

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI – UFVJM**

DANIEL VALADÃO SILVA

**EFEITO DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA NA
CULTURA DA MANDIOCA**

**DIAMANTINA - MG
2011**

DANIEL VALADÃO SILVA

**EFEITO DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-
EMERGÊNCIA NA CULTURA DA MANDIOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Dr. José Barbosa dos Santos -
Coorientadores: Dr. Evander Alves Ferreira
Dr. André Cabral França

**DIAMANTINA - MG
2011**

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Viviane Pedrosa CRB6 2641

S586e
2011

Silva, Daniel Valadão

Efeito de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura da mandioca. / Daniel Valadão Silva. – Diamantina: UFVJM, 2011.

63p.

Dissertação (Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Orientador: Dr. José Barbosa dos Santos

1. *Manihot esculenta* Crantz 2. Crescimento inicial 3. Manejo químico 4.

Plantas daninhas I. Título

CDD 633.682

DANIEL VALADÃO SILVA

**EFEITO DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA NA
CULTURA DA MANDIOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em..... de de 2011

Prof. Dr. Antonio Alberto da Silva – UFV
Membro

Dr. Evander Alves Ferreira – UFVJM
Membro

Dr. André Cabral França – UFVJM
Membro

Prof. Dr. José Barbosa dos Santos – UFVJM
Presidente

DIAMANTINA - MG
2011

OFEREÇO

Aos meus pais, Selzer e Sonia, ao meu irmão Bruno, ao caro prof. Dr. José Barbosa dos Santos pela oportunidade e pelo apoio crucial para o desenvolvimento deste trabalho, e a todos os familiares e amigos, que sempre me apoiaram.

DEDICO

A Deus e todas as pessoas que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar saúde e sabedoria para a conclusão de mais essa etapa da minha vida.

A meu pai e minha mãe, minha força e minha luz, que sempre torceram pela minha vitória sem medir esforços para que isso acontecesse.

Ao meu irmão Bruno pelo carinho e incentivo.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pela oportunidade de realização do curso e pela contribuição à minha formação acadêmica.

Ao professor Dr. José Barbosa dos Santos, pela amizade, orientação e confiança, e exemplo de profissional.

Ao Dr. Evander Alves Ferreira pela orientação, confiança e companheirismo durante todo período do mestrado e por estar sempre me incentivando a continuar nesse caminho.

Ao professor André Cabral França pela amizade, conselhos e por estar sempre disposto a ajudar quando precisei.

Ao professor Antonio Alberto da Silva pela orientação em Viçosa e valiosas contribuições ao trabalho.

Aos professores Dr. José Sebastião Cunha Fernandes e Dr. Paulo Roberto Cecon, pela amizade e esclarecimentos nos cálculos estatísticos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pelos ensinamentos durante as disciplinas cursadas.

Ao professor Francisco Affonso pela amizade e incentivo.

A todos os meus familiares, pelo incentivo.

Agradeço ao meu amigo e irmão Felipe pelos anos de trabalho em conjunto e fico feliz de termos chegado ao mesmo final. Ou seja, mais quatro anos de trabalho.

Agradeço a todos integrantes do grupo em Manejo Sustentável de Plantas Daninhas pelos maravilhosos anos de convivência e amizade. Sou muito grato pela ajuda de cada um de vocês e tenho muito orgulho de ter feito parte desse grupo. Em especial deixo meu muito obrigado a Sarah, Renan, Eliza, Andressa, Mirielle, Michele, Letícia, Viviane, João Pedro e Elizandra.

Não poderia me esquecer dos meus companheiros do Manejo Integrado de Plantas Daninhas da cidade de Viçosa. Agradeço pelos momentos descontraídos e pela ajuda na condução dos experimentos. Em especial agradeço aos meus parceiros Marco, Hellen,

Manuel, Paulão, Chris, Cintia, Luíz, Douglas e minha namorada Bia pela paciência e auxílio no texto final desse trabalho.

Aos amigos do NECAF, deixo meu agradecimento pelas constantes ajudas nos experimentos e pela amizade.

A todos meus amigos pelo companheirismo, confiança e amizade demonstrados ao longo dos anos. Em especial ao Gustavo (Gabiru), Luciana, Grazi, Natalia e Flavia por sempre se fazerem presentes comigo. E aos companheiros de república (6 de Paus) e irmãos de coração, Mateus, Gabriel, Gustavo, Pablo, Humberto, Calouro e Batata que estão ou estiveram presentes durante a minha caminhada.

A minha amiga Priscila pelo constante incentivo e amizade verdadeira.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de Bolsa de Estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro na execução deste trabalho.

Aos colegas do curso, pelo constante apoio e consideração.

A quem torceu pela minha vitória.

Obrigado a todos!

RESUMO

VALADÃO SILVA, D. **Efeito de Herbicidas Aplicados em Pós-Emergência na Cultura da Mandioca**. 2011. 63p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pós emergência sobre a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Para isso, foram realizados três experimentos em ambiente protegido. No primeiro, avaliou-se os efeitos de 22 princípios ativos aplicados aos 60 dias após a brotação das manivas sobre o crescimento inicial das plantas. Os sintomas de intoxicação foram mais perceptíveis aos 21 dias após o plantio para a maioria dos herbicidas testados. Ametryn, ametryn + trifloxysulfuron-sodium, atrazine, diuron + hexazinone e sulfentrazone provocaram as maiores reduções de matéria seca e causaram os maiores danos visíveis, ao contrário, bentazon, fluazifop-p-butil, mesotrione e tembotrione foram os menos tóxicos à cultura. O segundo experimento teve como objetivo avaliar a tolerância de cultivares de mandioca a aplicação em pós-emergência dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen em mistura e de forma isolada. Na primeira avaliação de intoxicação visual, aos 7 dias após a aplicação, sintomas mais visíveis de intoxicação ocorreram nas plantas de mandioca tratadas com a mistura de herbicidas e também com fomesafen de forma isolada. A mistura mostrou-se tóxica provocando reduções na matéria seca foliar, matéria seca caulinar, matéria seca da parte aérea, diâmetro do caule, área foliar e altura da planta das cultivares. Apesar dos elevados índices de intoxicação pelo herbicida fomesafen, não foi observado variações significativas no acúmulo de matéria seca pelas cultivares. Tratamentos à base de fluazifop-p-butil foram pouco tóxicos à cultura promovendo resultados semelhantes aos observados para testemunha. No terceiro experimento avaliou-se a tolerância da mandioca ao herbicida mesotrione aplicado aos 30 dias pós-brotação da cultura. Os maiores valores de intoxicação foram encontrados aos 14 e 28 DAA. O herbicida não afetou as variáveis altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e acúmulo de matéria seca de folha, caule, raízes e total. De modo geral os herbicidas bentazon, fluazifop-p-butil, mesotrione e tembotrione apresentaram elevada seletividade a mandioca. No entanto não se recomenda a aplicação em pós-emergência da mistura fluazifop-p-butil e fomesafen por provocarem elevada intoxicação as plantas. O herbicida mesotrione causou baixa

intoxicação aos cultivares de mandioca apresentando elevado potencial para o uso nos programas de manejo de plantas daninhas na mandioca.

Palavras-Chave: *Manihot esculenta* Crantz, crescimento inicial, manejo químico, plantas daninhas

ABSTRACT

VALADÃO SILVA, D. **Effect of Herbicides applied after the emergence of cassava plant.** 2011. 63p. (Dissertation - Master in Plant Science) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

The objective of this work was to evaluate the selectiveness of herbicides applied after the sprouting of cassava plants (*Manihot esculenta* Crantz). To this end three experiments were carried out under a greenhouse. The first experiment evaluated the effects of 22 herbicides, applied 60 days after the emergence of cassava, on the initial growth of the plants. The most visible symptoms of poisoning occurred at 21 days after planting for most products tested. Ametryn, ametryn + trifloxysulfuron-sodium, atrazine, diuron + hexazinone and sulfentrazone caused the greatest reductions in dry matter and caused major damage visible; however, bentazon, fluazifop-p-butyl, mesotrione and tembotrione were the least toxic to the culture. The second experiment aimed to evaluate the tolerance of cultivars of cassava to the post-emergence application of fluazifop-p-butyl and fomesafen in combination and isolately. In the first visual assessment of intoxication, at 7 days after application, the most visible symptoms of intoxication have been observed in the plants treated with the mixture diuron + hexazinone and fomesafen isolated. The mixture proved to be very toxic causing reductions in leaf dry matter, stem dry matters, aerial dry matter, in the stem diameter, the leaf area and the plant height. Despite high rates of poisoning by the herbicide fomesafen was not observed significant variations in dry matter accumulation by cultivars. Treatments based on fluazifop-p-butyl were less toxic to the culture, being these results similar to those observed for the control sample. In the third experiment there was evaluated the tolerance of cassava to the herbicide mesotrione applied at 30 days after the emergency culture. The highest values of poisoning were found at 14 and 28 DAA. The herbicides did not affect the variables plant height, stem diameter, leaf number, leaf area and dry matter accumulation of leaf, stem, roots and total dry matter. In general, the bentazon, the fluazifop.p.butil, and the tembotrione showed high selectivity to the culture. However, the mixture fluazifop-p-butyl + fomesafen is not recommended in post-emergence application because caused toxicity to plants. The herbicide mesotrione caused low toxicity to cassava cultivars showing high potential for use in weeds management programs for cassava.

Keywords: *Manihot esculenta* Crantz, early stages, chemical control, weed

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO I

Pág.

Tabela 1	Tabela 1: Períodos de controle e principais plantas daninhas na cultura da mandioca no Brasil	21
Tabela 2	Tabela 2: Herbicidas registrados para a cultura da mandioca	28

ARTIGO CIENTÍFICO II.

Tabela 1	Tabela 1: Classificação de herbicidas e respectivas dosagens aplicadas em plantas de mandioca	39
Tabela 2	Tabela 2 – Médias de fitotoxicidade em plantas de mandioca aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) de herbicidas	41
Tabela 3	Tabela 3 – Altura das plantas (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF) e diâmetro do caule (DC), em porcentagem em relação à testemunha de plantas de mandioca aos 35 DAA dos herbicidas	43
Tabela 4	Tabela 4 - Matéria seca total (MST), de raízes (MSR), de folhas (MSF) e do caule (MSC) em porcentagem em relação à testemunha, aos 35 DAA dos herbicidas	45

ARTIGO CIENTÍFICO III.

Tabela 1	Tabela 1- Matéria seca de folhas (MSF) e da parte aérea (MSPA) de cultivares de mandioca 35 DAA dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen em mistura e isolados.....	53
Tabela 2	Tabela 2- Valores médios de matéria seca de caule (MSC), raízes (MSR), total (MST), área foliar (AF), número de brotações (NB), diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP) e número de folhas de cultivares de mandioca após a aplicação dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen em pós emergência	54
Tabela 3	Tabela 3- Valores médios de matéria seca de caule (MSC), raízes (MSR), total (MST), área foliar (AF), número de brotações (NB), diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP) e número de folhas de acordo com a dosagem e herbicida aplicado.....	54
Tabela 4	Tabela 4 - Porcentagem de fitointoxicação em variedades de mandioca aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas	56

ARTIGO CIENTÍFICO IV.

Tabela 1	Tabela 1 - Porcentagem de intoxicação em variedades de mandioca aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) do mesotrione	69
Tabela 2	Tabela 2. Altura de plantas de variedades de mandioca aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) do mesotrione	70

Tabela 3	Tabela 3. Diâmetro do caule de variedades de mandioca aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) do mesotrione	70
Tabela 4	Tabela 4. Número de folhas de variedades de mandioca aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) do mesotrione	72
Tabela 5	Tabela 5- Valores médios de matéria seca de folha (MSF), caule (MSC), raízes (MSR), total (MST) e área foliar (AF) de cultivares de mandioca após a aplicação do mesotrione	72

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO CIENTÍFICO III.		Pág
Figura 1	Figura 1 – Matéria seca de folhas de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen, avaliada aos 35 dias após a aplicação.....	57
Figura 2	Figura 2 – Matéria seca do caule de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen, avaliada aos 35 dias após a aplicação.....	58
Figura 3	Figura 3 – Matéria seca da parte aérea de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen, avaliada aos 35 dias após a aplicação.....	58
Figura 4	Figura 4 – Matéria seca total de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen, avaliada aos 35 dias após a aplicação.....	59
Figura 5	Figura 5 – Área foliar de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen, avaliada aos 35 dias após a aplicação.....	59
Figura 6	Figura 6 – Número de folhas de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen, avaliada aos 35 dias após a aplicação.....	60
Figura 7	Figura 7 – Altura de planta de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen, avaliada aos 35 dias após a aplicação.....	60
Figura 8	Figura 8 – Diâmetro do caule de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen, avaliada aos 35 dias após a aplicação.....	61

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO.....	
ABSTRACT.....	
LISTA DE TABELAS.....	
LISTA DE FIGURAS.....	
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	3
ARTIGO CIENTÍFICO I. Manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca	4
Resumo.....	4
Abstract.....	4
1 Introdução.....	5
2 Interferência de plantas daninhas na cultura da mandioca.....	6
3 Período crítico de competição das plantas daninhas.....	9
4 Métodos de controle de plantas daninhas.....	11
5 Considerações Finais.....	16
6 Referências Bibliográficas.....	17
ARTIGO CIENTÍFICO II. Seletividade de herbicidas pós-emergentes para a cultura da mandioca	22
Resumo.....	22
Abstract.....	22
1 Introdução.....	23
2 Material e métodos.....	25
3 Resultados e Discussão.....	27
4 Referências Bibliográficas.....	33
ARTIGO CIENTÍFICO III. Tolerância de cultivares de mandioca aos herbicidas fomesafen e fluazifop-p-butil	36
Resumo.....	36
Abstract.....	36
1 Introdução.....	37
2 Material e Métodos.....	38
3 Resultados e Discussão.....	40
4 Conclusão.....	48
5 Referências Bibliográficas.....	49
ARTIGO CIENTÍFICO IV. Sensibilidade de cultivares de mandioca ao herbicida mesotrione	52
Resumo.....	52
Abstract.....	52

1 Introdução.....	53
2 Material e Métodos.....	54
3 Resultados e Discussão.....	55
4 Conclusão.....	60
5 Referências Bibliográficas.....	60
CONCLUSÃO GERAL.....	62
ANEXO.....	63

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil ocupa a segunda posição na produção de mandioca (12,7% da produção mundial) somente inferior a Nigéria. Estima-se que são gerados no país mais de um milhão de empregos diretos em toda cadeia produtiva da cultura (LEONEL & CEREDA, 2000). Sua produtividade é variável e depende da fertilidade do solo, da variedade cultivada, da idade da cultura, dos tratamentos culturais e do estado fitossanitário da lavoura.

Como toda cultura agrícola, a mandioca está sujeita a uma série de fatores, bióticos e abióticos, que influenciam seu crescimento, desenvolvimento e produtividade econômica. Dentre esses fatores, destacam-se a interferência propiciada pela convivência da cultura com as plantas daninhas que competem por água, luz e nutrientes, estando o grau de severidade dessa competição relacionado com o conjunto de espécies e densidade da comunidade infestante. Além disso, o tempo de cultivo por até dois ciclos requer o controle da infestação inicial planejado evitando reduzir a produção de raízes (DEUBER, 1997).

As informações sobre as estratégias no manejo das plantas daninhas na cultura ainda são insuficientes para que o produtor possa tomar uma decisão segura para o controle a ser definido.

Considerando-se as opções de controle de plantas daninhas, o uso de herbicidas tem se destacado pela facilidade de manuseio e menor custo comparado à capina. Somente em 2009, foram comercializadas 725 mil toneladas de produtos formulados no país. Os herbicidas lideraram com 59% (429.693 toneladas), seguido por inseticidas e acaricidas com 21% (150.189 toneladas), fungicidas com 12% (89.889 toneladas) e outros com 8% (55.806 toneladas) (MENTEN et al., 2010). Estão registrados no país cerca de 470 formulações de aproximadamente 100 ingredientes ativos, sendo que desses apenas 5 possuem registro para o uso na cultura da mandioca (MAPA, 2011).

A busca pela regulamentação dos defensivos agrícolas para a mandioca vem de longa data – entre 15 e 20 anos – sendo que o setor produtivo conta com poucos produtos registrados para o controle de insetos, pragas e plantas daninhas (ABAM, 2010). No ano de 2010, indústrias fabricantes de defensivos agrícolas assumiram o

compromisso de legalizar suas formulações para o setor, sendo os produtos químicos para o controle de plantas daninhas uma das principais urgências dos produtores.

No caso particular da cultura da mandioca, que exige revolvimento do solo no processo de preparo para o plantio e por ocasião da colheita, o controle químico das plantas daninhas pode ser vantajoso, inclusive do ponto de vista ambiental por diminuir a exposição do solo na fase de desenvolvimento da cultura.

Tanto para a mandioca, como para qualquer outra espécie cultivada, a recomendação de um herbicida está condicionada a sua seletividade, ou seja, a sua capacidade de eliminar espécies vegetais indesejáveis sem promover reduções economicamente significativas, tanto na qualidade quanto na quantidade produzida pela cultura (VELINI et al., 2000). De maneira geral, devido às similaridades morfológicas e fisiológicas entre a cultura e as plantas daninhas, a aplicação de um herbicida pode ou não promover sintomas visuais de intoxicação às plantas cultivadas, sendo esta, o primeiro parâmetro avaliado na determinação da seletividade. Entretanto, no caso da ocorrência destes sintomas, geralmente caracterizados por injúrias foliares e paralisação de crescimento, não evoluírem provocando a morte dos indivíduos afetados, são considerados de pequena relevância se analisados de forma isolada (TERRA, 2003).

De outra forma, a ausência de injúrias visuais nas plantas tratadas com um determinado herbicida, também não é suficiente para determinar a sua tolerância a este produto, sendo necessária para tal, uma avaliação mais detalhada do crescimento da cultura. Diante do exposto, procurou-se, com esse trabalho, numa primeira etapa apresentar uma revisão sobre o manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca, com ênfase para o controle químico, e na segunda etapa realizar experimentos para avaliação da sensibilidade da cultura a vários herbicidas disponíveis no mercado brasileiro para aplicações em pós-emergência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAM, **Associação Brasileira dos produtores de amido de mandioca**. 2010. Acesso em 18 Jul 2011. Disponível em: http://www.abam.com.br/revista/revista12/def_agri1.php

ALBUQUERQUE, J.A.A. et al. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta daninha** v.26 n.2, p. 279-289, 2008.

DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: manejo**. Campinas: O Autor, 1997. v. 2, 284 p.

