantz, selectivity of herbicides, chemical weed control

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é considerada uma das principais espécies cultivadas no Brasil. O seu cultivo tem sido realizado em ciclos de colheita variáveis de acordo com o destino final da sua produção (Lorenzi, 1993). Quando as raízes são destinadas para o consumo *in natura* a colheita é efetuada de 8 a 12 meses após o plantio, mas, quando a finalidade é o processamento na indústria, a colheita pode demorar até dois anos. Portanto, tem sido observado nas áreas de plantio vários ciclos de infestações de plantas daninhas (Silva et al., 2012).

A interferência imposta pelas plantas daninhas à mandioca pode provocar decréscimos na produção da cultura, com relatos de aproximadamente 90% de perdas, quando não se efetua o controle (Moura; 2000; Johanns & Contiero, 2006). Além disso, as plantas daninhas podem ocasionar redução no crescimento da parte aérea, estande e número de raízes por planta (Carvalho et al., 1990; Johanns & Contiero, 2006). Diante disso, é necessário adotar uma ou mais estratégias de manejo, entre as quais, o controle químico é uma das opções mais usadas (Silva et al., 2012).

O controle químico tem sido o método mais utilizado para o controle de plantas daninhas em diversas culturas devido à maior eficiência e menor custo. Todavia, para a mandioca, o uso de herbicidas ainda é restrito e pode ser explicado pelo baixo número de produtos registrados para a cultura. Atualmente oito princípios ativos têm registro para a mandioca, sendo que apenas o cletodim, fluazifop-p-buthyl e flumioxazin são para

aplicações em pós-emergência da cultura (Brasil, 2014).

A seletividade de herbicidas a uma espécie cultivada depende do genótipo, da época de aplicação, do produto e da dose aplicada, bem como das condições edafoclimáticas. Os estudos referentes à seletividade de herbicidas na mandioca têm indicado grande variação da tolerância da cultura aos produtos (Biffe et al., 2010; Oliveira Jr. et al., 2001; Silva et al., 2011; Silva et al., 2012). Desta maneira, a decisão sobre o uso de determinado herbicida em uma cultura deve ser baseada em estudos de seletividade e da avaliação do crescimento da cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência da mandioca sobre o crescimento inicial da cultura.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em ambiente protegido mantido sob temperatura entre 22 e 27 °C e iluminação natural. As unidades experimentais foram vasos plásticos com volume de 5 dm³, perfurados no fundo, contendo amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: pH (água) de 5,0; teor de matéria orgânica de 4,7 daq kg⁻¹; P, K e Ca de 1,3; 47 e 2,4 mg dm⁻³, respectivamente; Mg, Al, H+Al e CTC_{efetiva} de 1,2; 0,1; 7,1 e 3,8 cmolc dm⁻³, respectivamente. Para adequação do substrato quanto à nutrição, foram aplicados 3,0 g dm⁻³ de calcário dolomítico e 3,0 g dm⁻³ da formulação 4-14-8 (N-P₂O₅-K₂O). As irrigações foram realizadas diariamente de forma a manter os vasos

próximos à capacidade de campo. Uma maniva (cultivar IAC-12) com cinco gemas foi plantada em cada vaso.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela aplicação em pós-emergência da mandioca dos herbicidas bentazon (720 i.a. g ha⁻¹), clomazone (340 i.a. g ha⁻¹), fomesafen (250 i.a. g ha⁻¹), fluazifop-p-buthyl (250 i.a. g ha⁻¹), glyphosate (360 i.a. g ha⁻¹), nicosulfuron (60 i.a. g ha⁻¹), chlorimuron-ethyl (15 i.a. g ha⁻¹), a mistura fluazifop-p-buthyl + fomesafen (200 + 250 i.a. g ha⁻¹) e sulfentrazone (600 i.a. g ha⁻¹), além de uma testemunha sem aplicação.

A pulverização foi realizada sobre as plantas de mandioca aos 30 dias após o plantio (25 após a emergência das plantas), quando estas estavam com cerca de 20 cm de altura. Utilizou-se de pulverizador costal pressurizado a pressão constante 200 kPa (mantida com CO₂ comprimido), munido de barra com duas pontas de pulverização TTI 11002 com gasto de calda equivalente 150 L ha⁻¹.

Aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas foram realizadas avaliações de intoxicação visual da cultura. Os sintomas visuais foram avaliados com uso de escala percentual de notas variando entre 0 (zero) e 100 (cem), onde 0 implica ausência de quaisquer injúrias e 100, a morte da planta (SBCPD, 1995).