LEONEL, M.; CEREDA, M.P.. Avaliação da concentração de pectinase no processo de hidrólise-sacarificação do farelo de mandioca para obtenção de etanol. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** ,v. 20, n.2, pp. 220-227, 2000.

MAPA. http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. Acesso em: 01/03/2011.

MENTEN ,J.O.M. et al. **O setor de defensivos agrícolas no Brasil**. 2010. Acesso em: 18 Jul 2011. Disponível em: www.sindag.com.br/upload/OSetordeDefensivosagricolasnoBrasil.doc

PEIXOTO, C.P. **A mandioca**. In: Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca. Klunge. In: PAULO,R.C.; CASTRO, RICANDO, A. São Paulo: Nobel, 1999. P.109-125.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.) **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 17-62, cap.2.

TERRA, M. A. **Seletividade de diclosulam, trifloxysulfuron-sodium e ametryne a variedades de cana-de-açúcar**. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

VELINI, E. D. et al. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré ou pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana-planta). **Planta Daninha**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 123-134, 2000.

ARTIGO CIENTÍFICO I: MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MANDIOCA

Resumo

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada em vários países, sendo de grande importância como fonte de energia para alimentação humana e animal, e na geração de empregos e renda. No Brasil, apesar dessa cultura apresentar alto potencial produtivo, em alguns estudos alcançando valores superiores a 100 t ha⁻¹ de raízes, a produtividade nacional é baixa, atribuída em grande parte ao manejo inadequado das plantas daninhas. A interferência dessas plantas resulta em competição pelos recursos essenciais como nutrientes, água e luz. Além disso, o controle realizado de maneira incorreta das plantas daninhas nos mandiocais dificulta outros tratos culturais e aumenta os custos de produção. Nesta revisão são abordados os aspectos relativos ao manejo das plantas daninhas na cultura, descrevendo, de forma detalhada, os principais componentes de interferência. Discute-se, em várias situações, o período crítico de competição. Por fim, são apresentados os principais métodos de controle visando à utilização do manejo integrado como forma sustentável do controle de plantas daninhas nessa cultura.

Palavra chave: *Manihot esculenta*, Interferência, Períodos de controle, Manejo integrado.

Abstract

WEED MANAGEMENT IN CASSAVA'S CROPS

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is grown in many countries, being of great importance as an energy source for food, and for generating jobs and income. In Brazil, although this crop has high yield potential in some studies reaching values above 100 t ha⁻¹ roots, national productivity is low, which can be attributed largely to inadequate management of weeds. The interference of weeds results in competition for essential resources such as nutrients, water and light. Furthermore, the weed's control performed incorrectly in cassava crops can make difficult the management and increases production costs. In this paper, aspects related to weed management within the culture are discussed, describing in detail the main components of interference. It is also argued, in many situations, the critical period of competition. Finally, are presented the

main methods of control aimed at the use of integrated management as a sustainable way of controlling weeds in this crop.

Keywords: *Manihot esculenta*, Interference, Periods of control, Integrated management.

1- INTRODUÇÃO

Dentre todas as culturas, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é considerada como a de mais alta produtividade de calorías, a de maior eficiência biológica como fonte de energia, além de apresentar boa adaptação a solos deficientes em nutrientes (Nassar, 2006). Nativa do Brasil, sua cadeia produtiva emprega cerca de dois milhões de pessoas. Apesar de apresentar alto potencial produtivo, alcançando em alguns estudos valores superiores a 100 t ha⁻¹, a produtividade nacional é baixa (14,26 t ha⁻¹) (IBGE, 2010). Segundo Albuquerque et al., (2008), o manejo inadequado das plantas daninhas é um dos principais fatores que contribuem para a baixa produtividade da cultura mandioca no Brasil.

Entre as práticas de manejo utilizadas nos mandiocais o controle de plantas daninhas é muitas vezes negligenciado pelos pequenos produtores por acreditarem que, por ser esta cultura rústica, não precisam se preocupar com o controle. Todavia, dentre os fatores bióticos, essas plantas são tidas como um dos principais componentes do agroecossistema da cultura que interferem no desenvolvimento e na produtividade da cultura da mandioca (ALBUQUERQUE et al., 2008). O grau de interferência das plantas daninhas depende de fatores ligados à própria cultura, à comunidade infestante, ao ambiente e ao período em que elas convivem (SILVA et al., 2005). Segundo Azevedo et al. (2000), a cultura da mandioca possui crescimento inicial lento, deixando o solo descoberto, facilitando desta forma, o desenvolvimento de plantas daninhas que competem pelos fatores de produção. A presença de plantas daninhas na área de cultivo pode resultar na redução no número, massa e teor de amido de raízes da mandioca.

Nesta revisão procurou-se abordar os aspectos relativos ao manejo das plantas daninhas na cultura da mandioca, descrevendo, de forma detalhada, os principais componentes de interferência. Discute-se também, em várias situações, o período crítico de competição. Por fim, são apresentados os principais métodos de controle visando à utilização do manejo integrado como forma sustentável no controle de plantas daninhas.

2 -INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MANDIOCA

O cultivo da mandioca pode ter ciclos de menos de um ano quando a finalidade é o consumo *in natura* ou mais de dois anos quando para a indústria. Em decorrência, a cultura está sujeita a vários ciclos de infestação de plantas daninhas. Estas são favorecidas ainda pela arquitetura da copa, espaçamento de cultivo e lento crescimento inicial da mandioca. A intensidade da competição imposta pelas plantas daninhas varia com a duração do período de convivência e estágio da cultura. Manter a cultura livre de quaisquer outras plantas na entre linha ou mesmo entre plantas pode favorecer a erosão do solo, impedir ciclagem de nutrientes e dificultar o manejo de pragas e doenças, promovendo baixa sustentabilidade à atividade (SILVA et al., 2007).

O plantio de mandioca é feito em todo território brasileiro sendo as características de cultivo discrepantes em duas regiões do país: centro-sul e região norte-nordeste (PERESSIN & CARVALHO, 2002). A primeira região é caracterizada principalmente pela mecanização no plantio e, em menor escala, da colheita, pelo uso crescente de herbicidas, pela adubação química e pela constante renovação e/ou introdução de cultivares. Já na região norte-nordeste o cultivo da mandioca é realizado sem irrigação, manejo do solo, controle de doenças e pragas e é comum a prática do policultivo.

Em geral, a interferência das plantas daninhas altera o crescimento e o desenvolvimento das plantas de mandioca causando redução do tamanho, peso e número de raízes destas. De acordo com Peressin & Carvalho (2002) os gastos com controle das plantas daninhas nos mandiocais representam aproximadamente 40% do custo de produção. Segundo esses autores, não controlar as invasoras pode provocar reduções em até 70% no rendimento da cultura. Todavia, a magnitude desta redução depende, entre outros fatores, das espécies infestantes presentes na área.

Levantamentos realizados por diversos autores (ALCANTARA et al., 1982, ALCANTARA et al., 1983, PERESSIN et al., 1998, MOURA, 2000, AZEVÊDO et al., 2000, CARVALHO et al., 2004, JOHANNES & CONTIERO, 2006, ALBUQUERQUE et al., 2008, GUGLIERI et al., 2009, PINOTTI et al., 2010, BIFFE et al., 2010) identificaram dezenas de espécies de plantas daninhas, de vários gêneros e famílias,

infestando mandiocais. Estas espécies variam de acordo com o local, com a época de plantio, com o manejo e com o histórico da área. Na Tabela 1, são apresentados os resultados de trabalhos com períodos de controle e as principais espécies de plantas daninhas encontradas em mandiocais em diferentes locais do Brasil, os quais estão agrupados em duas grandes regiões produtoras. Embora muitas dessas espécies sejam comuns às diversas regiões do país, observa-se que cada Estado e região apresentam suas peculiaridades quanto às espécies de plantas daninhas predominantes. Deste modo, pode-se atribuir as variações na interferência das plantas daninhas à diversidade de situações nas quais as lavouras são conduzidas no Brasil (época de plantio, cultivares, ciclos de cultivo, espécies infestantes). Nos casos onde é relatada a maior agressividade da interferência das plantas daninhas, as produtividades são próximas a 10% daquelas obtidas em testemunhas capinadas (CARVALHO et al. 1990; CARVALHO et al., 1993; PERESIN et al., 1998; MOURA; 2000; JOHANNNS & CONTIERO, 2006).

Entre os efeitos decorrentes da presença de plantas daninhas, o sombreamento promovido pelas espécies que se desenvolvem mais rapidamente na fase inicial do crescimento da cultura parece ser o mais relevante (CRUZ & PELACANI ,1993). De acordo com estes autores à medida que a porcentagem de sombreamento na mandioca aumenta a altura da planta se eleva sem, no entanto haver acréscimo no acúmulo de biomassa caular e o índice de área foliar decresce. Os mesmos autores concluem que com menor exposição à luz, a matéria seca de caule e folhas e o rendimento de raízes da mandioca são comprometidos. Como consequência, o sombreamento promove atraso na formação e diminui a taxa de crescimento das raízes tuberosas.

Tabela 1: Períodos de controle e principais plantas daninhas na cultura da mandioca no Brasil

Região	Estado	Cultivar	Períodos Avaliados*			Principais Infestantes	Referências
			PAI	PCPI	PTPI		
Centro Sul	Minas Gerais	n.i.	60	60 a 120	120	n.i.	Alcântara et al., 1982
	Minas Gerais	Cacauzinha	25	25 a 75	75	<i>Bidens pilosa</i> , <i>Raphanus raphanistrum</i> , <i>Cyperus rotundus</i> e <i>Commelina benghalensis</i>	Albuquerque et al., 2008
	Minas Gerais	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	<i>Acanthospermum australe</i> , <i>Sida rhombifolia</i> e <i>Borreria acata</i>	Alcântara et al., 1983
	São Paulo	SRT 59 - Branca de Santa Catarina	n.i.	n.i.	n.i.	<i>Bidens pilosa</i> , <i>Digitaria horizontalis</i> , <i>Sida</i> sp., <i>Panicum maximum</i> , <i>Gamochaeta spicat</i> , <i>Richardia brasiliensis</i> , <i>Cenchrus echinatus</i> , <i>Digitaria insularis</i> , <i>Eupatorium pauciflorum</i> e <i>Brachiaria plantaginea</i>	Peressin et al., 1998
	São Paulo	IAC 576-70	n.i.	n.i.	n.i.	<i>Brachiaria decumbens</i> e <i>Digitaria horizontalis</i>	Pinotti et al., 2010
	Mato Grosso do Sul	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	<i>Urochloa brizantha</i> e <i>Chamaesyce hyssopifolia</i>	Guglieri et al., 2009
	Paraná	Fécula Branca	60	60 a 90	90	<i>Digitaria horizontalis</i> , <i>Euphorbia heterophylla</i> , <i>Brachiaria plantaginea</i> , <i>Bidens pilosa</i>	Johanns & Contiero, 2006
	Paraná	Fécula Branca	18	18 a 100	100	<i>Cenchrus echinatus</i> , <i>Brachiaria decumbens</i> , <i>Digitaria horizontalis</i> , <i>Sida rhombifolia</i> , <i>Acanthospermum hispidum</i> , <i>Ipomoea grandifolia</i> , <i>Raphanus ativus</i> e <i>Bidens pilosa</i>	Biffe et al., 2010
Norte-Nordeste	Acre	Rosada, Pão	30	30 a 60	60	<i>Panicum maximum</i> e <i>Pueraria phaseoloides</i>	Moura, 2000
	Acre	IM 319 e Rasgadinha	30	30 a 60	60	<i>Capim-colonião</i> , <i>capim-milhã</i> e <i>puerária</i>	Moura, 2000
	Bahia	Olho Roxo	n.i.	n.i.	n.i.	<i>Eupatorium ballataefolium</i> , <i>E. laevigatum</i> Lam., <i>Richardia brasiliensis</i> , <i>Solanum erianthum</i> e <i>Blainvillea rhomboidea</i>	Azevêdo et al., 2000
	Bahia	Cigana preta (BGM 116)	20 a 30	20 a 135	135	<i>Capim colchão</i> , <i>Cenchrus echinatus</i> , <i>Acanthospermum australe</i> , <i>Richardia brasiliensis</i> , <i>Senna obtusifolia</i> , <i>Commelina benghalensis</i> e <i>Rhynchelytrum repens</i>	Carvalho et al., 2004

n.i.= Não Informado pelos autores; * Dias após o plantio; PAI= Período anterior à interferência; PCPI= Período crítico de prevenção da interferência; PTPI= Período total de prevenção da interferência.

O manejo inadequado das plantas daninhas afeta de modo drástico o crescimento de parte aérea de plantas de mandioca (CARVALHO et al.; 1990). Segundo Albuquerque et al. (2008), a produção de parte aérea é de grande importância para a mandiocultura como material de propagação, produção de forragem para alimentação animal, além de ser a parte da planta responsável pela absorção de luz e fornecimento de fotoassimilados às raízes. De acordo com Johanns & Contiero (2006) existe correlação direta entre o período de convivência da cultura com as plantas daninhas e a redução do estande final de plantas e do número de raízes por planta. Entretanto, Moura (2000) e Carvalho et al. (1993) verificaram que os teores de amido e de ácido cianídrico não foram influenciados pelas plantas daninhas.

Além dos efeitos das plantas daninhas sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas de mandioca; essas podem atuar como hospedeiras de pragas que atacam a cultura provocando perdas e até inviabilizando seu cultivo, em determinadas situações. Assunção et al. (2006) relataram que vírus do gênero *Begomovirus* provenientes de plantas daninhas geralmente pertencentes as famílias *Malvaceae*, *Euphorbiaceae* e *Fabaceae* podem ser transmitidos para plantas de mandioca provocando queda de suas folhas e redução da produtividade de raízes. A buva (*Conyza canadensis*) é hospedeira da espécie de cochonilha *Protortonia navesi* que ataca as raízes de mandioca podendo ocasionar redução no teor de amido e produtividade da cultura (OLIVEIRA & FONTES, 2008). De acordo com os mesmos autores o controle eficaz das plantas infestantes pode limitar a sobrevivência das pragas reduzindo a reinfestação de espécies vegetais suscetíveis. Entretanto, é importante a promoção de práticas de manejo que viabilizem a presença de inimigos naturais nas infestantes como estratégia de controle das pragas da cultura.

3 -PERÍODO CRÍTICO DE COMPETIÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS

As culturas e as plantas daninhas, sob certas condições, podem crescer juntas por um período sem prejuízo significativo à produção denominado de período anterior à interferência. Após esse período, a presença das plantas daninhas pode reduzir a produção da cultura. Visando sistematizar o estudo da interferência das plantas daninhas que emergem nos ecossistemas agrícolas, Pitelli e Durigan (1984) estabeleceram três períodos: período total de prevenção de interferência (PTPI), período anterior à

interferência (PAI) e período crítico de prevenção de interferência (PCPI); nos quais consistem o período de controle da comunidade infestante para otimizar o uso da água, da luz, de nutrientes minerais e do espaço físico. A determinação do período crítico de competição requer métodos específicos, porém clássicos, de pesquisas com plantas daninhas.

Tem-se preconizado que não é necessário manter a cultura no limpo durante todo o seu ciclo para se obter as maiores produtividades. Inicialmente (logo após a brotação da cultura) pode existir convivência pacífica entre plantas daninhas e a mandioca. De maneira geral essa fase coincide com a brotação da maniva e o início da formação das raízes e parte aérea (Peressin & Carvalho, 2002). Após esse período a planta continua a formação de suas estruturas vegetativas e mesmo admitindo-se o grande espaçamento entre plantas, a velocidade de cobertura do solo pela diversidade de infestantes promoverá, em curto período de tempo, a interferência. Esse período tem sido relatado recentemente por Biffe et al. (2010) como sendo de 82 dias, contudo, tem variado para diferentes locais e condições (Tabela 1).

Para a mandioca cultivada por um ciclo vegetativo (oito a doze meses), o controle das plantas daninhas é menos problemático comparado ao cultivo estendido a mais de 20 meses - o mais comumente utilizado. Neste último, o controle das plantas infestantes, no segundo ano, apesar de menos oneroso, pode tornar-se difícil, pois a cultura já apresenta parte aérea formada dificultando a entrada na área, para o controle (PERESSIN & CARVALHO, 2002). Neste caso, entre os dois ciclos, a cultura entra em repouso fisiológico. Essa fase é caracterizada pela queda das folhas e redução da atividade metabólica da planta, e, sua duração está em função, principalmente, de condições ambientais. Portanto, é nesse período que inicia a nova infestação da área com as plantas daninhas. Faz-se assim necessário o controle para evitar prováveis prejuízos como também para facilitar a colheita. Nesta fase, alguns produtores realizam a poda das plantas de mandioca, no entanto, ao mesmo tempo em que facilita o controle por meio da capina, também favorece o surgimento de nova infestação das plantas daninhas.

Com base nas informações apresentadas na Tabela 1, verifica-se que para a região centro-sul valores para PAI, PCPI e PTPI variam de 25 a 60, 25 a 120 e 75 a 120 dias, respectivamente. Na região norte-nordeste o valores para PAI variaram de 20 a 30

dias, de PCPI de 30 a 135 dias e o PTPI de 60 a 135 dias. Em estudo realizado na Nigéria, Alabi et al. (2004) recomenda manter o mandiocal livre da interferência dos 35 aos 77 dias após o plantio. Segundo Melinfonwu (1994), de modo geral a prevenção deve ser realizada até aos 84 dias após o plantio, mas quando cultivado em consórcio com o milho esse período poderá ser reduzido para 56 dias. Observa-se que os períodos de controle não são absolutos e variam muito, pois dependem de fatores que afetam o sistema de produção (espaçamento de cultivo, espécies e densidades de plantas daninhas, cultivar utilizado, sistemas de condução da lavoura, regime hídrico, entre outros). Deste modo os valores de o PAI, PCPI e PTPI devem ser analisados considerando-se a localização, a caracterização do ambiente e o sistema de cultivo (ou de produção) da lavoura de mandioca.

4- MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

A escolha do método de controle de plantas daninhas na cultura de mandioca está diretamente relacionada às condições financeiras do agricultor e seu acesso à mão-de-obra e equipamentos. Os métodos utilizados para o controle serão mais eficientes se considerados como componente do sistema de produção da cultura.

O método cultural de controle consiste no uso de todas as práticas agrícolas que asseguram o pleno desenvolvimento da cultura possibilitando vantagens na competição com as plantas daninhas (SILVA et al., 2007). Essas práticas consistem no plantio de cultivares adaptadas às condições de clima e solo; uso de manivas sadias; profundidade, espaçamentos e arranjos de plantas corretos para as diferentes cultivares; preparo do solo e adubações de plantio adequado. Especialmente na cultura da mandioca o espaçamento e arranjo de plantas são importantes ferramentas no controle de plantas infestantes. Silva & Ceretta (1986) afirmam que o sistema plantio da mandioca em fileiras simples, comparado ao de fileiras duplas, promove o fechamento do solo mais rapidamente contribuindo para melhor controle das plantas daninhas. Oliveira et al. (1998) também constataram que menores espaçamentos favorecem a cobertura precoce do terreno, diminuindo os custos de controle das infestantes. Pode-se inferir efeito da arquitetura de parte aérea do cultivar sobre o tempo de fechamento das plantas na linha e na entrelinha, e, quanto maior for o ângulo de ramificação do cultivar em relação à vertical (o que confere porte mais esgalhado), mais rápido será a cobertura do terreno.

Ensaio de competição entre plantas daninhas e a cultura da mandioca demonstrou que o cultivar Periquita, por apresentar caule com três ramificações (tricotômico) e ser uma planta compacta (arquitetura de planta “moderna”), proporcionou maior cobertura foliar e ocupação uniforme da área, o que pode levar, quando em espaçamentos menores, à redução da disponibilidade de radiação solar para fotossíntese das espécies infestantes. Porém conforme Moura (2000), o hábito de ramificação de plantas de mandioca não confere vantagens no que se refere à produtividade de raízes e a competição com plantas daninhas. Entretanto, a definição do espaçamento e do arranjo espacial deve considerar a cultivar a ser utilizada para que os fatores de produção não sejam afetados.

No método mecânico o preparo periódico do solo promove o controle de plantas daninhas por meio do efeito mecânico de quebra, do arranque e da exposição das estruturas das plantas à secagem pelo sol, fato que promove a redução do banco de sementes do solo (SILVA et al., 2005). Segundo Otsubo et al. (2008), o plantio direto ou o cultivo mínimo associado ao uso de plantas de cobertura do solo pode aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção de mandioca e auxiliar no controle das daninhas, pois oferece melhores condições ao crescimento e desenvolvimento da cultura, favorecendo-a na competição com as invasoras. O não revolvimento do solo permite maior espaço de tempo útil para o plantio, que deve ser realizado quando o solo apresenta teor de água suficiente para a brotação das manivas (FILHO et al., 2003). Almeida (1991) relata que a cobertura morta, principalmente de *Avena strigosa*, exerce efeitos alelopáticos sobre várias espécies de plantas daninhas, reduzindo o crescimento e interferência dessas espécies sobre a cultura principal.

A melhora da fertilidade do solo promove efeitos diretos no desenvolvimento da mandioca. Carvalho et al. (2007) ressalta a importância da adubação fosfatada para melhor resposta da cultura em crescimento da parte aérea e acúmulo de biomassa nas raízes. Do mesmo modo, Ossoin (2010) recomenda a aplicação de 60 t ha⁻¹ de torta de filtro por permitir o maior desenvolvimento da cultura e cobertura do solo, contribuindo para o controle das plantas daninhas. Amanullah et al. (2006) sugerem que a compostagem de esterco de galinha (10 t ha⁻¹) aumenta a produtividade e o índice de área foliar da cultura sombreando as plantas daninhas e inibindo seu crescimento.

O estabelecimento de consórcios entre culturas de valor econômico e adubos verdes é outra medida cultural que pode reduzir os gastos com controle de plantas

daninhas. Além disso, pode promover renda adicional ao produtor, melhor cobertura do solo, aporte de nutrientes e matéria orgânica, distribuição da força de trabalho e manutenção do equilíbrio biológico no agroecossistema (DEVIDE et al., 2009). Dentre as espécies com potencial de consórcio com mandioca se destacam o feijão-guandu (*Cajanus cajan*), o girassol (*Helianthus annuus*) e o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) (SILVA et al., 2009). Além dessas espécies, outras como o feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), o milho (*Zea mays*), o amendoim (*Arachis hypogaea*), a soja (*Glycine max*) e o quiabo (*Abelmoschus esculentus*) são cultivadas em consórcio com a cultura da mandioca e na população e arranjos corretos não causam decréscimo na produção da mesma (TSAY et al., 1987; MATTOS et al., 1990; MATTOS et al., 1994; OLASANTAN & BELLO, 2004; SCHONS et al., 2009). O consórcio pode ser efetuado com a cultura da mandioca plantada em fileiras simples ou duplas, sendo que esta apresenta vantagens, devido ao melhor uso dos espaços livres que existem entre cada fileira dupla e mínima redução da produtividade das culturas (MATTOS et al., 2000). Schons et al. (2009) recomendam o arranjo de mandioca em fileiras duplas no espaçamento de 1,6 x 0,5 x 0,6 m com uma fileira de milho no espaçamento de 0,8 m x 0,2 m ou duas fileiras no espaçamento de 0,4 m x 0,4 m dispostas entre as fileiras duplas de mandioca, com semeadura na emergência da mandioca.

A mandioca apresenta porte médio entre 0,6 e 3 metros (VIDIGAL FILHO et al., 2000) e a disposição das linhas de plantio pode promover até 100% de sombreamento, considerando-se a radiação direta ao solo. Cultivares de porte mais baixo como Fibra, Verdinha e Espeto poderão permitir mais passagem de luz caso o direcionamento das linhas acompanhe o caminhamento do sol. Em tais situações, é interessante o consórcio, uma vez que a entrada de luz na entrelinha possibilitará melhor desenvolvimento de outras plantas. Entretanto, sabe-se, na prática, que o direcionamento de linhas está normalmente em função da declividade do terreno.

Em diversas regiões do Brasil, a capina manual com enxada ainda é o método de controle de plantas daninhas mais utilizado nos mandiocais, principalmente onde se pratica a agricultura de subsistência. No entanto, devido à escassez de mão-de-obra, esse tipo de controle tem sido substituído. Conforme Alves e Silva (2003), a participação da mão-de-obra em capinas manual representava 30% do custo total de produção de mandioca no estado de São Paulo. Segundo Silva & Chabaribery (2006)

para a capina mecânica e manual representam cerca de 25,7 % do custo operacional total da cultura. Moura (2000) considera suficiente para o controle das plantas daninhas nos mandiocais duas capinas realizadas aos 30 e 60 dias após o plantio, no Estado do Acre. O mesmo número de capinas é suficiente para controlar as plantas daninhas na Nigéria, onde, no entanto o controle químico mostrou-se mais econômico quando comparado aos custos das capinas (AKOBUNDU ,1980; MELIFONWU, 1994). Uma alternativa para diminuir os custos é a redução do número de capinas, através da associação entre os métodos de controle.

O método químico de controle das plantas daninhas se caracteriza por permitir a intervenção em grandes áreas com pouca dependência de mão-de-obra e rapidez na aplicação. A resposta da mandioca à aplicação de herbicidas varia desde a total seletividade para alguns produtos até o completo comprometimento da produção por causa da intoxicação provocada à cultura (ALCÂNTARA & SOUZA, 1982; OLIVEIRA JR., 1994). Atualmente, existem registrados no mercado brasileiro (MAPA 2011), 12 princípios ativos com ação herbicida para a cultura da mandioca, sendo de apenas três diferentes mecanismos de ação (Tabela 2). Dentre estes herbicidas recomendados para a cultura da mandioca o clomazone e o isoxaflutole são inibidores da síntese de carotenóides com eficiência em espécies gramíneas anuais e perenes, e de folhas largas. As doses recomendadas devem ser diferenciadas para cada tipo de solo (OLIVEIRA JR et al., 2001). Outro grupo de herbicida que possui representante com registro para uso cultura da mandioca são os inibidores do fotossistema II (ametryn e metribuzin). Estes são recomendados para uso antes da brotação das manivas e emergência das plantas daninhas (MAPA 2011), para controle de folha larga. Misturas de ametryn + clomazone e ametryn + diuron , ambas aplicadas em pós-emergência das plantas daninhas e quando a mandioca estava com 5 a 10% das brotações emergidas, foram seletivas para cultura e eficientes no controle de *Bidens pilosa*, *Comelinaa benghalensis*, *Raphanus sativus* e *Sida rhombifolia* (OLIVEIRA JR. et al., 2001). Os herbicidas diuron, metribuzin e isoxaflutole, quando aplicados em pré-emergência da cultura, não afetaram o acúmulo total de matéria seca da variedade de mandioca Fécula Branca (ARANTES ET AL., 2007). Atualmente existe apenas um herbicida registrado para uso em pós-emergência para a mandioca no Brasil, o cletodim. Este é recomendado

para o controle de gramíneas anuais e perenes, pois apresenta pouca ou nenhuma atividade sobre as plantas daninhas de folhas largas e ciperáceas (MAPA 2011).

Talvez por falta de interesse das indústrias de defensivos, há diversas moléculas de herbicidas que possibilitaram resultados de pesquisa satisfatórios no controle das plantas daninhas sendo seletivos para a mandioca, porém, que ainda estão sem registro. Dentre estes produtos, estão o aciclofen para uso em pós-emergência, o acetolachlor, alachlor, flumioxazin, metolachlor e trifluralin, todos aplicados em pré-emergência (Oliveira Jr. et al., 2001). Biffe et al. (2007a) relatam que o herbicida diuron aplicado em pré-emergência total ou em pós-emergência em jato dirigido proporciona controle satisfatório para muitas espécies de plantas daninhas, gramíneas e dicotiledôneas.

Tabela 2. Herbicidas registrados para a cultura da mandioca (MAPA, 2011).

Marca Comercial	Ingrediente Ativo (Grupo Químico)	Dosagem	Época de aplicação
Ametrex WG	<u>ametryn (triazina)</u>	2,0-3,0 L/ha	Pré-emergente
<u>Clomanex 500 EC</u>	<u>clomazone (isoxazolidinona)</u>	1,6-2,0 L/ha	Pré-emergente
<u>Clomazone 500 EC FMC</u>	<u>clomazone (isoxazolidinona)</u>	1,6-2,0 L/ha	Pré-emergente
<u>Gamit</u>	<u>clomazone (isoxazolidinona)</u>	1,6-2,0 L/ha	Pré-emergente
<u>Gamit 360 CS</u>	<u>clomazone (isoxazolidinona)</u>	1,7-2,8 L/ha	Pré-emergente
<u>Herbipak WG</u>	<u>ametryn (triazina)</u>	2,0-3,0 L/ha	Pré-emergente
Lord	<u>cletodim (oxima ciclohexanodiona)</u>	0,35-0,45 L/ha	Pós-emergente
<u>Magister</u>	<u>clomazone (isoxazolidinona)</u>	1,6-2,0 L/ha	Pré-emergente
<u>Provence 750 WG</u>	<u>isoxaflutole (isoxazol)</u>	100-125 g/ha	Pré-emergente
<u>Select 240 EC</u>	<u>cletodim (oxima ciclohexanodiona)</u>	0,35-0,45 L/ha	Pós-emergente
<u>Sencor 480</u>	<u>metribuzin (triazinona)</u>	0,75-1,0 L/ha	Pré-emergente
Sinerge EC	<u>ametryn (triazina) + clomazone</u> <u>(isoxazolidinona)</u>	3-5 L/ha	Pré-emergente

Biffe et al. (2010) avaliaram diversos herbicidas aplicados isolados ou mistura em pré-emergência em dois cultivares de mandioca, Fécula Branca e Fibra. De maneira geral, os tratamentos ametryn+clomazone, ametryn+trifluralin, metribuzin, diuron, isoxaflutole, isoxaflutole+metribuzin, isoxaflutole+diuron e S-metolachlor, para os dois cultivares, mostraram-se seletivos nas doses avaliadas. Em outra pesquisa, constatou-se que o herbicida alachlor, aplicado em pré-emergência, mostrou-se eficaz no controle de *Cenchrus echinatus*, *Digitaria horizontalis* e *Commelina benghalensis* na cultura da

mandioca enquanto o trifluralin promoveu bom controle de *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea*, *Eleusine indica* e *Digitaria*. (ALONSO et al., 2007).

Além da aplicação em pós-emergência de herbicidas seletivos, pode-se também utilizar moléculas não seletivas, seja em jato dirigido ou aplicação logo após a poda da mandioca. Recomendam-se os herbicidas à base de glyphosate em aplicações dirigidas, 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. Pode-se acrescentar ainda um herbicida pré-emergente, com efeito residual para aumentar o período de controle (SILVA, 2009).

De modo geral o manejo integrado de plantas daninhas têm se mostrado a melhor ferramenta para o controle na cultura da mandioca. Medidas como utilização da capina ou emprego direto de herbicidas podem ser considerados como de curta duração, sendo responsáveis por controle apenas temporário, havendo necessidade de novas intervenções a cada novo ciclo de infestação. O emprego de práticas como o consorciamento e o plantio direto auxilia no controle eficiente quando combinado com capina e o controle químico. Deste modo, torna-se importante ao produtor utilizar-se dos diversos métodos de controle discutidos anteriormente para que essa prática seja mais econômica e menos danosa ao ambiente do que o uso exclusivo de herbicidas.

5 -CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cultivares de mandioca estão sendo lançadas a cada ano, com novas características de arquitetura, de espaçamento de plantio e de ciclo. O comportamento desses cultivares em relação à competição com as plantas daninhas deve ser melhor estudado pelos pesquisadores, a fim de auxiliar o produtor na escolha do momento e métodos correto para o controle. Também é necessário desenvolver novos estudos sobre a eficiência dos métodos de controle, além de avaliar o custo destes para o produtor de mandioca. Estudos sobre o nível de dano econômico das principais plantas infestantes dos mandiocais auxiliariam na escolha do momento para a prevenção da interferência. Como foram discutidos anteriormente os resultados sobre período de controle e as principais infestantes são variados de acordo com as particularidades de cada local de cultivo, tornando-se necessário esse tipo de estudo nas principais regiões produtoras.

O controle cultural mostra-se eficiente no manejo de plantas daninhas, principalmente com a utilização dos cultivos consorciados. Diversos estudos já comprovaram a eficiência da mandioca nesse sistema, além de otimizar o uso da área e proporcionar fonte de renda produtor. No entanto, estudos sobre a integração mandioca-pecuária e sobre a utilização de herbicidas nesse sistema, como também no consorciado, não existem ou são incipientes sendo importante o desenvolvimento de pesquisas nessas áreas. Por ser em muitas regiões cultura de subsistência, estratégias como o estabelecimento de consórcios com outras culturas e adubos verdes ajudam no controle. No entanto são poucas as informações do número de intervenções necessárias para o controle nesse tipo de sistema.

Há necessidade de mais estudos sobre métodos integrados de controle de plantas daninhas envolvendo herbicidas seletivos para a cultura da mandioca, principalmente, para aplicação em pós-emergência da cultura devido ao longo ciclo e a reinfestação da área pelas daninhas. O MIPD mostra-se como a estratégia de manejo mais eficiente para o controle por promover condição adequada para que a mandioca tenha vantagem sobre a espécie infestante, além de otimizar o sistema de manejo da cultura.

Agradecimentos

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALABI, B. S., et al.. Manual control of thorny mimosa (*Mimosa invisa*) in cassava (*Manihot esculenta*). **Weed Technol.**, v. 18, n. 1, p. 77-82 ,2004.

ALBUQUERQUE, J.A.A. et al. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*), **Planta daninha** v.26 n.2, p. 279-289, 2008.

ALCÂNTARA, E.N. et al. Determinação do período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Belo Horizonte: **EPAMIG**, 1983. p.147-149.

ALCÂNTARA, E.N.; LIMA, P.C. Efeito de doses de herbicida para a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: **EPAMIG. Projeto Mandioca**, relatório 76/79. 1982. Belo Horizonte, EPAMIG. p.130-135.

ALMEIDA, F.S. de. **Controle de plantas daninhas em plantio direto**. Londrina: IAPAR, 1991. 34p.

ALONSO, D.G. et al. Avaliação da eficácia e viabilidade de trifluralina nortox gold na cultura da mandioca. **Rev. raízes amidos trop.**, Botucatu, v.3, 2007. P.???

ALVES, A.A.C.; SILVA, A.F. Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Cultivo da Mandioca para a Região Semi-Árida**. Disponível em http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarido/coeficientestecnicos.htm. , 2003. Acesso em: 05/05/2011.

AKOBUNDU, O. Weed Control in Cassava Cultivation in the Subhumid Tropics. **Int. j. pest manag.**. v. 26, n. 4, p. 420 – 426, 1980.

AMANULLAH, M. M.;et al.. Intercropping and Organic Manures on the Growth and Yield of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.). **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 2, n. 5, p. 183-189, 2006.

ARANTES, J.G.Z. et al. Seletividade de diferentes alternativas de herbicidas para a cultura da mandioca – variedade fécula branca. **Rev. raízes amidos trop.**, Botucatu, v.3, 2007.

ARNAUD, L.S.E.P. et al. Predominância de begomovírus em tomateiros na região produtora da Ibiapaba, Ceará, e sua detecção natural em plantas daninhas. **Fitopatol. Bras.** v.32, n.3, p.241- 246, 2007.

AZEVÊDO, C. L. L. et al. Levantamento de plantas daninhas na cultura da mandioca, em um ecossistema semi-árido do Estado da Bahia. **Magistra**, v. 12, n. 1/2, 2000.

BIFFE, D.F. et al. Avaliação do herbicida diuron em pré-emergência no controle de seis plantas daninhas na cultura de *Manihot esculenta*. **Rev. raízes amidos trop.**, Botucatu, v.3, 2007 .

BIFFE, D.F. et al. Período de interferência de plantas daninhas em mandioca (*Manihot esculenta*) no noroeste do Paraná. **Planta daninha** v. 28, n. 3, p. 471-478, 2010.

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

CARVALHO, J. E. B. et al. Período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura da mandioca em um ecossistema do nordeste brasileiro. **Rev. Bras. Mandioca**, Cruz das Almas, v.12, p.85-93, 1993.

CARVALHO, J. E. B. et al. **Período de controle de plantas infestantes na cultura da mandioca no Estado da Bahia**. Cruz das Almas: Embrapa, 2004. 7 p. (Comunicado Técnico, 109).

CARVALHO, F. M. et al. Manejo do solo em cultivo com mandioca em treze municípios da região sudeste da Bahia. **Ciênc. Agrotec.** , v. 31, n. 2, p. 378-384, 2007.

CRUZ, J.L. & PELACANI, R. Fisiologia da mandioca. In: **Curso nacional de mandioca**, 8., 1993, Cruz das Almas. EMBRAPA-CNPMF, 1993. 38 p.

DEVIDE, A.C.P.; et al. Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico. **Bragantia.** v. 68, n. 1 Campinas, 2009.

FILHO, A.G., et al. Profundidade e espaçamento da mandioca no plantio direto na palha. **Cienc. Rural** , v.33, n.3, p. 461-467, 2003.