Aos 35 dias após a aplicação dos herbicidas mediu-se a estatura (EST) e diâmetro do caule (DIA) das plantas. Em seguida, separou-se o caule das folhas e o material foi colocado em sacos de papel e levados para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até massa constante. A matéria seca do caule e das folhas (MSC e MSF - g) foi quantificada em balança de precisão. Determinou-se a área foliar (AF - cm²). Com base nos valores obtidos, calculou-se a matéria seca da parte aérea (MSPA = MSC + MSF - g) e a porcentagem de acúmulo da matéria seca no

caule (MSC/MSPA)*100 e nas folhas (MSF/MSPA)*100.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Os dados referentes à intoxicação visual foram apresentados na forma de gráficos e desvio-padrão e os dados relacionados ao crescimento submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

O sulfentrazone e o glyphosate causaram a morte das plantas de mandioca aos 21 dias após a aplicação (DAA) (Figura 1). A aplicação dos herbicidas bentazon, clomazone e fomesafen resultou em intoxicação das plantas próxima a 20% aos 14 DAA, com redução gradual dos sintomas a partir dessa época de avaliação. Baixos valores de intoxicação foram observados para aplicações do fluazifop-p-buthyl, nicosulfuron e chlorimuron-ethyl. A mistura fluazifop-p-buthyl+fomesafen causou intoxicação às plantas de mandioca em todas as épocas de avaliação, no entanto, sem ultrapassar nota de 20% (Figura 2). Esta intoxicação deve-se em maior parte ao fomesafen, conforme relatado por Silva et al. (2011) e Silva et al. (2012). Os sintomas eram caracterizados pelo retorcimento e necroses do tecido das folhas, e leves necroses nos caules da planta.

A morte das plantas de mandioca após aplicação do glyphosate está relacionada ao mecanismo de ação do herbicida, que age na inibição da síntese dos aminoácidos aromáticos, agindo na rota do chiquimato (Silva et al., 2007). A morte das plantas tratadas com esse herbicida é lenta, sendo que só foi possível caracterizar a morte da mandioca aos 21 dias após a aplicação. Segundo Silva et al. (2012) recomenda-se o uso de herbicidas à base de glyphosate em aplicações dirigidas às entrelinhas, evitando atingir as folhas da cultura, e quando a mandioca esteja com aproximadamente cinco meses e com 30 a 40 cm de haste em relação ao solo.