GUGLIERI A. et al. Fitossociologia de plantas espontâneas em um mandiocal implantado em pastagem cultivada em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Rev. ciênc. agrár.**, Belém, v. 51, n. 1, p.127-141, 2009.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Sétima previsão da safra 2011/2012. Disponível em http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1798&id_pagina=1. Acesso em: 10/04/2011.

JOHANNES, O. e CONTIERO R.. Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas com a cultura da mandioca. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 37, n. 3 p.326-331 ,2006.

MAPA. http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. Acesso em: 01/03/2011.

MATTOS, P.L.P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R.C. Consorciação de mandioca plantada em fileiras duplas com feijão. **Rev. Bras. Mandioca**. Cruz das Almas, v.9, n. 1/2, p. 83-90, 1990.

MATTOS, P. L. P. de.; SOUZA, A. da. S.; CALDAS, R. C. Cultivo da mandioca e amendoim em sistemas consorciado e monocultivo. **Rev. Bras. Mandioca**, Cruz das Almas, v.13. n. 1, p. 29-45, 1994.

MATTOS, P. L. P. de. Consorciação. In: MATTOS, P. L. P de.; GOMES, J de. C. (Coord.). **O cultivo da mandioca**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. (Circular Técnica n° 37). p. 33-41.

MELIFONWU, A. A. Weeds and their control in cassava. **African Crop Science Journal**, v. 2, n.4, p. 519-530, 1994

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

NASSAR N. M. A. Mandioca: Opção contra a fome. Estudos e lições no Brasil e no mundo. **Ciência Hoje**, v. 39, n. 231, p. 30-36, 2006.

OLASANTAN F. O.; BELLO N. J.. Optimum sowing dates for okra (*Abelmoschus esculentus*) in monoculture and mixture with cassava (*Manihot esculenta*) during the rainy season in the south-west of Nigeria. **The Journal of Agricultural Science**, v. 1, n.1, p. 49-58, 2004.

OLIVEIRA, C.M.; FONTES, J.R.A. Weeds as hosts for new crop pests: the case of *Protortonia navesi* (Hemiptera: Monophlebidae) on cassava in Brazil. **Weed Res.**, v. 48, n.3p - 197-200, 2008.

OLIVEIRA Jr., R.S. Seletividade e eficiência de trifluralin e diuron aplicados em diferentes formas na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **R. Unimar**, v.16, n.2, p.317- 325, 1994.

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.

OLIVEIRA, E. A. M. et al. Efeito do espaçamento entre plantas e da arquitetura varietal no comportamento vegetativo e produtivo da mandioca. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 269-275, 1998.

OSSOM, E.M.. Effects of filter cake fertilization on weed infestation, disease incidence and tuber yield of cassava (*Manihot esculenta*) in Swaziland. **Int. J. Agric. Biol.**, v. 12, n. 1, p. 45-50, 2010.

OTSUBO, A. A. et al. Sistemas de preparo do solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.43, n.3, p.327-332, mar, 2008.

PERESSIN, V.A. et al. Acúmulo de matéria seca na presença e na ausência de plantas infestantes no cultivar de mandioca SRT 59 - Branca de Santa Catarina. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.1, p.135-148, 1998.

PERESSIN, V. A.; CARVALHO, J. E. B. Manejo integrado de plantas daninhas em mandioca. In: Marney Pascoli Cereda. (Org.). **Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002, v. 2, p. 3. 02-349.

PINOTTI E.B. et al.. Levantamento florístico de plantas daninhas na cultura da mandioca no município de Pompéia – SP. **Rev. raízes amidos trop.**, v. 6, n.1, p.120-125, 2010.

PITELLI, R.A., DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de convivência e de controle das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: **Congresso de La asociacion latino americana de malezas**, 18., 1884, **Resumos**. Belo Horizonte, Asociacion Latinoamericana de Malezas, 1984. p.37-38.

SCHONS, A. et al. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: Crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.155-167, 2009.

SILVA, J.R.; CHABARIBERY, D.. Coeficientes técnicos e custo de produção da mandioca para mesa na região de Mogi-Mirim, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.36, n.1, p.26-32, 2006.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.) **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 17-62,.

SILVA, A.F. et al. Produção de diferentes cultivares de mandioca em sistema agroecológico. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.13, n.1, p.33-38, 2009.

SILVA, P.R.F.; CERETTA, C.A. Sistemas de cultivo de mandioca. Monocultivo em fileiras simples e duplas. **Rev. Bras. Mandioca**. v.5, n.2, p. 55-63, 1986.

TSAY, J.S., et al.. The response of cassava (*Manihot esculenta*) to spatial arrangement and to soybean intercrop. **Field Crop Res.**, v.16, n. 1, p.19-31 , 1987.

VIDIGAL FILHO, P. S. et al . Avaliação de cultivares de mandioca na Região Noroeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 69-75, 2000.

ARTIGO CIENTÍFICO II: SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES PARA A CULTURA DA MANDIOCA

Resumo:

O cultivo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pode ser estendido por mais de dois anos e, dessa forma, a cultura está sujeita a vários ciclos de infestação de plantas daninhas, sendo necessária mais de uma intervenção para o controle. Neste trabalho avaliou-se a seletividade de 22 herbicidas aplicados após a brotação das manivas da mandioca. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, utilizando o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram aplicados 22 herbicidas aos 60 dias após a brotação da mandioca. Avaliou-se semanalmente o nível de intoxicação das plantas da mandioca e aos 35 dias após a aplicação coletaram-se as plantas para determinação da matéria seca. Os sintomas mais visíveis de intoxicação da mandioca ocorreram aos 21 dias após a aplicação para a maioria dos produtos testados. Ao final do período de avaliação, a mandioca apresentava sinais de recuperação aos danos visuais provocados pelos herbicidas tóxicos à cultura. Ametryn, (ametryn + trifloxysulfuron-sodium), atrazine, (diuron + hexazinone) e sulfentrazone provocaram as maiores reduções de matéria seca e causaram os maiores danos visíveis, de modo contrário, bentazon, fluazifop-p-butil, mesotrione e tembotrione foram os menos tóxicos à cultura. Constatou-se diferentes níveis de seletividade dos herbicidas a cultura, sendo bentazon, fluazifop-p-butil, mesotrione e tembotrione os herbicidas considerados seletivos para uso em programas de manejo de plantas daninhas.

Palavra chave: *Manihot esculenta*, intoxicação visual, controle químico

Abstract

SELECTIVITY OF POST-EMERGENT HERBICIDES FOR CASSAVA CROP

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivation can be extended for more than two years and because of this the crop is subjected to many cycles of weed infestation, being necessary more than one intervention for control. Thus, the objective of this work was to evaluate selectivity of herbicides applied after cassava sprouting. The experiment

was conducted under a protected environment, by using a random block design with four replicates. There had been used 22 herbicides on the 60th day after cassava shooting. Intoxication of cassava plants was evaluated weekly and 35 days after application, plants have been harvested for dry matter determination. The best visible symptoms of cassava intoxication occurred 21 days after planting for most tested products. At the end of the evaluation period, cassava plants presented signals of recovery of visual damage caused by herbicides toxic to the crop. Ametryn, ametryn + trifloxysulfuron-sodium, atrazine, diuron + hexazinone and sulfentrazone caused the greatest reductions of dry matter and caused the worst visible damage, and contrarily bentazon, fluazifop-p-butyl, mesotrione and tembotrione were the least toxic to the culture. Cassava presents different levels of selectivity to the herbicides, and bentazon, fluazifop-p-butyl, mesotrione and tembotrione are potential active principle for use in weed control management programs.

Keywords: *Manihot esculenta*, visual intoxication, chemical control

1- INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta que pertence à família Euphorbiaceae, originária do continente americano, extensamente cultivada em todo território nacional devido à sua adaptação às mais variadas condições de clima e solo (VIANA et al., 2001). É também considerada importante fonte de calorias para a alimentação humana e animal (SCHONS et al., 2009).

O Brasil se destaca como o segundo maior produtor mundial de mandioca, com produção estimada para o ano de 2011 de 27,1 milhões de toneladas, ocupando uma área de 1,9 milhões de hectares (IBGE, 2011). Apesar de apresentar alto potencial produtivo, alcançando em algumas regiões valor superior a 100 t ha⁻¹ de raízes (IITA, 2005), a produtividade nacional é baixa. Um dos fatores que tem contribuído para essa baixa produtividade da cultura é o manejo inadequado das plantas daninhas (ALBUQUERQUE et al., 2008).

O período de controle de plantas daninhas na cultura da mandioca varia de acordo com o local do plantio, pois depende diretamente dos fatores que afetam o sistema de produção (espaçamento de cultivo, espécies e densidades de plantas daninhas, cultivar utilizado, sistema de condução da lavoura, regime hídrico, entre

outros). Observa-se, de modo geral, que o período crítico de controle é de 30 a 120 dias após o plantio.

Considerada uma planta perene, no entanto cultivada como anual ou bianual, a mandioca está sujeita a ocorrência de vários ciclos de plantas daninhas na área de cultivo, sendo necessária mais de uma intervenção para o controle. Esse problema é agravado pelo fato de a mandioca possuir crescimento inicial lento, deixando o solo descoberto, facilitando desta forma, o desenvolvimento de plantas daninhas (AZEVEDO et al., 2000). Em geral, a presença das plantas daninhas altera o crescimento e o desenvolvimento da mandioca afetando suas características fotossintéticas (ASPIAZU et al., 2010a) e do uso da água (ASPIAZU, et al., 2010b), com conseqüente redução do tamanho, peso e número de raízes. As perdas na produtividade variam em função, principalmente, da diversidade de situações nas quais a cultura pode ser instalada (época de plantio muito extensa e distinta de cada região) ou conduzida (por um ou mais ciclos vegetativos).

O método químico é o mais utilizado para o controle plantas daninhas (SILVA et al., 2009). Existem registrados no mercado brasileiro 11 produtos com ação herbicida para a cultura da mandioca, sendo de apenas três diferentes mecanismos de ação. Desses, nove são para aplicação em pré-emergência e apenas dois em pós-emergência, sendo que os últimos são graminicidas, tendo como ingrediente ativo o clethodim (MAPA, 2011). Em levantamento de herbicidas indicados pela pesquisa, mas que não possuem registro para a cultura, feito por Silva et al. (2009), observa-se escassez de produtos que apresentem seletividade para aplicação sobre a planta da mandioca. Do mesmo modo, Biffe et al. (2010) ressaltam carência de herbicidas registrados para a cultura, sobretudo para aplicação em pós-emergência da mandioca.

A base para o sucesso do método na produção agrícola é a seletividade dos herbicidas, que pode ser definida como a medida da resposta diferencial das espécies de plantas à aplicação de uma determinada molécula (OLIVEIRA JR., 2001). De acordo com Oliveira Jr. et al. (1994), a resposta da mandioca à aplicação de herbicidas varia desde a total seletividade para alguns produtos até o completo comprometimento da produção devido a intoxicação provocada à cultura. Neste trabalho objetivou-se avaliar o crescimento e sensibilidade da mandioca a herbicidas pós emergentes aplicados em fase inicial de crescimento.

2 -MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, com condições controladas de temperatura e umidade, em Diamantina-MG. Utilizou-se de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura média. A análise química do solo apresentou pH (água) de 5,4; teor de matéria orgânica de 1 daq kg⁻¹; P, K e Ca de 1,4; 10 e 0,5 mg dm⁻³, respectivamente; Mg, Al, H+Al e CTC_{efetiva} de 0,2; 0,4; 4,4 e 1,7 cmolc dm⁻³, respectivamente. Para adequação do substrato quanto à nutrição, foram aplicados 3,0 g dm⁻³ de calcário dolomítico e 2,7 g dm⁻³ da formulação 4-14-8 (N-P₂O₅-K₂O). A adubação complementar nitrogenada em cobertura foi realizada após 30 dias da emergência da cultura, na dose de 0,4 g dm⁻³ de uréia, previamente dissolvida em água. As irrigações foram realizadas diariamente, por sistema automático de microaspersão.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Cada vaso com capacidade volumétrica de 5 L, contendo solo, representou uma unidade experimental. Os tratamentos constituíram-se de 22 herbicidas de diferentes mecanismos de ação e uma testemunha com ausência de aplicação. Os produtos comerciais e as doses utilizadas estão descritos na Tabela 1.

As manivas do cultivar IAC-12 foram adquiridas de produtores de mandioca da região de Diamantina-MG. Efetuou-se o plantio em vaso no mês de março de 2010, com brotação visível cinco dias após o plantio. A aplicação dos herbicidas foi realizada aos 60 dias após o plantio, quando as plantas apresentavam cerca de 20 cm de altura, utilizando-se de pulverizador costal pressurizado à CO₂, com pressão constante, equipado com lança contendo uma ponta tipo leque, trabalhando a uma altura de 50 cm do alvo, com velocidade de 1 m s⁻¹, atingindo faixa aplicada de 50 cm de largura, propiciando volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Foram feitas avaliações visuais de intoxicação da cultura aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), com uso de uma escala percentual de notas variando entre 0 (zero) e 100 (cem), onde 0 implica ausência de quaisquer injúrias e 100, à morte da planta.

Tabela 1: Classificação de herbicidas e respectivas dosagens aplicadas em plantas de mandioca

Mecanismo de ação	Produto Comercial	Nome comum (i.a)	Dose i.a.* (g ha ⁻¹)
Inibidores do Fotossistema II	Metrimex	Ametryn	2.500
	Krismat	Ametryn + trifloxysulfuron-sodium	1280 + 32,4
	Primoleo	Atrazine	2.000
	Basagran 600	Bentazon	720
	Diuron Nortox	Diuron	2500
	Afalon	Linuron	1350
	Sencor	Metribuzin	480
	Velpar K	Diuron + Hexazinone	1170 + 330
Inibidores da Protoporfirinogênio Oxidase (PPO)	Flex	Fomesafen	250
	Naja	Lactofen	144
	Goal	Oxyfluorfen	720
	Solara	Sulfetrazone	600
Inibidor da Acetil Coenzima-A Carboxilase (ACCCase)	Fusilade	Fluazifop-p-butil	250
Inibidor da ACCCase e PPO	Robust	Fluazifop-p-butil + Fomesafen	200 + 250
Inibidores da Aceto Lactato Sintase (ALS)	Classic	Chlorimuron-ethyl	15
	Katana	Flazasulfuron	75
	Sanson	Nicossulfuron	60
	Envoke	Trifloxysulfuron sodium	7,5
	Equip plus	Foramsulfuron + Iodosulfuron	36 + 2,4
Inibidores da Síntese de Carotenóides	Provence	Isoxaflutole	115
	Callisto	Mesotrione	144
	Soberan	Tembotrione	110,8

*i.a. – ingrediente ativo.

Aos 35 DAA, foram avaliados a altura (AL), o diâmetro do caule (DC), o número de folhas (NF) e a área foliar das plantas de mandioca. Além disso, todo o material vegetal foi colhido, separado em folha, caule e raízes sendo posteriormente seco em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C, até atingir peso constante para determinação da matéria seca.

Os dados obtidos foram transformados em porcentagem relativa à testemunha e posteriormente submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas, foram agrupadas segundo critério de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das avaliações de fitotoxicidade causada pelos herbicidas, classificados de acordo com o mecanismo de ação do seu princípio ativo são apresentados na Tabela 2. Na primeira avaliação, aos 7 dias após a aplicação (DAA), relatou-se em todos os tratamentos, sintomas visuais de intoxicação das plantas, sendo os maiores valores encontrados nos herbicidas pertencente ao grupo químico dos difeniléteres (ou aqueles pertencentes aos inibidores da Protoporfirinogênio Oxidase - PPO). As plantas apresentavam necrose no tecido das folhas atingidas na aplicação, entretanto as mesmas se recuperavam após o surgimento de novas folhas. Os valores percentuais de intoxicação provocados por herbicidas desse grupo aumentaram na segunda avaliação e apresentaram tendência de queda até aos 35 DAA, exceto para o sulfentrazone que manteve valores elevados e crescentes em todas as avaliações (Tabela 2).

Os sintomas mais visíveis de intoxicação das plantas de mandioca ocorreram aos 21 DAA (Tabela 2). Os herbicidas inibidores do fotossistema II apresentaram as maiores evidências de intoxicação da mandioca, que consistem em amarelecimento generalizado e necrose das folhas, exceto para o herbicida bentazon. No entanto, os herbicidas como o metribuzin e diuron são recomendados para aplicação em pré emergência desta cultura (Biffe et al., 2010). Considerando-se a maior intoxicação pelo metribuzin, comparado ao diuron, aos 7 e 14 dias (Tabela 2), é provável que a maior capacidade de retenção nas argilas do segundo (Peñaherrera-Colina et al., 2005) tenha contribuído para esse resultado.

Tabela 2 – Nível de intoxicação de plantas de mandioca aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) de herbicidas

Mecanismo de ação	Tratamentos	Dose i.a (g ha ⁻¹).	Médias de fitotoxicidade (%)				
			7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
Inibidores do Fotossistema II	ametryn	2.500	8,75 b	35 a	57,5 a	51,25 a	67,5 a
	ametryn + trifloxysulfuron-sodium	1280 + 32,4	8,75 b	20 b	55 a	63,75 a	60 a
	atrazine	2.000	2,5 d	15 c	38,75 b	45 a	52,5 a
	bentazon	720	3,75 c	8,75 c	2,5 e	2,5 c	6,25 c
	diuron	2500	6,25 c	15 c	28,75 c	21,25 b	13,75 b
	linuron	1350	1,25 d	8,75 c	40 b	20 b	18,75 b
	metribuzin	480	7,5 b	20 b	36,25 c	20 b	22,5 b
	diuron + hexazinone	1170 + 330	5 c	16,25 c	47,5 b	47,5 a	52,5 a
Inibidores da PPO	fomesafen	250	15 a	40 a	11,25 d	11,25 b	17,5 b
	lactofen	144	13,75 a	30 a	23,75 c	12,5 b	12,5 b
	oxyfluorfen	720	15 a	28,75 a	22,5 c	20 b	18,75 b
	sulfentrazone	600	15 a	37,5 a	28,75 c	61,25 a	73,75 a
Inibidor da ACCase	fluazifop-p-butyl	250	3,75 c	10 c	5 e	5 c	5 c
Inibidor da ACCase e PPO	fluazifop-p-butyl + fomesafen	200 + 250	17,5 c	41,25 a	27,5 c	21,25 b	21,25 b
Inibidores da ALS	chlorimuron-ethyl	15	6,25 c	6,25 c	6,25 e	8,75 c	8,75 c
	flazasulfuron	75	2,5 d	8,75 c	10 d	15 b	20 b
	nicosulfuron	60	15 a	20 b	18,75 d	26,25 b	55 a
	trifloxysulfuron sodium	7,5	1,25 d	7,5 c	8,75 e	2,5 c	5 c
	foramsulfuron + iodosulfuron	36 + 2,4	5 c	11,25 c	13,75 d	17,5 b	27,5 b
Inibidores da Síntese de Carotenóides	isoxaflutole	115	3,75 c	21,25 b	21,25 c	21,25 b	27,5 b
	mesotrione	144	1,25 d	7,5 c	6,25 e	3,75 c	2,5 c
	tembotrione	110,8	3,75 c	22,5 b	13,75 d	11,25 b	11,25 c
	CV (%)	-	22,63	20,83	17,45	19,68	19,82

i.a. – ingrediente ativo. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo critério de Scott-Knott a 5% de significância.

A diminuição dos efeitos de intoxicação visual aos 35 DAA esta relacionada à recuperação das plantas, principalmente por meio da emissão de novas folhas sem os sintomas da ação dos herbicidas. No entanto, os herbicidas sulfentrazone, nicosulfuron, atrazine, (diuron + hexazinone), ametryn isolado e com trifloxysulfuron-sodium provocavam elevada intoxicação às plantas. Apesar de não terem provocado a morte, causaram redução na produção de biomassa de raiz, caule e folhas (Tabela 4). De acordo com trabalhos de Oliveira Jr. (2001) e Biffe et al. (2010) sintomas mais severos provocados pela mistura de ametryn com clomazone são observados até aos 45 DAA, sendo que a partir desta data os sintomas de injúrias não são mais visíveis. Percebe-se que o ametryn, apesar de ser recomendado para aplicação em pré-emergência da mandioca, apresenta alta intoxicação quando atinge as folhas da cultura em fase inicial de crescimento.

Os herbicidas bentazon, fluazifop-p-butyl, chlorimuron-ethyl, trifloxysulfuron-sodium, mesotrione e tembotrione apresentaram baixos valores de intoxicação nas plantas (Tabela 2). Por sua vez, os herbicidas inibidores da síntese de carotenóides obtiveram os menores índices de intoxicação, com maior destaque ao mesotrione e tembotrione. Analisando-se os produtos registrados para a cultura da mandioca (MAPA 2011) é possível observar que o clomazone e o isoxaflutole são princípios ativos recomendados para a cultura, confirmando a tolerância da mandioca a herbicidas deste grupo.

Observou-se diferença significativa nas variáveis altura de plantas, número de folhas e área foliar para os diferentes herbicidas aplicados na mandioca (Tabela 3). Apenas bentazon, fluazifop-p-butyl, mesotrione e tembotrione não diferiram da testemunha nas variáveis avaliadas.

Os herbicidas do grupo das sulfoniluréias, que apresentam como mecanismo de ação a inibição da enzima acetolactato sintase (ALS), causaram as maiores reduções na altura e área foliar das plantas, no entanto, sem afetar o número de folhas. Estes valores devem-se a capacidade desses herbicidas inibirem o crescimento vegetal, ou seja, as plantas tratadas param de crescer quase que imediatamente após a aplicação (Vidal e Winkler, 2002).

Tabela 3 – Altura das plantas (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF) e diâmetro do caule (DC), em porcentagem em relação à testemunha de plantas de mandioca aos 35 DAA dos herbicidas

Mecanismo de ação	Tratamentos	Dose i.a. (g ha ⁻¹)	AP (cm)	NF	AF (cm ²)	DC (cm)
	Testemunha		100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 ^{ns}
Inibidores do Fotossistema II	ametryn	2.500	78,50 b	27,25 c	24,25 d	77,50
	ametryn + trifloxysulfuron-sodium	1280 + 32,4	67,00 c	44,25 c	23,50 d	77,00
	atrazine	2.000	91,75 a	44,50 c	40,25 c	88,00
	bentazon	720	90,50 a	93,50 a	94,25 a	99,00
	diuron	2500	91,75 a	55,75 b	80,25 b	94,25
	linuron	1350	79,75 b	40,00 c	52,75 c	88,25
	metribuzin	480	78,00 b	61,25 b	56,25 c	88,75
	diuron + hexazinone	1170 + 330	91,75 a	37,00 c	41,75 c	93,50
Inibidores da PPO	fomesafen	250	86,25 a	84,25 a	69,50 b	92,25
	lactofen	144	83,25 b	95,75 a	75,50 b	99,00
	oxyfluorfen	720	80,00 b	76,50 a	76,50 b	91,75
	sulfentrazone	600	74,50 c	41,50 c	19,50 d	94,00
Inibidor da ACCase	fluazifop-p-butil	250	79,50 b	95,75 a	86,75 a	98,00
Inibidor da ACCase e PPO	fluazifop-p-butil + fomesafen	200 + 250	83,75 b	82,25 a	72,75 b	90,50
Inibidores da ALS	chlorimuron-ethyl	15	65,00 c	90,00 a	58,25 c	89,75
	flazasulfuron	75	60,25 c	81,50 a	50,75 c	90,50
	nicosulfuron	60	60,50 c	60,00 b	46,00 c	89,25
	trifloxysulfuron sodium	7,5	72,00 c	90,00 a	70,00 b	94,25
	foramsulfuron + iodosulfuron	36 + 2,4	74,00 c	84,25 a	61,75 c	83,00
Inibidores da Síntese de Carotenóides	isoxaflutole	115	87,75 b	79,25 a	75,25 b	91,00
	mesotrione	144	89,00 a	95,50 a	97,50 a	96,50
	tembotrione	110,8	91,50 a	95,50 a	99,50 a	100,00
	CV (%)	-	10,74	21,82	27,46	9,43

i.a. – ingrediente ativo. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo critério de Scott-Knott a 5% de significância

O número de folhas e a área foliar foram drasticamente reduzidos pela ação dos herbicidas ametryne, sulfentrazone e a mistura (ametryn+ trifloxysulfuron-sodium) (Tabela 3). O ametryn é recomendado para a cultura da mandioca em aplicação anterior à brotação e os resultados encontrados evidenciam a intoxicação provocada pelo herbicida para aplicações sobre as folhas, promovendo redução no crescimento. Uma alternativa seria a aplicação das misturas de (ametryn + clomazone) e diuron quando a mandioca estiver com somente 5 a 10% das brotações emergidas, conforme sugerido por Oliveira Jr et al. (2001). Do mesmo modo, Arantes et al. (2007) concluíram que os herbicidas diuron, metribuzin e isoxaflutole não afetaram o acúmulo total de matéria seca da variedade Fécula Branca, no entanto, para aplicações em pré-brotação da cultura.

Quanto ao acúmulo de matéria seca de folhas verifica-se que esta variável foi sensível a aplicação dos herbicidas, sendo que apenas os tratamentos a base de bentazon, fluazifop-p-butil, mesotrione e tembotrione não diferiram da testemunha (Tabela 4). As reduções foram maiores que 60% para os herbicidas ametryn, (ametryn + trifloxysulfuron-sodium), atrazine, (diuron + hexazinone) e sulfentrazone. Essa queda reflete a desfolha da mandioca provocada por esses herbicidas e a consequente redução da área foliar da planta. De acordo com Viana et al. (2001) a redução do crescimento da parte aérea contribui para a diminuição do tecido fotossintético, prejudicando o acúmulo de carboidratos para as raízes, afetando a produção final da cultura.

A matéria seca do caule foi afetada pela maioria dos produtos aplicados (Tabela 4). Todavia, os herbicidas inibidores do fotossistema II tenderam a causar as maiores reduções. A mandioca propaga-se de forma vegetativa através das ramas que são retiradas de segmentos das hastes da parte aérea, assim qualquer impacto no crescimento do caule, em fase inicial de desenvolvimento, pode acarretar em redução da qualidade do material de plantio e afetar a produção de safras posteriores.

Tabela 4 - Matéria seca total (MST), de raízes (MSR), de folhas (MSF) e do caule (MSC) em porcentagem em relação à testemunha, aos 35 DAA dos herbicidas.

Mecanismo de ação	Tratamentos	Dose i.a. (g ha ⁻¹)	MSF	MSC	MSR	MST
	Testemunha	-	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Inibidores do Fotossistema II	ametryne	2.500	12,5 d	33,25 b	45,75 b	23,75 d
	ametryne + trifloxysulfuron-sodium	1280 + 32,4	18,25 d	36,5 b	33,75 b	25 d
	atrazine	2.000	25,5 d	42 b	36,5 b	31,25 d
	bentazon	720	87,75 a	92 a	91,75 a	92,75 a
	diuron	2500	71,75 b	75 a	67,5 a	74 b
	linuron	1350	43 c	57,75 b	67,75 a	56 c
	metribuzin	480	49,5 c	65 a	69 a	56,75 c
	diuron + hexazinone	1170 + 330	31,5 d	60,75 b	34,25 b	38 d
Inibidores da PPO	fomesafen	250	62,25 b	75,25 a	79 a	74,75 b
	lactofen	144	73 b	86,75 a	76,5 a	78,5 b
	oxyfluorfen	720	73,5 b	72,25 a	67,25 a	74,75 b
	sulfentrazone	600	20,5 d	70,75 a	79,5 a	45,5 c
Inibidor da ACCase	fluazifop-p-butyl	250	87,75 a	76,25 a	82 a	87,5 a
Inibidor da ACCase e PPO	fluazifop-p-butyl + fomesafen	200 + 250	70,5 b	77 a	82 a	75,75 b
Inibidores da ALS	chlorimuron-ethyl	15	55,5 b	73,75 a	64 a	65,25 b
	flazasulfuron	75	54,5 b	70,5 a	53,25 b	60,75 c
	nicosulfuron	60	52,75 b	81 a	60,25 b	61,5 c
	trifloxysulfuron sodium	7,5	65,75 b	75,25 a	84 a	73,25 b
	foramsulfuron + iodosulfuron	36 + 2,4	57,5 b	66 a	82,75 a	75,5 b
Inibidores da Síntese de Carotenóides	isoxaflutole	115	62,75 b	59,75 b	50 b	61,25 b
	mesotrione	144	96 a	91,75 a	99 a	98,25 a
	tembotrione	110,8	95 a	93,75 a	81,5 a	93,75 a
	CV (%)	-	30,41	26,04	31,13	26,38

i.a. – ingrediente ativo. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo critério de Scott-Knott a 5% de significância.

De acordo com Peressin e Carvalho (2002), dos 7 aos 90 dias após o plantio da maniva ocorre a fase de formação do sistema radicular, principalmente das raízes fibrosas, sendo que algumas dessas irão se transformar em raízes de armazenamento. No que se refere aos efeitos dos herbicidas na matéria seca das raízes observa-se que ametryn, ametryn + trifloxysulfuron-sodium, atrazine, diuron + hexazinone e isoxaflutole causaram maiores reduções nesta variável, que poderão afetar negativamente a produção final da cultura.

Apenas bentazon, fluzifop-p-butil, mesotrione e tembotrione não causaram reduções significativas na matéria seca total das plantas de mandioca. Esses resultados estão de acordo com os apresentados na Tabela 2, sendo esses herbicidas os que causaram os menores índices de intoxicação à cultura.

Os herbicidas bentazon, fluazifop-p-butil, mesotrione e tembotrione, mostraram-se mais promissores para aplicação em área total, uma vez que foram altamente seletivos à cultura da mandioca até os 35 DAA. Portanto, esses herbicidas apresentam potencial para a utilização em programas de controle de plantas daninhas em mandiocais, fornecendo opções de mecanismos de ação distintos para a prevenção de surgimento de plantas resistentes a herbicidas. Contudo, mais estudos são necessários com relação à época, doses e modo de aplicação em campo desses produtos e seus efeitos sobre a produtividade da cultura.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro na execução deste trabalho.

4 -REFRÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J.A.A. et al. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta daninha**, v.26, n.2, p. 279-289, 2008.

ARANTES, J.G.Z. et al. Seletividade de diferentes alternativas de herbicidas para a cultura da mandioca – variedade fécula branca. **Rev. raízes amidos trop.**, Botucatu, v.3, n. 1, 2007.

ASPIAZU, I. et al. Photosynthetic activity of cassava plants under weed competition. **Planta daninha**, v.28, n.spe, p. 963-968, 2010 a.

ASPIAZU, I et al . Water use efficiency of cassava plants under competition conditions. **Planta daninha**, v. 28, n. 4, p. 699-703, 2010 b.

AZEVEDO, C. L. L. et al. Levantamento de plantas daninhas na cultura da mandioca, em um ecossistema semi-árido do Estado da Bahia. **Magistra**, v. 12, n. 1/2, 2000. Disponível em: <<http://www.magistra.ufba.br/publica/magist>>. Acesso em: 15 Mar. 2011.

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

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sétima previsão da safra 2011/2012. Disponível em: <http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1798&id_pagina=1> Acesso em: 10 Abr. 2011.

IITA. **Cassava productivity in the lowland and midaltitude agroecologies of sub saharan Africa**. Disponível em: <http://www.iita.org/cms/articlefiles/92IITA%20MTP%202001_2003.pdf>. Acesso em 30 Mar. 2010.

PERESSIN, V. A.; CARVALHO, J. E. B. Manejo integrado de plantas daninhas em mandioca. In: Marney Pascoli Cereda. (Org.). **Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v. 2, n. 1, p. 3, 2002.

MAPA **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. Disponível em:<http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 9 Abr. 2011.

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.

OLIVEIRA Jr., R.S. Seletividade e eficiência de trifluralin e diuron aplicados em diferentes formas na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Unimar**, v.16, n.2, p.317- 325, 1994.

PENAHERRERA-COLINA, L.A. et al. Persistência biológica de ametryn, diuron e oxyfluorfen no solo. **Ciênc. Agrotec.**, v.29, n.5, p.980-985, 2005.

SCHONS, A. et al . Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 155-167, 2009.

SILVA F. M. L. et al. Moléculas de herbicidas seletivos à cultura da mandioca. **Revista Trópica**, v. 3, n. 2, p. 61-72, 2009.

VIANA et al. Efeito do comprimento e de incisões no córtex da maniva sobre o cultivo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Sci.**, v. 23, n. 5, p. 1263-1269, 2001.

VIDAL, R,A,; WINKLER, L.M. Resistência de plantas daninhas: seleção ou indução à mutação pelos herbicidas inibidores de acetolactato sintase (ALS). **Pesticidas: R.Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, v. 12, p. 31-42, 2002.

ARTIGO CIENTÍFICO III: TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE MANDIOCA AOS HERBICIDAS FOMESAFEN E FLUAZIFOP-P-BUTIL

Resumo

São relatadas em diversos estudos variações na tolerância de diferentes genótipos de uma mesma espécie a herbicidas. Desta forma, objetivou-se nesse trabalho avaliar a tolerância de cinco cultivares de mandioca a aplicação em pós-emergência dos herbicidas fluazifop-p-butyl e fomesafen em mistura e isoladamente. Na primeira avaliação de intoxicação visual, aos 7 dias após a aplicação (DAP), foram constatados os sintomas mais visíveis de intoxicação das plantas de mandioca pela mistura dos herbicidas, bem como quando aplicou-se fomesafen isolado. Ao final do período de avaliação (35 DAP) as plantas apresentavam sinais de redução dos sintomas provocados pelos herbicidas em razão da recuperação da folhagem pelas cultivares. A mistura mostrou-se de elevada toxicidade a cultura provocando reduções no acúmulo de matéria seca foliar, caulinar, da parte aérea, diâmetro do caule, área foliar e altura das plantas das cultivares. Apesar dos elevados índices de intoxicação pelo herbicida fomesafen, não foram observado variações significativas no acúmulo de matéria seca pelas cultivares. Tratamentos à base de fluazifop-p-butyl não foram tóxicos à cultura promovendo resultados semelhantes aos observados para testemunha. Não se constatou diferenças no nível de tolerância aos herbicidas estudados, entre os cultivares mandioca.

Palavra chave: *Manihot esculenta*, crescimento, seletividade, controle químico.

Abstract

TOLERANCE OF CASSAVA CULTIVARS TO HERBICIDES FOMESAFEN AND FLUAZIFOP-P-BUTYL

There are few studies on molecules of selective herbicides to the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in the market and there is only one product registered for use in post-emergence in this culture. Several studies report about variations in the tolerance of different genotypes within a species to herbicides. Thus, this study aimed to evaluate the tolerance of five cassava cultivars to the herbicides fluazifop-p-butyl and fomesafen and the mixture of both. In the first visual assessment of intoxication, at 7 days after application, there has been observed the most visible symptoms of poisoning from

cassava plants by the mixture fomesafen + isolated. At the end of the evaluation period cassava showed signs of recovery of the symptoms caused by herbicides due to the recovery of the foliage cultivars. The mixture showed to be very toxic causing reductions in leaf dry matter, stem dry matter, dry matter of shoots, stem diameter, leaf area and plant height. Despite high rates of poisoning by the herbicide fomesafen was not observed significant variations in dry matter accumulation. Treatments based on fluazifop-p-butyl were slightly toxic to culture with similar results to those observed for the witness. In general, the cultivars showed the same level of tolerance to herbicides.

Keywords: *Manihot esculenta*, growth, selectivity, Chemical control

1 -INTRODUÇÃO

Dentre as principais espécies cultivadas no Brasil, a mandioca destaca-se pela área de cultivo com cerca de 1,9 milhões de hectares ocupados pela cultura sendo sua produção destinada principalmente à fabricação de farinha, fécula e o próprio consumo in natura. Para o ano de 2011 espera-se aumento da área cultivada e produção da ordem de 5,1 e 9,2%, respectivamente (IBGE, 2011).

Os ciclos de colheita da mandioca são variáveis de acordo com o destino final da sua produção. 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 atingir até dois anos, portanto observam-se na área de plantio várias infestações de plantas daninhas. A interferência imposta por essas plantas à mandioca pode provocar decréscimos na produção da cultura, sendo relatadas reduções de aproximadamente 90%, quando não se efetua o controle (MOURA; 2000; JOHANNES & CONTIERO, 2006). Além disso, causam redução no crescimento da parte aérea, estande final de plantas e o número de raízes por planta (CARVALHO et al., 1990; JOHANNES & CONTIERO, 2006).

Com o aumento do custo da mão-de-obra e conseqüentemente no valor do controle efetuado por meio das capinas, existe grande interesse dos produtores por novos produtos que possam reduzir o custo de produção da cultura. No entanto, para a cultura da mandioca encontram-se registrados apenas quatro moléculas para o controle das plantas daninhas no país, o que limita muito a ação dos produtos (MAPA 2011). De acordo com Embrapa (2003) dentre os princípios ativos recomendados pela pesquisa e

registrados para a cultura da mandioca percebe-se a predominância de herbicidas pré-emergentes, sendo que os poucos pós-emergentes indicados são gramínicidas.