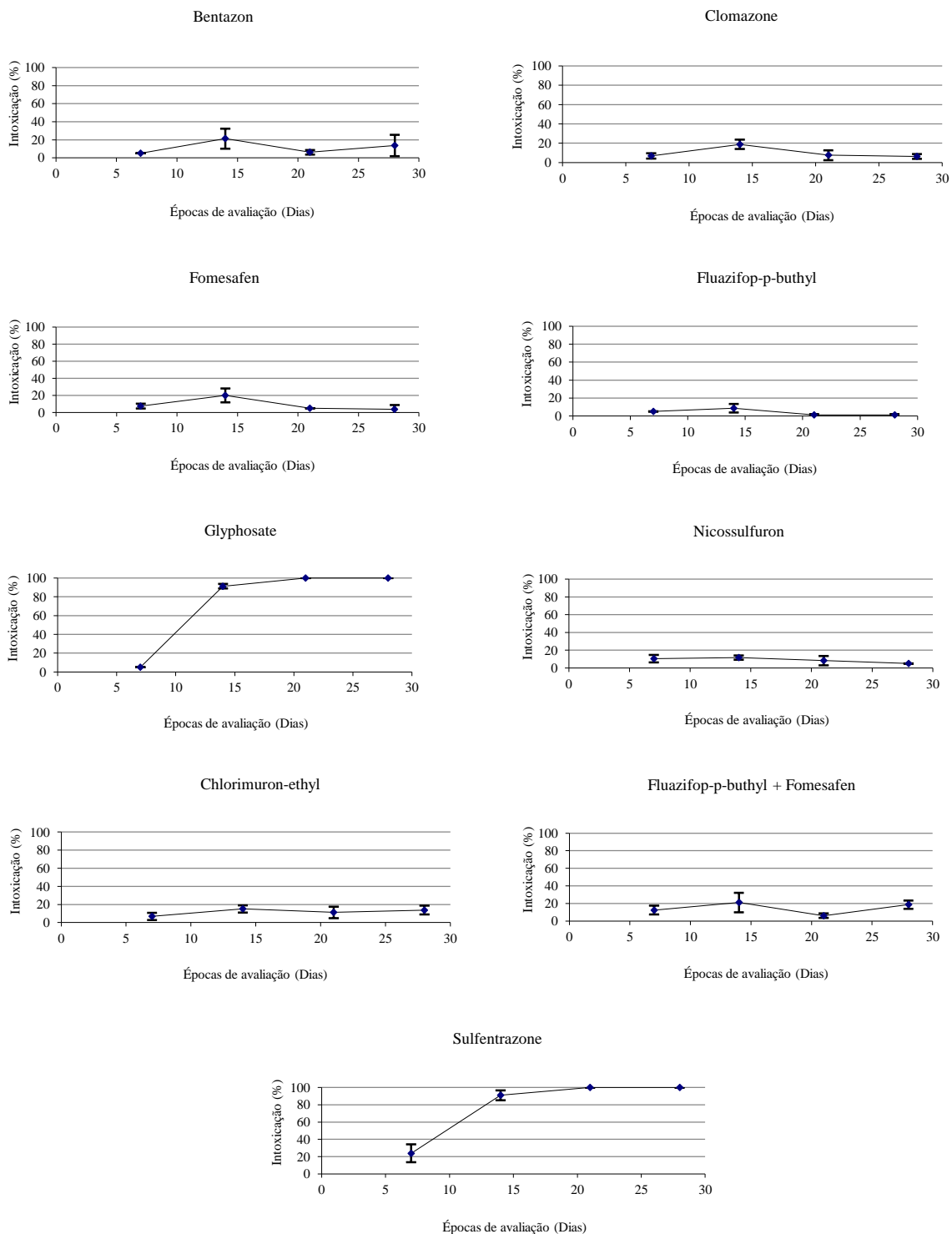


Figura 1. Intoxicação visual de plantas de mandioca após a aplicação em pós-emergência dos herbicidas bentazon, clomazone, fomesafen, fluazifop-p-buthyl, glyphosate, nicosulfuron, chlorimuron-ethyl, fluazifop-p-buthyl+fomesafen e sulfentrazone em diferentes épocas após a aplicação.



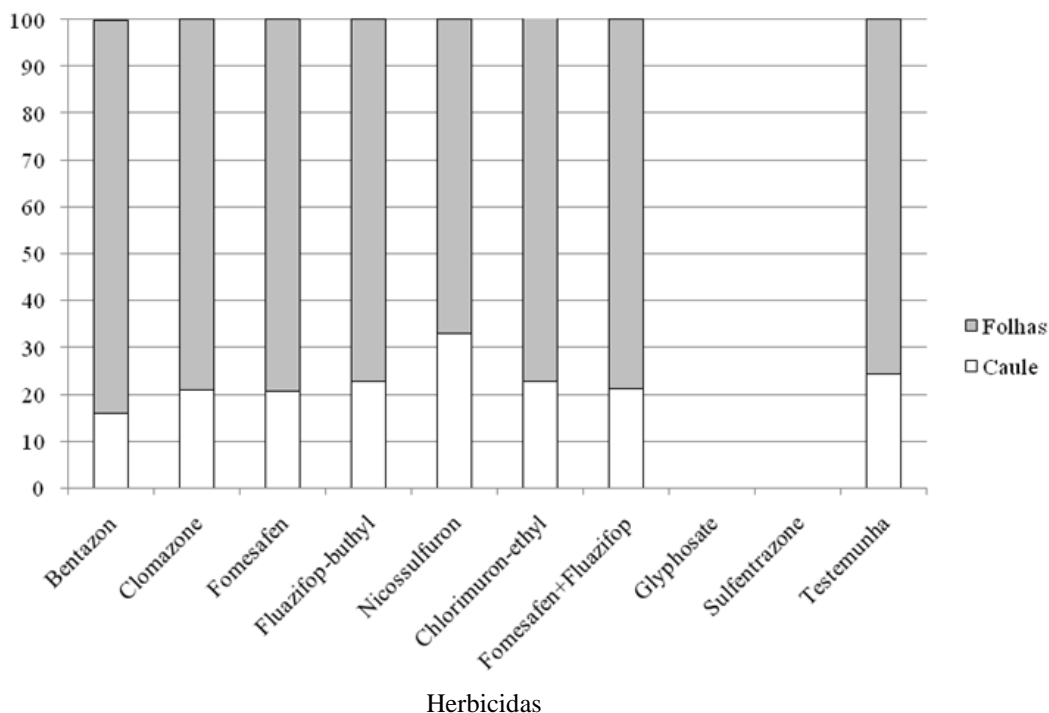


Figura 2. Distribuição percentual de matéria seca de caule e folhas em plantas de mandioca submetidas à aplicação de diferentes herbicidas, além da testemunha sem aplicação.