Em diversos estudos são relatadas diferenças na tolerância de genótipos de uma mesma espécie a herbicidas. Para cana-de-açúcar, Ferreira et al. (2005) e Galon et al. (2010) observaram diferença na tolerância de genótipos aos herbicidas ametryn, trifloxysulfuron-sodium. Wilson (1999) encontrou variações na tolerância de cultivares de beterraba a herbicidas aplicados em pós-emergência. Rocha et al. (2010) relataram níveis variáveis de tolerância de genótipos de pinhão-manso a herbicidas pré-emergentes. Portanto, quando se tem por objetivo estudar seletividade de herbicidas, é importante que se observem as intoxicações provocadas por eles, bem como os efeitos sobre o crescimento e a produtividade da planta cultivada (NEGRISOLI et al., 2004; GALON et al., 2009).

O fluazifop-p-butil é um herbicida inibidor da enzima acetil-CoA carboxilase (ACCase) muito utilizado para o controle de gramíneas em culturas dicotiledôneas. Estes promovem a inibição enzimática, bloqueando a síntese de lipídeos nas plantas suscetíveis (BURKE et al., 2006). O fomesafen é um herbicida do grupo dos inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO), utilizado em culturas como o feijão e a soja para o controle de espécies de folhas largas anuais, entre elas *Acanthospermum australe*, *Amaranthus hybridus*, *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa*, *Ipomoea grandifolia*, além de outras (SILVA et al., 2007). A mistura pronta, fluazifop-p-butil + fomesafen (Robust) é o principal produto comercial utilizado na cultura do feijoeiro (FONTES et al., 2001).

A falta de informações técnicas específicas pode levar produtores de mandioca a utilizarem práticas de manejo de plantas daninhas recomendadas para outras culturas. O objetivo deste trabalho foi investigar o grau de tolerância e de suscetibilidade de cultivares de mandioca a aplicação isolada e da mistura comercial dos herbicidas fomesafen e fluazifop-p-butil.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, com condições controladas de temperatura e umidade no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (DFT-UFV). Foi utilizada amostra de Latossolo Vermelho-Amarelo,

textura média A análise química do solo apresentou o seguinte resultado: 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 a capacidade de campo.

Adotou-se arranjo fatorial em esquema 5x7, constituído pela combinação de 5 cultivares de mandioca: Cacau UFV, Platina, Coqueiro, Coimbra e IAC-12 com 4 doses da mistura comercial (Robust) dos herbicidas fomesafen + fluazifop-p-butyl (0,5; 0,75; 1 e 1,5), além da dose comercial recomendada de cada principio ativo isolado e uma testemunha sem herbicida. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições e cada vaso com capacidade volumétrica de 12 dm³, contendo amostra de solo, representou uma unidade experimental.

Efetuaram-se o plantio das manivas em vaso no mês de março de 2011, com brotação visível cinco dias após o plantio. A aplicação dos herbicidas foram realizadas aos 30 dias após o plantio com pulverizador costal pressurizado à CO₂, com pressão constante 200 kPa, equipado com uma barra de dois bicos de indução de ar TTI 11002, trabalhando a uma altura de 50 cm do alvo, com velocidade de 1 m segundo⁻¹, atingindo faixa aplicada de 50 cm de largura, propiciando volume de calda de 150 L ha⁻¹.

Foram feitas avaliações da intoxicação visual da cultura aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA). Os sintomas visuais foram avaliados com uso de escala EWRC (1964) modificada com percentual de notas variando entre 0 (zero) e 100 (cem), onde 0 implica ausência de quaisquer injúrias e 100, a morte da planta.

Aos 35 DAA determinou-se a área foliar da mandioca (AF), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC) e altura das plantas (AP). Além disso, todo o material vegetal foi colhido, separado em folha, caule e raízes sendo posteriormente seco em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C, até atingir peso constante para determinação da massa da matéria seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão. Para o fator qualitativo as medias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey e para comparar com a testemunha o teste de Dunnet adotando-se o nível de 5 % de probabilidade. Para o fator quantitativo utilizou-se regressão linear e não linear e as

escolhas foram baseadas na significância dos coeficientes, no coeficiente de determinação e no comportamento biológico do fenômeno.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância constatou-se que houve efeito da interação entre herbicidas e cultivares de mandioca somente para as variáveis MSF e MSPA. Nas demais variáveis estudadas esses fatores atuaram de forma isolada. Assim, apresentaram comportamento independente entre si, ou seja, os efeitos observados nas variedades devem ser atribuídos às diferenças genotípicas destas e não à ação dos tratamentos químicos.

Todos os cultivares de mandioca apresentaram reduções de MSF e MSPA nas doses mais altas da mistura dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen (Tabela 1). O cultivar IAC-12 apresentou a maior sensibilidade a mistura, sendo relatadas reduções dessas variáveis em todas as doses. Vidigal Filho et al. (2000) relata essa cultivar como de alta produção de biomassa seca de raízes e tais reduções na parte aérea da planta pode resultar em reduções na produção de raízes.

Tabela 1- Valores médios da matéria seca de folhas (MSF) e da parte aérea (MSPA) de cultivares de mandioca aos 35 DAA dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen em mistura e isolados.

Tratamento	Dose i.a. (g ha ⁻¹)						
	Testemunha	Fluaz. + Fom.			Fluaz.	Fom.	
	0	100 + 125	150 +187,5	200 + 250	300 + 375	250	250
MSF							
Cacau UFV	12,0 A	8,6 AB	8,7 AB	7,6 A*	7,9 A*	15,1 A	11,8 A
Coimbra	10,4 A	7,3 AB	6,0 AB*	5,6 A*	5,7 AB*	11,6 AB	10,7 A
Coqueiro	12,8 A	11,1 A	7,2 AB*	6,1 A*	4,7 AB*	12,0 AB	11,6 A
IAC-12	10,2 A	5,5 B*	4,8 B*	4,4 A*	3,2 B*	9,2 BC	7,0 B
Platina	12,2 A	8,6 AB*	9,2 A	8,2 A*	4,3 AB*	7,1BC	10,1 AB
MSPA							
Cacau UFV	21,9 A	15,9 AB	15,4 AB	13,9 A	13,6 A	27,9 A	21,9 A
Coimbra	20,9 A	13,2 AB	10,2 AB*	9,7 A*	9,7 A*	23,4 AB	21,6 A
Coqueiro	23,2 A	21,0 A	13,7 AB*	10,8 A*	9,0 A*	27,1 AB	21,7 A
IAC-12	21,4 A	10,1 B*	8,5 B*	7,9 A*	5,5 A*	18,4 BC	12,9 A
Platina	25,8 A	15,2 AB*	18,0 A	15,2 A*	9,0 A*	18,3 C	20,2 A

Médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey e seguidas com * na linha diferem da testemunha de cada cultivar pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Fluaz.: Fluazifop-p-butil; Fom.: Fomesafen;

Na média relativa das cultivares de mandioca submetidas aos diferentes tratamentos pode-se observar que a cultivar Cacau UFV apresentou os melhores resultados quando comparado as demais (Tabela 2). De modo contrário o cultivar IAC-12 obteve os menores valores nas variáveis analisadas. Deve-se ressaltar que as manivas dessa cultivar apresentavam os menores diâmetros, o que possivelmente afetou os valores de MSR e conseqüentemente a MST.

Tabela 2- Valores médios de matéria seca de caule (MSC), raízes (MSR), total (MST), área foliar (AF), número de brotações (NB), diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP) e número de folhas de cultivares de mandioca após a aplicação dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen em mistura e isolados na pós-emergência da cultura.

Cultivares	Variáveis							
	MSC	MSR	MST	AF	NB	DC	AP	NF
	g		cm ⁻²		mm	cm		
Cacau UFV	8,4 A	31,1 A	49,7 A	3620,6 A	2,5 AB	7,2 AB	61,2 ^{n.s.}	24,0 ^{n.s.}
Coimbra	7,3 AB	32,7 A	48,2 A	2994,2 BC	3,0 A	6,3 BC	60,5	24,6
Coqueiro	8,8 A	28,3 A	46,3 A	3448,2 AB	2,0 B	7,5 A	59,6	21,1
IAC-12	5,8 B	16,1 B	28,2 B	2564,5 C	3,0 A	5,9 C	53,9	23,8
Platina	8,2 AB	31,8 A	48,7 A	2916,8 BC	2,1 B	7,5 A	60,9	23
CV (%)	37,64	40,46	29,91	26,41	39,5	17,94	38,48	24,18

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV; Coeficiente de variação.

Os valores médios das variáveis MSC, MSR, MST, AF, NB, DC, AP e NF de acordo com a dose e herbicidas aplicados estão apresentados na Tabela 3. Ocorreram reduções significativas nos valores de MSC a partir da dose de 150 + 187,5 e para AF na dose de 300 + 375 da mistura dos dois herbicidas. Todavia, com exceção a MSR e NB, a mistura dos herbicidas provocou redução em todos os outros parâmetros, indicando comprometimento do crescimento da mandioca após a aplicação dos mesmos.

Tabela 3- Valores médios de matéria seca de caule (MSC), raízes (MSR), total (MST), área foliar (AF), número de brotações (NB), diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP) e número de folhas de acordo com a dosagem e herbicida aplicado.

Tratamento	Dose i.a. (g ha ⁻¹)	Variáveis							
		MSC	MSR	MST	AF	NB	DC	AP	NF
		g		cm ⁻²		mm	cm		
Testemunha	0,0	11,3	29,5	52,2	3771,4	2,2	7,9	74,9	26,2
Fluaz. + Fom.	100 + 125	6,9	26,5	41,6	2948,7	2,2	6,8	58,2	20,9
Fluaz. + Fom.	150 + 187,5	5,9 *	28,3	41,5	2662,5	3,0	6,4	52,0	23,0
Fluaz. + Fom.	200 + 250	5,1 *	27,9	39,6	2606,6	2,7	6,5	48,4	21,6

Fluaz. + Fom. 300 + 375		4,3 *	26,1	35,4	2066,1 *	2,7	5,7	43,9	20,6
Fluaz. 250		11,0	29,1	51,1	4108,9	2,2	7,4	73,4	25,2
Fom. 250		9,4	28,5	48,2	3597,9	2,8	7,5	64,0	25,9
DMS	-	5,32	20,74	24,23	1503,68	1,82	2,26	32,23	10,61
CV(%)	-	37,64	40,46	29,9	26,41	39,5	17,94	38,48	24,18

Médias seguidas com * na coluna diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett. Fluaz.: Fluazifop-p-butil; Fom.: Fomesafen; CV: Coeficiente de variação

Os resultados das avaliações de toxicidade causada pela aplicação dos herbicidas são apresentados na Tabela 4. Na primeira avaliação aos 7 dias após a aplicação (DAA) relatou-se elevados índices de intoxicação das plantas nos tratamentos compostos pela mistura (fluzifop-p-butil + fomesafen) e do fomesafen isolado. As plantas apresentavam retorcimento e necroses do tecido das folhas atingidas durante a aplicação, e esses sintomas eram potencializados na medida em que se aumentava a dose. Leves necroses eram observadas também nos caules da planta. Os valores percentuais de intoxicação provocados por herbicidas desse grupo apresentaram tendência de queda até aos 35 DAA. A diminuição dos efeitos de intoxicação visual aos 35 DAA pode estar relacionada à recuperação das plantas, principalmente por meio da emissão de novas folhas sem os sintomas da ação dos herbicidas. No entanto, a queda das folhas foi capaz de reduzir o acúmulo de biomassa total das plantas, e interferir negativamente no crescimento da cultura (Tabela 4). A manutenção de altos valores de intoxicação visual a mandioca pode ser explicado pelo fato de o fomesafen apresentar longo efeito residual no solo, possivelmente interferindo na recuperação da cultura (Silva et al., 2007). Apesar disso em trabalho de Abreu et al. (2010) e Curcunelli (2010) não foi relatada diminuição no balanço de massa final e produção de cepa da mandioca após a aplicação do fomesafen em pós-emergência.

O herbicida fluazifop-p-butil mostrou-se seletivo para as cultivares de mandioca com baixos índices de intoxicação visual, o que povocou poucas alterações no padrão de acúmulo de biomassa das plantas (Tabelas 1 e 4). De acordo com Embrapa (2003) os herbicidas fenoxapropetil, sethoxydin, haloxyfop-methyl e quizalofop-ethyl, pertencentes ao mesmo grupo de mecanismo de ação do fluazifop são recomendados pela pesquisa para o controle de gramíneas em pós emergência da mandioca.

Apesar de causar reduções dos valores de alguns parâmetros e provocar altos índices de intoxicação, o fomesafen não diferiu da testemunha nas avaliações de crescimento e acúmulo de biomassa total. Este herbicida não provocou a queda drástica das folhas como o observado na mistura comercial com o fluazifop-p-butil. Oliveira Jr.

et al. (2001) relatam reduções na produção de raízes quando aplicados os herbicidas oxyfluorfen e sulfetrazone em pré emergência, pertencentes ao mesmo mecanismo de ação, chegando a 63% para o último. Os mesmos autores encontraram valores de intoxicação visual aos herbicidas anteriores semelhantes aos deste trabalho, confirmando a baixa tolerância da cultura herbicida deste grupo. De acordo com Gelmini et al. (2001) o fomesafen é eficiente no controle de *Euphorbia heterophylla*, sendo indicativo da toxidez desse herbicida a gêneros da mesma família da mandioca.

Tabela 4 - Porcentagem de intoxicação em variedades de mandioca aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas.

Cultivares	Herbicidas	Dias após aplicação (DAA)			
		7 DAA	14 DAA	28 DAA	35 DAA
Cacau UFV	Fluaz. + Fom. (100+125)	50	38,75	22,5	18,75
	Fluaz. + Fom. (150+187,5)	55	45	25	26,25
	Fluaz. + Fom. (200+250)	67,5	45	17,5	21,25
	Fluaz. + Fom. (300+375)	75	47,5	25	17,5
	Fluaz. (250)	0	2,5	1,25	2,5
	Fom. (250)	50	37,5	26,25	23,75
Coimbra	Fluaz. + Fom. (100+125)	60	40	21,25	16,25
	Fluaz. + Fom. (150+187,5)	65	30	16,25	13,75
	Fluaz. + Fom. (200+250)	75	33,75	13,75	13,75
	Fluaz. + Fom. (300+375)	87,5	42,5	15	18,75
	Fluaz. (250)	0	1,25	6,25	1,25
	Fom. (250)	56,25	35	22,5	17,5
Coqueiro	Fluaz. + Fom. (100+125)	55	47,5	23,75	21,25
	Fluaz. + Fom. (150+187,5)	60	40	20	15
	Fluaz. + Fom. (200+250)	73,75	47,5	23,75	15
	Fluaz. + Fom. (300+375)	86,25	65	26,25	18,75
	Fluaz. (250)	3,75	6,25	3,75	1,25
	Fom. (250)	52,5	27,5	16,25	17,5
IAC-12	Fluaz. + Fom. (100+125)	57,5	38,75	18,75	13,75
	Fluaz. + Fom. (150+187,5)	72,5	55	26,25	22,5
	Fluaz. + Fom. (200+250)	82,5	37,5	20	16,25
	Fluaz. + Fom. (300+375)	88,75	45	18,75	12,5
	Fluaz. (250)	1,25	6,25	3,75	3,75
	Fom. (250)	50	30	20	15
Platina	Fluaz. + Fom. (100+125)	52,5	33,75	20	16,25
	Fluaz. + Fom. (150+187,5)	47,5	30	15	13,75
	Fluaz. + Fom. (200+250)	67,5	30	15	15
	Fluaz. + Fom. (300+375)	73,75	28,75	16,25	15
	Fluaz. (250)	3,75	2,5	3,75	5
	Fom. (250)	42,5	25	20	21,25

Fluaz.: Fluazifop-p-butil; Fom.: Fomesafen;

Para as características MSF, MSC e MSPA, em função das doses da mistura dos herbicidas, foram ajustados modelos não-lineares para todos os cultivares, exceto para a MST do cultivar Coqueiro (Figuras 1 a 4). Para a variável MSR nenhum modelo se adequou aos valores encontrados, afetando o ajuste para MST dos cultivares Coimbra e IAC-12.

De modo geral os cultivares de mandioca apresentaram tendência de queda na MSF, MSC, MSPA e MST com o aumento da dose (Figura 1 a 4). No cultivar IAC-12 encontraram-se as maiores reduções da matéria seca acumulada nos componentes vegetativos, chegando, respectivamente, a 68,94%, 79,46%, 74,47%, e 62,29% na maior dosagem. Por outro lado, na Cacau UFV essa tendência de redução foi menor, porém com redução significativa nas características avaliadas (Figuras 1 a 4).