As folhas da mandioca correspondem à maior parte do acúmulo de matéria seca na parte aérea da cultura, independente do uso ou não do herbicida (Figura 3). Todavia, plantas de mandioca tratadas com nicosulfuron tiveram uma tendência a aumentar a proporção de matéria seca de caule em relação aos demais tratamentos. Isso pode ter ocorrido devido à queda de algumas folhas de mandioca com a aplicação do herbicida, conforme também observado por Silva et al. (2012).

Devido à morte das plantas após a aplicação do glyphosate e sulfentrazone, a matéria seca das plantas não foi avaliada para estes tratamentos. A aplicação dos herbicidas reduziu a matéria seca do caule (MSC), com exceção do fluazifop-p-buthyl (Tabela 1). O chlorimuron-ethyl e o nicosulfuron foram os herbicidas que causaram a maior redução da MSC e da matéria seca das folhas (MSF) e, conseqüentemente, da matéria seca da parte aérea (MSPA). De acordo com Viana et al. (2001), a redução do crescimento da parte aérea contribui para diminuição do tecido

fotossintético, o que prejudica o acúmulo de carboidratos para as raízes, afetando a produção final da cultura.

O bentazon reduziu em 45% a MSPA da mandioca e esses resultados podem estar relacionados com danos estruturais nos centros de reação do Fotossistema II ou comprometimento no transporte de energia de excitação dos complexos antena para os centros de reação (Bolhàr-Nordenkampf et al., 1989; Ferreira et al., 2015).

Os herbicidas nicosulfuron e chlorimuron-ethyl foram os únicos produtos que reduziram significativamente a estatura (EST) das plantas de mandioca em relação à testemunha (Tabela 1). Esses resultados corroboram os observados por Silva et al. (2012) e demonstram a capacidade dos herbicidas do grupo químico das sulfonilureias em afetar o crescimento de plantas sensíveis.

Os herbicidas nicosulfuron e chlorimuron-ethyl reduziram em mais de 60% a área foliar (AF) das plantas de mandioca (Tabela 1). O fomesafen e a sua mistura com o

fluazifop-p-buthyl também reduziu a AF. Altos valores de intoxicação após o uso do herbicida fomesafen e sua mistura comercial com o fluazifop-p-buthyl também foi relatada em outros estudos (Silva et al., 2011; Silva et al., 2012). Há indícios de que a cultura seja sensível à aplicação de herbicidas pertencentes ao mecanismo de ação dos inibidores da enzima

Protóx. Do mesmo modo, a mandioca apresenta-se tolerante a herbicidas do grupo dos inibidores da síntese de pigmentos como o mesotrione e o clomazone (Silveira et al., 2012). Neste trabalho observou-se baixos valores de intoxicação deste último herbicida, fato que pode estar relacionado ao surgimento de novas folhas.

Tabela 1. Matéria seca do caule (MSC), matéria seca das folhas (MSF), matéria seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF), estatura (EST) e diâmetro do colmo (DIA) de plantas de mandioca tratadas com diferentes herbicidas, além da testemunha sem aplicação.

Tratamentos	Dose (g i.a ha ⁻¹)	MSC	MSF	MSPA
		------(g)-----		
Bentazon	720	0,35 c	1,83 c	2,18 d
Clomazone	340	0,77 b	2,86 b	3,62 b
Fomesafen	250	0,59 b	2,22 c	2,82 c
Fluazifop-p-buthyl	250	1,10 a	3,71 a	4,81 a
Nicosulfuron	60	0,41 c	0,98 d	1,39 d
Chlorimuron-ethyl	15	0,40 c	0,43 d	1,84 d
Fomesafen+Fluazifop-p-buthyl	250 + 200	0,62 b	2,53 b	3,19 c
Testemunha	-----	1,19 a	3,72 a	4,91 a
CV(%)		24,88	24,06	22,75

Tratamentos	Dose (g i.a ha ⁻¹)	EST	AF	DIA
		(cm)	(cm ²)	(mm)
Bentazon	720	15,65 a	420,09 a	4,22 c
Clomazone	340	16,72 a	562,31 a	5,14 b
Fomesafen	250	16,00 a	332,76 b	5,30 b
Fluazifop-p-buthyl	250	18,87 a	400,12 a	5,75 a
Nicosulfuron	60	8,95 b	130,43 c	4,30 c
Chlorimuron-ethyl	15	9,27 b	151,40 c	4,06 c
Fomesafen+Fluazifop-p-buthyl	250 + 200	19,60 a	350,22 b	6,06 a
Testemunha	-----	17,40 a	381,45 a	6,12 a
CV(%)		15,66	25,24	23,76

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Bentazon, nicosulfuron e chlorimuron-ethyl promoveram maior redução do diâmetro de caule (DIA) das plantas de mandioca, sendo que plantas tratadas com fluazifop-p-buthyl e a mistura fluazifop-p-buthyl+fomesafen não apresentaram diferença em relação à testemunha (Tabela 1). Reduções no crescimento e engrossamento do caule na parte inicial do desenvolvimento da mandioca podem resultar no comprometimento da formação do material

propagativo da cultura. Em estudo de Sangoi & Kruse (1993), o acúmulo de matéria seca do caule de duas cultivares de mandioca foram monitorados até 180 dias após o plantio, observando-se maior incremento a partir dos 60 dias, sendo que no período anterior a esse o crescimento esteve mais envolvido a formação de folhas.

O fluazifop-p-buthyl foi o único herbicida que não alterou o crescimento das

plantas de mandioca. Esse resultado era esperado, visto que herbicidas inibidores da enzima acetil coenzima A carboxilase (ACCase) são graminicidas exclusivos sistêmicos, sendo que a seletividade para folhas largas ocorre em função da diferenciação da forma da enzima ACCase presente nos plastídios e no citosol (Vidal et al., 2000).

Conclusões

O crescimento da mandioca não foi alterado pela aplicação do fluazifop-p-buthyl. A aplicação em pós-emergência dos herbicidas sulfentrazone e glyphosate causou a morte das plantas.

O crescimento da mandioca foi reduzido pela aplicação em pós-emergência dos herbicidas fomesafen, bentazon, clomazone, nicosulfuron, chlorimuron e da mistura fluazifop-p-buthyl + fomesafen.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro na execução deste trabalho.

Referências

BIFFE, D.F. et al. Avaliação de herbicidas para dois cultivares de mandioca. **Planta Daninha**, v.28, n.4, p.807-816, 2010.

BOLHÀR-NORDENKAMPH, H.R. et al. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. **Functional Ecology**, v.3, n.4, p.497-514, 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins**. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 1 nov. 2013. Seção 1, p. 4. Disponível em:

http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/!a_p_ing_ativo_consulta_cons. Acesso em: 1 jun. 2014.

CARVALHO, J.E.B. et al. Período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura da mandioca em três ecossistemas do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.9, n.1, p.29-40, 1990.

FERREIRA, E.A. et al. Respostas fisiológicas da mandioca à aplicação de herbicidas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.645-656, 2015.

JOHANNIS, O.; CONTIERO, R. Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas com a cultura da mandioca. **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, n.3 p.326-331, 2006.

LORENZI, J.O.; DIAS, C.A.C. **Cultura da mandioca**. Campinas: CATI, 1993. 41p. (Boletim Técnico, 211).

MOURA, G.M. Interferência de plantas daninhas na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Estado do Acre. **Planta Daninha**, v.18, n.3, p.451-456, 2000.

OLIVEIRA JR., R.S. et al. Tolerância de cinco cultivares de mandioca (*Manihot esculenta*) a herbicidas. **Planta Daninha**, v.19, n.1, p.119-125, 2001.

SANGOI, L.; KRUSE, N.D. Acúmulo e distribuição de matéria seca em diferentes frações da planta de mandioca no planalto catarinense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.28. n.3, p.1151-1164, 1993.

SILVA, A.A. et al. Herbicidas: classificação e mecanismo de ação. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. p.58-117.

SILVA, D.V. et al. Seletividade de herbicidas pós-emergentes na cultura da mandioca. **Planta Daninha**, v.30, n.4, p.835-841, 2012.

SILVA, D.V. et al. Tolerância de cultivares de mandioca aos herbicidas fomesafen e fluazifop-



p-butyl. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.3, p.219-231, 2011.

SILVEIRA, H.M. et al. Sensibilidade de cultivares de mandioca ao herbicida mesotrione. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.1, p.24-31, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, 1995. 42p.

VIANA, A.E.S.; SEDIYAMA, T.; CECON, P.R. Efeito do comprimento e de incisões no córtex da maniva sobre o cultivo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum**, v.23, n. 5, p. 1263-1269, 2001.

VIDAL, R.A. et al. Seletividade do herbicida fluazifop-p-buthyl para cucurbitáceas. **Planta Daninha**, v.18, n.3, p.413-417, 2000.