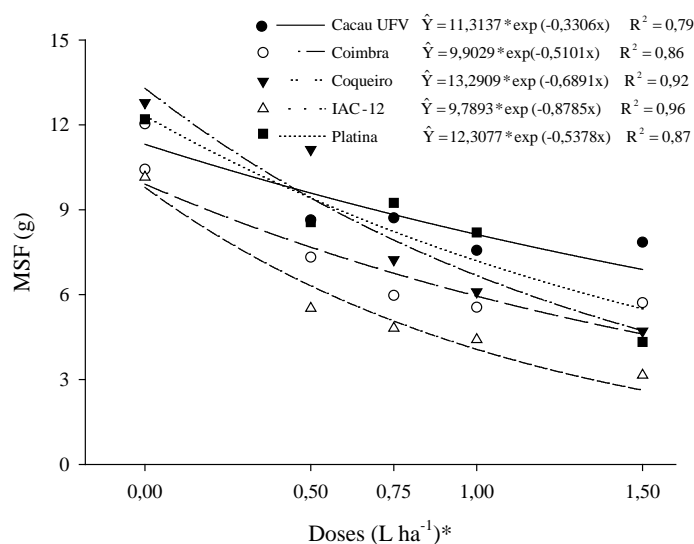


Figura 1 – Matéria seca de folhas de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas (fluazifop-p-butil e fomesafen), avaliada aos 35 dias após a aplicação. *Produto comercial

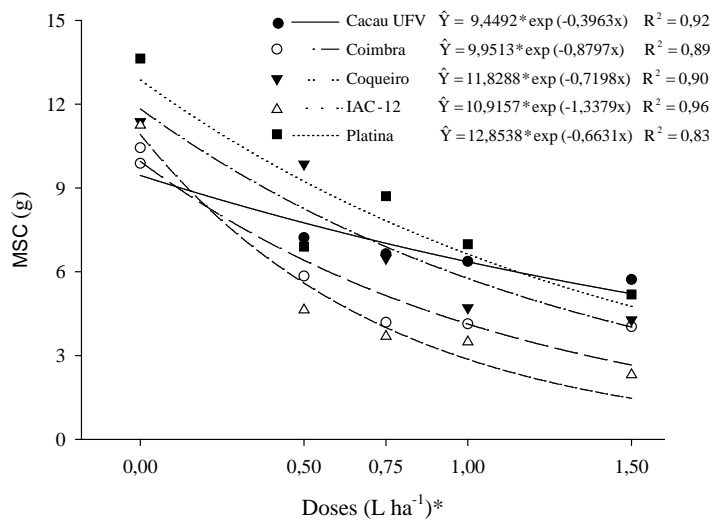


Figura 2 – Matéria seca do caule de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen), avaliada aos 35 dias após a aplicação. *Produto comercial

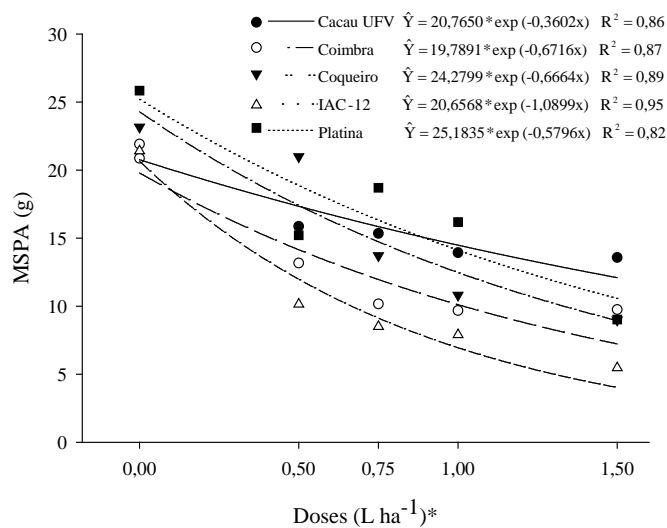


Figura 3 – Matéria seca da parte aérea de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas (fluazifop-p-butil e fomesafen), avaliada aos 35 dias após a aplicação. *Produto comercial

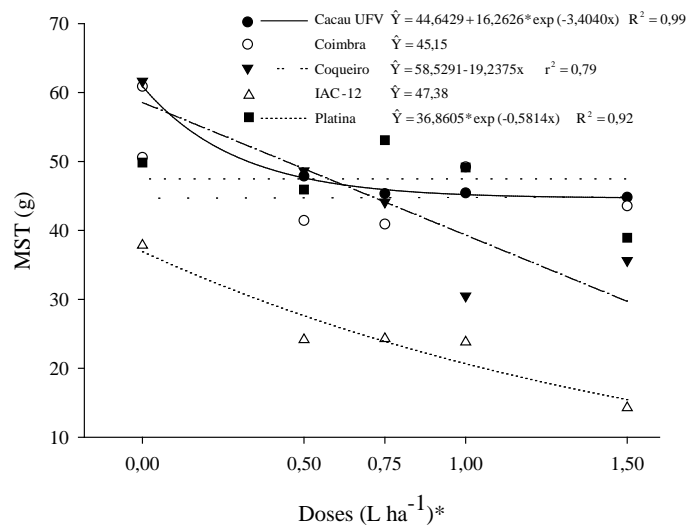


Figura 4 – Matéria seca total de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas (fluazifop-p-butil e fomesafen), avaliada aos 35 dias após a aplicação. *Produto comercial

Do mesmo modo, o aumento das doses da mistura provocou reduções na AF e NF da mandioca (Figura 5 e 6). As alterações no NF provocado pela ação da mistura dos herbicidas foi o principal motivo para a queda linear da área foliar dos cultivares. Constatou-se também menor AP e DC indicando menor crescimento das plantas quando comparado a testemunha. Alterações na área foliar podem ocasionar reduções na capacidade fotossintética da planta, o que podem explicar as reduções no acúmulo de matéria seca total da planta (VIANA et al., 2001).

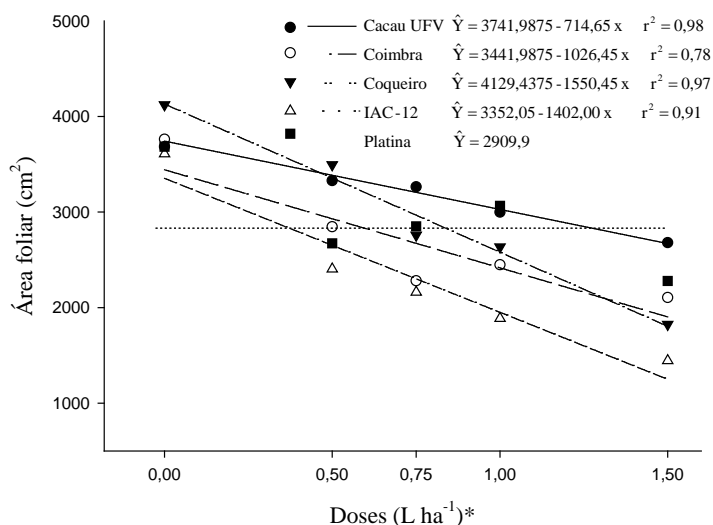


Figura 5 – Área foliar de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas (fluazifop-p-butil e fomesafen), avaliada aos 35 dias após a aplicação. *Produto comercial

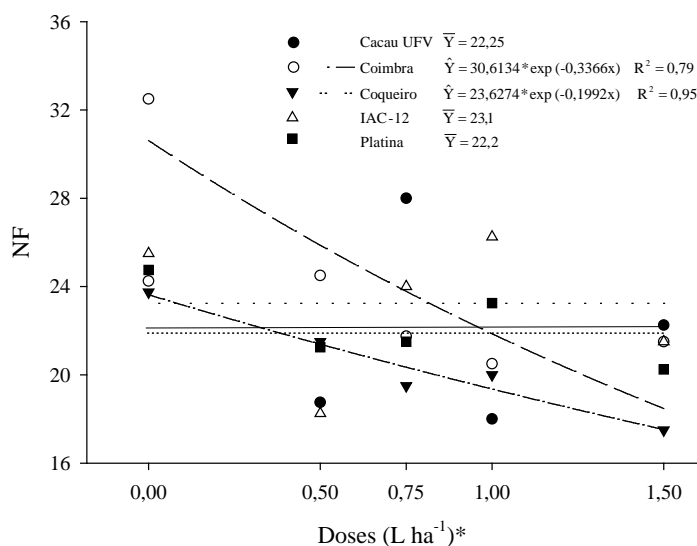


Figura 6 – Número de folhas de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas (fluzifop-p-butil e fomesafen), avaliada aos 35 dias após a aplicação. *Produto comercial

O DC e AP dos cultivares foram influenciados pela dosagem da mistura dos herbicidas (Figuras 7 e 8). 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 e Kruse (1993) o acúmulo de matéria seca do caule de duas cultivares de mandioca foram até o 180 dias após o plantio, com maior incremento a partir dos 60 dias, sendo que no período anterior a esse o crescimento esteve mais envolvido a formação de folhas.

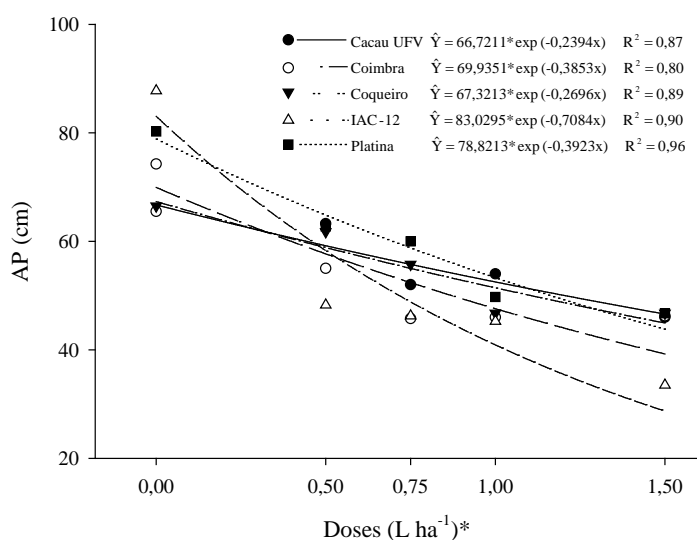


Figura 7 – Altura de planta de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas (fluzifop-p-butil e fomesafen), avaliada aos 35 dias após a aplicação. *Produto comercial

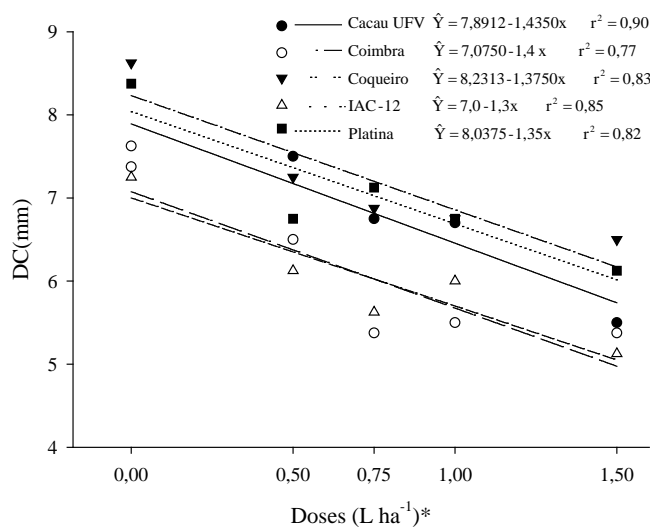


Figura 8 – Diâmetro do caule de cultivares de mandioca em função da mistura dos herbicidas (fluazifop-p-butil e fomesafen), avaliada aos 35 dias após a aplicação. *Produto comercial

De modo geral, os cultivares apresentaram tolerância semelhante aos herbicidas estudados, e as diferenças encontradas parecem ser meramente variações genotípicas entre as cultivares. Entretanto, em trabalhos com herbicidas pré-emergentes foram observados outros resultados. Oliveira Jr. et al. (2001) investigaram a tolerância de cinco cultivares de mandioca a herbicidas aplicados em pré-emergência e relataram variações da intoxicação entre os genótipos apesar de nenhum tratamento ter afetado o estande e crescimento das plantas. Do mesmo modo, Biffe (2010) encontrou variações na tolerância dos cultivares Fibra e Fécula Branca, aos herbicidas atrazine e diuron, sendo a primeira relatada como a mais tolerante. Deve-se ressaltar que o fomesafen é um herbicida de contato e seus sintomas foram idênticos nas cultivares avaliadas, resultando em valores semelhantes nas avaliações de fitotoxicidade.

4- CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados, pode-se concluir que o herbicida fluazifop-p-butil tem potencial para ser utilizado em pós-emergência da mandioca. Apesar de não causar reduções significativas no acúmulo de biomassa total das cultivares de mandioca o herbicida fomesafen causou elevados índices de intoxicação, sendo necessários mais estudos em nível de campo para avaliar a influencia desse herbicida na produtividade de raízes da cultura. A mistura dos herbicidas (fluazifop-

butil e fomesafen) causou reduções no acúmulo de matéria seca e crescimento das cultivares de mandioca, mostrando não seletivo para a cultura.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro na execução deste trabalho.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.L. et al. Efeitos das alternativas de herbicidas aplicados em nível comercial na cultura da mandioca no balanço de massa final das raízes. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, n.1, p.77-82, 2010.

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

BURKE, I. C. et al. A seedling assay to screen aryloxyphenoxypropionic acid and cyclohexanedione resistance in johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Weed Technol.**, v. 20, n. 4, p. 950-955, 2006.

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.

CURCUNELLI, F. et al. Produção de cepa de duas variedades de mandioca em diferentes tratamentos de herbicidas. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, n.1, p.162-172, 2010.

EMBRAPA. **Cultivo da Mandioca para a Região dos Tabuleiros Costeiros**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2003. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_tabcos teiros/index.htm> Acesso em: 20 Jun. 2011.

FERREIRA, E.A. et al. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuron-sodium + ametryn. **Planta daninha**, v. 23, n. 1, p. 93-99, 2005.

GALON, L. et al. Seletividade de herbicidas a genótipos de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 27, n. esp., p. 1083-1093, 2009.

GALON, L. et al. Tolerância de novos genótipos de cana-de-açúcar a herbicidas. **Planta daninha**. v.28, n.2, p. 329-338, 2010.

GELMINI, G. A. al. Resistência de biótipos de *Euphorbia heterophylla* L. Aos herbicidas inibidores da enzima ALS utilizados na cultura de soja. **Bragantia**, v. 60, n. 2, p.93-99, 2001.

FONTES, J.R.A. et al. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do feijão-mungo-verde (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). **Ciência Agrotécnica**, v.25, n.5, p.1087-1096, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sétima previsão da safra 2011/2012**. Disponível em :http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1798&id_pagina=1. Acesso em: 10 Jun. 2011.

JOHANNES, O. e 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.

MAPA.http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. Acesso em: 09 Jun. 2011

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.

NEGRISOLI, E. et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 567-575, 2004.

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 a.

OLIVEIRA Jr., R. S. et al. Manejo químico de plantas daninhas em área de plantio direto de mandioca. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.2, n.3, p.99-106, 2001 b.

ROCHA, P.R.R et al . Seletividade de herbicidas pré-emergentes ao pinhão-mansão (*Jatropha curcas*). **Planta daninha**, v. 28, n. 4, p. 801-806, 2010 .

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. p. 1151-1164, 1993.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.) **Tópicos em manejo de plantas daninhas**.: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 17-62, cap.2 a.

SILVA, C. M.. Efeito residual da aplicação de fluazifop-p-butil + fomesafen em solos com plantas-teste. **Cienc. Rural**, v. 37, n. 5, p. 1450-1452, 2007 b.

VIANA et al. 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.

VIDIGAL FILHO, P. S. et al . Avaliação de cultivares de mandioca na Região Noroeste do Paraná. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 69-75 2000.

WILSON, R.G. Response of nine sugarbeet (*Beta vulgaris*) cultivars to postemergence herbicide applications. **Weed Technol.**, v.13, n.1, p.25- 29, 1999.

ARTIGO CIENTÍFICO IV: SENSIBILIDADE DE CULTIVARES DE MANDIOCA AO MESOTRIONE

Resumo

O manejo inadequado das plantas daninhas é um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade média de raízes da cultura da mandioca no Brasil. Nessa cultura o método mecânico de controle das plantas daninhas é o mais utilizado em decorrência da baixa disponibilidade de herbicidas registrados para a mandioca. Na busca de alternativas para este problema realizou-se este trabalho que teve como objetivo avaliar a tolerância de cultivares de mandioca ao mesotrione aplicado em pós-emergência. Foram avaliadas cinco doses do herbicida aplicadas em cinco cultivares de mandioca, amplamente cultivadas no estado de Minas Gerais. Os maiores valores de intoxicação visual foram observados aos 14 e 28 dias após aplicação do herbicida (DAA) e provocados pelas maiores doses do mesotrione. Estes sintomas consistiram em leve branqueamento das folhas mais novas das plantas. Aos 35 DAA as plantas apresentaram recuperação dos sintomas, principalmente pelo surgimento de novas folhas. Em nenhuma das doses avaliadas o herbicida afetou as variáveis avaliadas: altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e acúmulo de matéria seca de folha, caule, raízes e total, independente da dosagem testada; evidenciando a tolerância dos cultivares de mandioca ao herbicida mesotrione.

Palavra chave: *Manihot esculenta*, crescimento, seletividade, manejo químico

Abstract

TOLERANCE OF CASSAVA CULTIVARS TO THE HERBICIDE MESOTRIONE

The unsuitable weed management is one of the main factors for the low mean yield of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in Brazil. In this crop, the mechanical weed control is the most commonly used, due to the lack of registered herbicides for Cassava's culture. In the look for alternatives, this work aimed to evaluate the tolerance level of cassava's cultivars to the herbicide mesotrione applied after the sprout. There had been evaluated five doses of the herbicide, applied in five different cultivars of the cassava largely grown in Minas Gerais state. The highest values for visual intoxication

were observed at 14 and 28 days after the herbicide application (DAA) and caused by the highest doses of mesotrione. These symptoms consisted in the whiteness of the new leaves. At the day 35, the plants showed signals of recovery, mainly due the sprout of new leaves. The herbicide did not affected the variables height, stem diameter, number of leaves, foliar area and dry matter accumulation of leaves, stems, roots and in total in any of the doses evaluated. This is an evidence of the cassava's cultivars tolerance to the herbicide mesotrione.

Keywords: *Manihot esculenta*, growth, selectivity, Chemical control

1- INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma das culturas que apresentam maiores eficiência na utilização dos recursos disponíveis para o seu crescimento alcançando valores de índice de colheita próximos a 70 % (SANGOI & KRUSE 1993). Apesar disso, ela é muito afetada pela competição com as plantas daninhas, por apresentar brotação e crescimento inicial lento (AZEVEDO et al., 2000). Em consequência dessa característica, é necessário manter os mandiocais livre de plantas daninhas no período inicial, que varia de 60 a 120 dias (MOURA, 2000 BIFFE et al., 2010).

Entre os problemas existentes para os produtores de mandioca e que oneram a produção, destaca-se o controle das plantas daninhas, as quais são responsáveis por reduções superiores a 80% da produção, podendo também aumentar o custo de produção em cerca de 40% (PERESSIN & CARVALHO, 2002). Assim, o controle das plantas daninhas nos mandiocais torna-se uma das práticas de manejo obrigatórias.

Por ser em maior parte cultivada por pequenos produtores a mandioca possui poucos herbicidas registrados para o controle químico das plantas daninhas. No mercado brasileiro existem somente cinco princípios ativos registrado para a cultura o que limita muito as possibilidades de manejo pelo produtor (MAPA, 2011). Dentre esses quatro (ametryn, metribuzin, isoxaflutole e o clomazone) são pré-emergentes e somente um (cletodim) é registrado para aplicação em pós-brotação da mandioca, apresentando atividade somente sobre plantas daninhas gramíneas. No entanto, em recentes levantamentos foram identificados dezenas de espécies de plantas daninhas, de vários gêneros e famílias, que infestam os mandiocais brasileiros (CARVALHO et al., 2004, JOHANNIS & CONTIERO, 2006, ALBUQUERQUE et al., 2008, GUGLIERI et

al., 2009, PINOTTI et al., 2010, BIFFE et al., 2010). Embora muitas dessas espécies sejam comuns às diversas regiões do país, observa-se que cada região apresenta suas particularidades quanto às espécies de planta daninha predominantes. Possivelmente, os herbicidas registrados para a cultura apresentam limitações em seu espectro de ação sobre as plantas daninhas que ocorrem nos mandiocais.

Dentre os novos herbicidas no mercado o mesotrione destaca-se por ser de ação sistêmica, indicado para o controle em pós-emergência das plantas infestantes, na cultura do milho e da cana-de-açúcar. Pertence ao grupo químico das tricetonas e atua sobre as plantas daninhas inibindo a biossíntese de carotenóides, através da interferência na atividade da enzima HPPD (4hidroxifenil-piruvato-dioxigenase) nos cloroplastos (RODRIGUES E ALMEIDA,2005).

Considerando que há diferenciação dos genótipos de mandioca quanto à seletividade a herbicidas, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência do herbicida mesotrione aplicado em pós-brotção da cultura sobre o crescimento inicial de cinco cultivares de mandioca.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, com condições controladas de temperatura e umidade no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (DFT-UFV). Foi utilizada amostra de Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média, que após secagem ao ar foi peneirado (malha de 5 mm). A análise química do solo apresentou o seguinte resultado: 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 a capacidade de campo.

Utilizou-se do delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Cada vaso com capacidade volumétrica de 12 dm³, contendo amostra de solo, representou uma unidade experimental. Adotou-se arranjo fatorial em esquema 5x5, constituído pela combinação de 5 doses do herbicida mesotrione: 0; 0,072; 0,108; 0,144 e 0,216 g ha⁻¹ equivalente a 0,0; 0,5, 0,75, 1 e 1,5 vezes a dose comercial recomendada – (MAPA, 2011) e 5 cultivares de mandioca (Cacaú UFV, Platina, Coqueiro, Coimbra e IAC-12).

O plantio das manivas foi realizado em vaso no mês de março de 2011, com brotação visível cinco dias após o plantio e a aplicação dos herbicidas aos 30 dias após o plantio com auxílio de um pulverizador costal pressurizado à CO₂, com pressão constante, equipado com lança contendo uma ponta tipo leque aplicando um volume de calda equivalente a 150 l ha⁻¹.

As avaliações de intoxicação visual da cultura foram realizadas aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA). Para isso utilizou-se uma escala percentual de notas variando entre 0 (zero) e 100 (cem), onde 0 implica ausência de quaisquer injúrias e 100, a morte da planta.

Aos 7, 14, 28 e 35 DAA determinou-se o número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC) e altura das plantas (AP) e na última avaliação a área foliar (AF). Além disso, aos 35 DAA, todo o material vegetal foi colhido, separado em folha, caule e raízes sendo posteriormente seco em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C, até atingir peso constante para determinação da massa da matéria seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância, desdobrando-se todas as interações possíveis. Optou-se por analisar cada época de avaliação separadamente. As médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

As notas médias para intoxicação visualizados 7, 14, 28 e 35 DAA promovida pelas doses do herbicida estão apresentadas na Tabela 1. Verifica-se, para todos os cultivares, que as maiores doses do mesotrione acarretaram os sintomas de injúrias mais evidentes, os quais consistiram em leve branqueamento da folhas mais novas das plantas. Em média os maiores valores de fitotoxicidade foram encontrados nas avaliações aos 14 e 28 DAA sendo que após essa avaliação as plantas apresentaram recuperação dos sintomas, principalmente pelo surgimento de novas folhas.

O cultivar Platina mostrou-se o mais tolerante ao herbicida utilizado, evidenciado pelo menor valor de intoxicação. Por outro lado, o cultivar IAC-12 apresentou os maiores valores de intoxicação sendo superiores a 15% na primeira e última avaliação (Tabela 1). Esses valores podem ser considerados de baixa toxicidade, pois Oliveira Jr. et al. (2001) em trabalho com o herbicida clomazone, pertencente ao mesmo mecanismo de ação do mesotrione, encontraram valores de intoxicação visual

superiores a 40 %, sem, no entanto, causar reduções significativas no estande, altura de plantas e produtividade de raízes da mandioca.

Tabela 1 - Porcentagem de intoxicação em variedades de mandioca aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) de mesotrione.

Cultivares	Dose i.a. (g ha ⁻¹)	Dias após aplicação (DAA)				Média
		7 DAA	14 DAA	28 DAA	35 DAA	
Cacau UFV	Mesotrione (0,072)	10,0	7,5	7,5	7,5	8,1
	Mesotrione (0,108)	6,3	10,0	10,0	10,0	9,1
	Mesotrione (0,144)	11,3	12,5	16,3	7,5	11,9
	Mesotrione (0,216)	13,8	21,3	20,0	15,0	17,5
Coimbra	Mesotrione (0,072)	5,0	3,8	3,8	3,8	4,1
	Mesotrione (0,108)	3,8	6,3	6,3	8,8	6,3
	Mesotrione (0,144)	12,5	12,5	13,8	13,8	13,1
	Mesotrione (0,216)	13,8	18,8	17,5	15,0	16,3
Coqueiro	Mesotrione (0,072)	1,3	2,5	2,5	6,3	3,1
	Mesotrione (0,108)	7,5	10,0	6,3	6,3	7,5
	Mesotrione (0,144)	6,3	15,0	10,0	8,8	10,0
	Mesotrione (0,216)	15,0	17,5	18,8	18,8	17,5
IAC-12	Mesotrione (0,072)	8,8	11,3	12,5	12,5	11,3
	Mesotrione (0,108)	11,3	11,3	10,0	5,0	9,4
	Mesotrione (0,144)	17,5	23,8	22,5	12,5	19,1
	Mesotrione (0,216)	16,3	27,5	23,8	13,8	20,3
Platina	Mesotrione (0,072)	3,8	3,8	5,0	6,3	4,7
	Mesotrione (0,108)	8,8	6,3	5,0	3,8	5,9
	Mesotrione (0,144)	11,3	11,3	11,3	8,8	10,6
	Mesotrione (0,216)	11,3	15,0	16,3	15,0	14
Média Geral		9,8	12,4	11,9	9,9	

Para a altura de plantas da mandioca (AP), constatou-se interação entre os fatores cultivares e doses aos 14 e 28 DAA, enquanto que aos 7 DAA somente o fator cultivares foi significativo (Tabela 2). O cultivar platina foi o único genótipo a apresentar diferença significativa na AP de acordo com a dosagem aplicada, observando reduções de aproximadamente 20 % em relação à testemunha quando aplicado a dose de 0,144 g ha⁻¹. No entanto essas diferenças não foram verificadas na última avaliação provavelmente devido à recuperação das plantas.

Tabela 2. Altura de plantas (AP) em centímetros de cultivares de mandioca aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) de mesotrione

Cultivares	7 DAA		14 DAA					28 DAA					35 DAA
	Média	Dose i.a. (g ha ⁻¹)					Dose i.a. (g ha ⁻¹)					Média	
		0	0,072	0,108	0,144	0,216	0	0,072	0,108	0,144	0,216		
Cacau UFV	37,2 A	67,8 Aa	59,0 Aa	70,3 Aa	73,5 Aa	67,3 Aa	76,0 Aa	66,0 Aa	81,0 Aa	80,8 Aa	76,0 Aa	84,2 A	
Coimbra	31,2 B	69,3 Aa	66,8 Aa	72,8 Aa	66,3 Aa	77,3 Aa	74,8 Aa	74,5 Aa	79,0 Aa	68,5 Aa	79,3 Aa	79,4 A	
Coqueiro	39,5 A	83,5 Aa	67,5 Aa	66,0 Aa	73,3 Aa	66,5 Aa	91,3 Aa	73,5 Aa	69,8 Aa	79,0 Aa	69,5 Aa	86,8 A	
IAC-12	36,5 AB	78,8 Aa	79,0 Aa	63,5 Aa	59,5 Aa	71,3 Aa	83,8 Aa	84,5 Aa	68,5 Aa	68,0 Aa	74,5 Aa	80,2 A	
Platina	35,4 AB	66,0 Aab	73,8 Aab	81,8 Aab	53,3 Ab	79,8 Aab	73,3 Aab	82,8 Aab	89,3 Aab	64,0 Ab	87,3 Aab	86,2 A	
CV (%)	18,82	----- 15,15-----					-----14,83-----					13,49	

Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas na coluna e por mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de Variação

Tabela 3. Diâmetro do caule, em milímetros, de cultivares de mandioca aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação(DAA) de mesotrione

Cultivares	7 DAA		14 DAA					28 DAA	35 DAA
	Média	Dose i.a. (g ha ⁻¹)					Média	Média	
		0	0,072	0,108	0,144	0,216			
Cacau UFV	6,7 AB	8,6 ABa	8,4 ABa	9,1 ABCa	9,0 ABCa	8,8 ABa	8,4 B	9,0 AB	
Coimbra	6,3 B	7,6 Ba	7,4 Ba	7,8 BCa	8,0 ABCa	8,6 ABa	8,3 B	8,5 B	
Coqueiro	7,1 A	10,0 ABa	8,8 ABa	8,9 ABCa	9,3 ABa	8,1 ABa	9,0 AB	9,4 AB	
IAC-12	4,9 C	7,0 Ba	7,0 Ba	6,9 Ca	6,0 Ca	6,6 Ba	6,8 C	7,0 C	
Platina	7,0 AB	8,3 ABab	9,4 ABab	9,9 ABab	7,3 BCb	9,6 ABab	9,6 A	9,8 A	
CV (%)	14,37	----- 12,10-----					15,14	12,64	

Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas na coluna e por mesmas letras minúsculas, na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de Variação

Em avaliação de nove cultivares de mandioca feita por Vidigal Filho et al. (2000) observa-se que a característica altura de planta esta diretamente relacionada com a produção final da parte aérea da cultura. Biffe et al. (2010) e Oliveira Jr. (2001) não relataram reduções na AP da mandioca para a aplicação em pré emergência dos herbicidas isoxaflutole e clomazone, apresentando assim, concordância com os resultados desse estudo.

O diâmetro do caule (DC) apresentou diferenças de acordo com os cultivares de mandioca. Aos 7 DAA a IAC-12 obteve os menores valores nesta variável e apesar de haver aumento nos valores, esses se mantiveram inferiores aos encontrados para os outros genótipos (Tabela 3). Apesar de aos 14 DAA ser observada interação entre os fatores, o cultivar IAC-12 continuou apresentando os menores valores, no entanto a platina foi a única a apresentar redução na DC na dose de 0,144 g ha⁻¹ do mesotrione.

Na comparação entre os cultivares quanto ao número de folhas (NF) observa-se que a IAC-12 obteve os maiores valores dessa variável (Tabela 4). Em geral as plantas mantiveram o aumento no NF durante o período de avaliação sendo indicativo de que o mesotrione não causou queda de folhas das plantas apesar da intoxicação visível. Essa é uma característica desejada, pois a manutenção da folhagem das plantas de mandioca aumenta o período de atividade do aparato fotossintético da planta proporcionando incrementos no rendimento da produção da cultura. Segundo estudo de Sangoi e Kruse (1993) o aumento de folhas das plantas de mandioca ocorrem de forma exponencial até aproximadamente 150 DAA, sendo que nesse período ocorre grande parte do acúmulo de matéria seca das raízes e parte aérea da cultura.

Na análise de variância para a matéria seca de folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR) e total (MST) constatou-se que somente o fator cultivares atuou de forma significativa para essas variáveis (Tabela 5). Assim os efeitos observados nos cultivares devem ser atribuídos às diferenças genotípicas destas e não à ação dos tratamentos químicos. Esses resultados mostram que apesar de causar intoxicações visíveis às plantas, o mesotrione não causou danos no acúmulo de biomassa dos componentes vegetativos da mandioca, indicativo de alta tolerância da cultura a esse herbicida. O cultivar Coqueiro apresentou os maiores resultados quando comparado as demais para MSF, MSC, MSR e MST (Tabela 5). De modo contrário o cultivar IAC-12 obteve os menores valores nas variáveis analisadas. Deve-se ressaltar que as manivas dessa cultivar apresentavam os menores diâmetros (dados não apresentados), o que possivelmente afetou os valores de MSR e consequentemente a MST.

Tabela 4. Número de folhas de variedades de mandioca aos 7, 14, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) do mesotrione

Cultivares	7 DAA	14 DAA	28 DAA	35 DAA				
	Média	Média	Média	Dose i.a. (g ha ⁻¹)				
				0	0,072	0,108	0,144	0,216
Cacau UFV	19,0 C	25,5 C	23,5 BC	31,7 Ab	20,6 ABc	40,5 Aa	19,9 Ac	25,9 BCbc
Coimbra	24,7 AB	32,4 AB	30,1 AB	31,9 Aa	24,6 ABa	30,4 Ba	24,3 Aa	26,6 ABa
Coqueiro	21,6 BC	28,6 BC	25,0 BC	35,5 Aa	26,4 Ab	29,1 Bab	25,9 Ab	22,1 BCb
IAC-12	28,0 A	37,6 A	34,1 A	27,3 Aa	16,3 Bb	25,9 Ba	18,8 Aab	16,9 Cb
Platina	20,0 C	27,6 BC	22,3 C	35,1 Aab	26,6 Abc	42,2 Aa	21,8 Ac	35,0 Aab
CV (%)	21,42	21,38	28,13	----- 16,02 -----				

Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas na coluna e por mesmas letras minúsculas, na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de Variação

Tabela 5- Valores médios de matéria seca de folha (MSF), caule (MSC), raízes (MSR), total (MST) e área foliar (AF) de cultivares de mandioca após aos 35 dias após a aplicação (DAA) do mesotrione

Cultivares	Variáveis				
	MSF	MSC	MSR	MST	AF
	g/planta				cm ²
Cacau UFV	12,3 B	14,1 B	28,3 B	54,8 B	4291,0 AB
Coimbra	10,7 CD	15,5 AB	35,7 A	61,9 AB	3775,1 C
Coqueiro	13,7 A	17,1 A	35,8 A	66,6 A	4749,0 A
IAC-12	9,8 D	15,0 AB	17,1 C	41,8 C	3967,5 BC
Platina	11,6 BC	14,9 AB	27,3 B	53,8 B	4060,0 BC
CV (%)	10,22	18,25	27,12	17,24	13,49

Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas na coluna e por mesmas letras minúsculas, na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de Variação

Para o cultivar coqueiro foi observado os maiores valores de área foliar (AF) e os menores para a Coimbra (Tabela 5). Apesar de causar o branqueamento às folhas da mandioca o mesotrione não causou reduções significativas dessa variável em nenhuma das cultivares. A manutenção da AF pelas plantas de mandioca é uma característica desejada, pois segundo Cruz & Pelacani (1993) a queda dessa variável e conseqüentemente a redução no índice de área foliar estão diretamente relacionados a reduções no acúmulo de matéria seca pelas raízes e parte aérea da cultura e atraso na formação e diminuição no crescimento da raiz tuberosa.

4 CONCLUSÃO

Os cultivares de mandioca apresentaram elevada tolerância ao herbicida mesotrione, não sendo relatadas reduções no crescimento inicial da cultura. No entanto são necessários estudos em nível de campo para determinar época e modo de aplicação do mesotrione e seus efeitos sobre a produtividade final da cultura.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro na execução deste trabalho.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J.A.A. et al. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*), **Planta daninha** v.26 n.2, p. 279-289, 2008.

AZEVÊDO, C. L.L. et al. Levantamento de plantas daninhas na cultura da mandioca, em um ecossistema semi-árido do Estado da Bahia. **Magistra**, v. 12, n. 1/2, 2000.

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

CARVALHO, J.E.B. et al. **Período de controle de plantas infestantes na cultura da mandioca no Estado da Bahia**. Cruz das Almas: Embrapa, 2004. 7 p. (Comunicado Técnico, 109).

CRUZ, J.L. & PELACANI, R. Fisiologia da mandioca. In: **Curso nacional de mandioca**, 8., 1993, Cruz das Almas. EMBRAPA-CNPMF, 1993. 38 p.

GUGLIERI A. et al. Fitossociologia de plantas espontâneas em um mandiocal implantado em pastagem cultivada em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Rev. ciênc. agrár.**, v. 51, n. 1, p.127-141, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sétima previsão da safra 2011/2012**. Disponível em :http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias /noticia_visualiza.php?id_noticia=1798&id_pagina=1. Acesso em: 10 Jun. 2011.

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

MAPA.http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. Acesso em: 09 Jun. 2011

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 a.

PERESSIN, V. A.;; CARVALHO, J. E. B. Manejo integrado de plantas daninhas em mandioca. In: Marney Pascoli Cereda. (Org.). **Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002, v. 2, n.1 p. 3. 02-349.

PINOTTI E.B. et al.. Levantamento florístico de plantas daninhas na cultura da mandioca no município de Pompéia – SP. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, n.1, p.120-125, 2010.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. R. **Guia de herbicidas**. 5.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2005. 591 p.

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.10, p. 1151-1164, 1993.

VIDIGAL FILHO, P. S. et al . Avaliação de cultivares de mandioca na Região Noroeste do Paraná. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 69-75 2000.

CONCLUSÃO GERAL

A mandioca apresentou diferentes níveis de sensibilidade aos herbicidas aplicados em pós-emergência da cultura. As folhas foram o principal órgão afetado pelos herbicidas, seguido do caule e das raízes. Apesar de recomendado em pré-emergência o ametryn causou reduções no crescimento das plantas além de apresentar elevados níveis de intoxicação não sendo indicada sua aplicação após brotação da mandioca. As misturas ametryn + trifloxysulfuron-sodium e diuron + hexazinone e os herbicidas atrazine e sulfentrazone também provocaram queda nas variáveis de crescimento da cultura.

Os herbicidas bentazon, fluazifop-p-butil, mesotrione e tembotrione foram seletivos a mandioca, pois não provocaram reduções nas variáveis de crescimento da cultura e observaram baixos índices de intoxicação. São potenciais princípios ativos para a utilização na cultura.

A mistura comercial dos herbicidas fomesafen e fluazifop provocou altos níveis de intoxicação aos cultivares de mandioca não sendo indicada sua aplicação aos 30 dias pós-brotação. No entanto, a forma isolada do fomesafen, apesar de causar elevados valores de intoxicação, não provocou redução no crescimento da cultura. O fluazifop-p-butil apresentou elevada seletividade a cultura,

A mandioca foi tolerante a aplicação do herbicida mesotrione não sendo constatadas reduções no crescimento da cultura. Esse herbicida apresenta potencial para utilização no controle químico de plantas daninhas na cultura da mandioca.

ANEXO

Artigo 1 e 2:

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DA REVISTA PLANTA DANINHA

Disponível em: <http://www.scielo.br/revistas/pd/pinstruc.htm>

Artigos 3 e 4:

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DA REVISTA BRASILEIRA DE HERBICIDAS

Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh>