



SELETIVIDADE E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM MANDIOCA

EDUARDO DE SOUZA MOREIRA

2014

EDUARDO DE SOUZA MOREIRA

**SELETIVIDADE E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM
MANDIOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Vitória da Conquista, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia.

Orientador:
Prof. DSc. Alcebíades Rebouças São José

Co-Orientadora:
Prof^a. DSc. Sylvana Naomi Matsumoto

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
2014

M837s

Moreira, Eduardo de Souza.

Seletividade e épocas de aplicação de herbicidas em
mandioca / Eduardo de Souza Moreira, 2014.

62f.: il. ; algumas col.

Orientador (a): Alcebíades Rebouças São José.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do
Sudoeste da Bahia

Programa de Pós-graduação em Agronomia, Vitória da
Conquista, 2014.

Referências: f. 47-54.

1. Manihot esculenta Crantz. 2. Herbicida - Mandioca.

I. São José, Alcebíades Rebouças. II. Universidade Estadual
do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia. III.T.

CDD: 633.682

CDD: 631.811

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia


Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título: “SELETIVIDADE E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE
HERBICIDAS EM MANDIOCA”**

Autor: Eduardo de Souza Moreira


Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de
MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM
FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:



Prof. Alceblades Rebouças São José, D.Sc., UESB
Presidente



Prof. Anselmo Eloy Silveira Viana, D.Sc., UESB



Paula Acácia Silva Ramos, D.Sc. CAPES/PNPD

Data de realização: 30 de Julho de 2014.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-
9383 – Fax: (77) 3424-1059 – Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-
900

e-mail: ppgagronomia@uesb.edu.br

Aos meus pais, Osmando e Ademilde, meus irmãos Thiago e Márcia, pelo carinho e incentivo.

À minha esposa, Gabriela Luz, pela paciência, dedicação, companheirismo e apoio incondicional em todos esses anos de convivência.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pela força nos momentos mais difíceis;

Ao Prof. Dr. Alcebíades Rebouças, pela oportunidade, orientação e confiança;

Ao Prof. Dr. Anselmo Eloy Viana e à pesquisadora Dra. Paula Acácia Ramos, pela colaboração e disponibilidade de participação na Banca Examinadora;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade;

À equipe do Laboratório de Fisiologia, pela ajuda nas avaliações;

Aos colegas do Mestrado, em especial, Maurício, Raelly, Aderson e Fabiano, pela ajuda na condução e avaliações do experimento, além dos bons momentos passados juntos;

À Diretoria do Campo Agropecuário, pelo apoio; e

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

MOREIRA, E. S. **Seletividade e épocas de aplicação de herbicidas em mandioca**. Vitória da Conquista - BA: UESB, 2014. 59 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

Este trabalho teve como objetivo avaliar a seletividades de moléculas herbicidas em plantas de mandioca, da variedade Sergipe, em duas épocas de aplicação. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Vitória da Conquista. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, no arranjo fatorial 2x5, com 10 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram formados pela combinação de duas épocas de aplicação (30 e 45 dias após a brotação) e cinco moléculas herbicidas aplicadas em doses comerciais (Bentazon – 720g i. a. ha⁻¹, Fluazifop-p-butil - 250g i. a. ha⁻¹, Chlorimuron-ethyl - 15g i. a. ha⁻¹, Mesotrione - 144g i. a. ha⁻¹ e Sethoxydim - 230 g i. a. ha⁻¹). Após as aplicações, foram avaliadas, semanalmente, características fisiológicas e a toxicidade dos herbicidas às plantas de mandioca. Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente os tratamentos foram comparados pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. O herbicida bentazon apresentou maior toxicidade nas avaliações aos 7, 14 e 35 dias após a aplicação, sendo que a aplicação aos 30 dias após a brotação proporcionou maior toxicidade. O fluazifop-p-butil e o chlorimuron-ethyl apresentaram ausência de toxicidade ao final do período de avaliações. Não foram verificadas diferenças entre os herbicidas em relação aos efeitos sobre as características de crescimento das plantas. O bentazon reduziu a fotossíntese líquida e a eficiência do uso da água das plantas, apenas nos primeiros 15 dias após a aplicação, quando aplicado aos 30 dias após a brotação. Não houve interferência dos herbicidas e das épocas de aplicação sobre as demais características fotossintéticas nas outras avaliações. Apesar de sintomas de toxicidade inicial, todos os herbicidas avaliados demonstraram potencial de utilização, independentemente da época de aplicação.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz, planta daninha, toxicidade.

*Orientador: Alcebíades Rebouças São José, D.Sc., UESB e Co-orientadora: Sylvana Naomi Matsumoto, D.Sc. UESB.

ABSTRACT

MOREIRA, E. S. **Selectivity and application times of herbicide in cassava** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2014. 59 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

This study aims to evaluate the selectivity of herbicide molecules to two cassava cultivars in two application times. The experiment was conducted in a greenhouse at the experimental area of the State University of Southwest Bahia, Campus de Vitória da Conquista. Completely randomized design in 2x5 factorial arrangement with 10 treatments and 4 replications was used. The treatments were formed by five herbicides applied at commercial doses molecules (Bentazon - 720g ai ha⁻¹, Fluazifop - p - butyl - 250g ai ha⁻¹ -ethyl Chlorimuron - 15g ai ha⁻¹, mesotrione - 144g ai ha⁻¹ and sethoxydim - 230 g ai ha⁻¹) and two application times (30 and 45 days after sprouting). After the applications was evaluated weekly, agronomic, physiological and phytotoxic plant characteristics. The data will be submitted to analysis of variance and subsequent treatments will be compared by Tukey test with 5 % probability. Herbicide bentazon showed higher toxicity on 7, 14 and 35. The fluazifop-p-butyl and chlorimuron-ethyl showed no toxicity at the end of the trial period. No differences between herbicides in relation to the effects on the growth characteristics of the plants were found. Bentazon reduced net photosynthesis and the efficiency of water use only the first assessment, 15 DAA, when applied at 30 days after sprouting. Although initial symptoms of toxicity, all herbicides show potential for use regardless of application time.

Key words: *Manihot esculenta* Crantz, weed, toxicity.

*Orientador: Alcebíades Rebouças São José, D.Sc. UESB e Co-orientadora: Sylvana Naomi Matsumoto, D.Sc. UESB.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise de variância e coeficientes de variação da toxicidade de herbicidas na cultura da mandioca, em duas épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	26
Tabela 2 - Toxicidade (%) de herbicidas pós-emergentes na cultura da mandioca. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	27
Tabela 3 - Toxicidade de herbicidas pós-emergentes na cultura da mandioca, em função das épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	30
Tabela 4 - Resumo da análise de variância e coeficientes de variação de altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), área foliar total (AFT) e índice SPAD de plantas de mandioca em função de herbicidas e épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	31
Tabela 5 – Altura, diâmetro do caule, área foliar total e índice SPAD de plantas de mandioca em função de épocas de aplicação e herbicidas. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	33
Tabela 6 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para o peso de parte aérea (PPA), peso de raiz (PR), peso total (PT), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) em função de herbicidas e épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	35
Tabela 7 – Peso de parte aérea (PPA), peso de raiz (PR), peso total da planta (PT), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) de mandioca em função de herbicidas e épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	36
Tabela 8 –Resumo da análise de variância e coeficientes de variação da fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs) e concentração interna de CO ₂ (Ci), transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA) de mandioca em função de épocas de aplicação e herbicidas. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	38

Tabela 9 – Fotossíntese líquida ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de plantas de mandioca em função de herbicidas. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	40
Tabela 10 – Fotossíntese líquida ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de plantas de mandioca em função de épocas de aplicação de herbicidas. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	41
Tabela 11 – Condutância estomática ($GS - \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 ($C_i - \mu\text{mol mol}^{-1}$) e transpiração ($E - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) de plantas de mandioca em função de herbicidas e épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	42
Tabela 12 – Eficiência do uso da água ($\text{EUA} - \text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$) de plantas de mandioca em função de herbicidas e épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	44
Tabela 13 – Eficiência do uso da água ($\text{EUA} - \text{mol CO}_2\text{molH}_2\text{O}^{-1}$) de plantas de mandioca em função de épocas de aplicação de herbicidas, avaliada aos 30 dias após aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperatura máxima, temperatura mínima e umidade relativa do ar durante o período de condução do experimento. Vitória da Conquista - BA, 2014.....	22
Figura 2 - Plantas de mandioca aos 12 dias após o plantio. Início da contagem do número de dias após a brotação (DAB) para aplicação dos herbicidas. Vitória da Conquista – BA, 2014.....	54
Figura 3 - Sintomas de toxicidade provocada pelo herbicida bentazon em plantas de mandioca, variedade Sergipe. Vitória da Conquista - BA, 2014.....	55
Figura 4 - Sintomas de toxicidade provocada pelo herbicida fluazifop-p-butil em plantas de mandioca, variedade Sergipe. Vitória da Conquista - BA, 2014.....	56
Figura 5 - Sintomas de toxicidade provocada pelo herbicida chlorimuron-ethyl em plantas de mandioca, variedade Sergipe. Vitória da Conquista - BA, 2014.....	57
Figura 6 - Sintomas de toxicidade provocada pelo herbicida mesotrione em plantas de mandioca, variedade Sergipe. Vitória da Conquista - BA, 2014.....	58
Figura 7 - Sintomas de toxicidade provocada pelo herbicida setoxydim em plantas de mandioca, variedade Sergipe. Vitória da Conquista - BA, 2014.....	59

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A	Fotossíntese líquida
AFT	Área foliar total
ALT	Altura de plantas
DIAM	Diâmetro do caule
C _i	Concentração interna de CO ₂
DAA	Dias após aplicação
DAB	Dias após a brotação
E	Transpiração
EUA	Eficiência do uso da água
G _s	Condutância estomática
MSPA	Massa seca de parte aérea
MSR	Massa seca de raiz
MST	Massa seca total
PPA	Peso de parte aérea
PR	Peso de raiz
PT	Peso total da planta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 Importância sócio-econômica da mandioca.....	14
2.2 Interferência e controle das plantas daninhas na cultura da mandioca.....	16
2.3 Seletividade de herbicidas na cultura da mandioca.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Local e época de condução do experimento.....	23
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	23
3.3 Instalação e condução do experimento.....	23
3.4 Variáveis avaliadas.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5. CONCLUSÕES.....	46
6. REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é originária da América Tropical e extensamente cultivada em quase todo o território nacional devido à sua adaptação às mais variadas condições de clima e solo (COCK, 1989). A parte da planta mais importante economicamente são as raízes tuberosas, ricas em amido e utilizadas na alimentação humana e animal, além de constituírem-se em matéria-prima de amplo e diversificado emprego industrial.

Embora seja uma planta rústica e que apresente elevada diversificação de uso, a produtividade da mandioca encontra-se muito abaixo do potencial produtivo da espécie. Dentre as causas que contribuem para o baixo rendimento da mandioca no Brasil, pode-se destacar o manejo inadequado de plantas daninhas (ALBUQUERQUE e outros, 2008). Essas plantas são consideradas como um dos principais componentes do agrossistema da cultura que interferem no desenvolvimento e na produtividade da mandioca. Competem, de maneira agressiva, principalmente por espaço, água, nutrientes e luz, devido a eficientes mecanismos desenvolvidos pelas mesmas no aproveitamento dos recursos do meio. De acordo com Peressin (2011), as perdas na produção de raízes tuberosas podem chegar a 95%, dependendo do período de convivência e da densidade populacional das espécies daninhas.

Ao longo do tempo, foram desenvolvidos vários métodos de controle de plantas daninhas, desde físicos, como roçadas e queimadas, até o químico, por meio do uso de herbicidas seletivos. Esta última modalidade tem crescido muito nos últimos anos, devido à escassez e custo da mão-de-obra e à sua eficiência no controle das espécies daninhas. Entretanto, ainda é reduzida a quantidade de herbicidas seletivos registrados para a cultura da mandioca. Atualmente, a maioria dos herbicidas utilizados nessa cultura é de aplicação em pré-

emergência, sendo o Cletodim o único herbicida registrado para aplicação em pós-emergência em área total.

Estudos recentes têm mostrado que há no mercado moléculas herbicidas que promoveram resultados satisfatórios no controle das plantas daninhas, apresentando bons níveis de seletividade para a mandioca. Dentre estes produtos estão o fluazifop-p-butil e o mesotrione, para o uso em pós-emergência. Entretanto, nenhum destes herbicidas é registrado para a cultura.

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 na cultura (VELINI e outros, 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 (SILVA, 2011). 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.

A pouca disponibilidade de herbicidas registrados e a falta de informações podem levar os produtores à utilização de produtos registrados para outras culturas, ocasionando resultados indesejáveis, como toxicidade e consequente redução na produção da cultura da mandioca. Diante disso, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a seletividade de cinco moléculas herbicidas à cultura da mandioca, em duas épocas de aplicação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância sócio-econômica da mandioca

A mandioca, dicotiledônea da família Euphorbiaceae, é uma espécie originária da América Tropical e representa a principal fonte de carboidratos para mais de 600 milhões de pessoas em regiões da África, Ásia e América Latina, sobretudo naquelas em desenvolvimento (IYER e outros, 2010). Suas raízes são empregadas na alimentação humana e animal e utilizadas como matéria-prima de amplo e diversificado emprego industrial, como na produção de amido, farinha, biocombustível, entre outros (HALSEY e outros, 2008). As folhas também podem ser empregadas na alimentação humana e animal e são ricas em proteínas e vitaminas (FUKUDA, 2005).

No Brasil, a mandiocultura tem uma importância social e cultural significativa, por representar a base econômica de milhares de propriedades. É cultivada em todo território nacional, sob diferentes condições ambientais e sistemas de cultivo. Segundo Peressin (2011), seu cultivo é realizado dentro de diferentes níveis tecnológicos. Dentre eles, pode-se destacar: o cultivo de “fundo de quintal”, observado em todas as regiões do País, onde se cultiva principalmente variedades mansas; o cultivo de subsistência, comumente adotado nas regiões Norte e Nordeste, com pouca adoção de tecnologias modernas; o cultivo em escala comercial, caracterizado pelo alto nível tecnológico e uso de insumos agrícolas, principalmente no Centro-Sul do Brasil; e o cultivo de mandioca em pivô-central, como alternativa de rotação de culturas.

Entre as culturas mais produzidas no País, a mandioca ocupa a quarta posição em valor de produção, inferior apenas à cana-de-açúcar, soja e milho (1ª e 2ª safras) (IBGE, 2014). Considerando-se a fase de produção primária e o

processamento de farinha e fécula, estima-se que, na safra de 2012/2013, a cultura da mandioca empregou diretamente mais de meio milhão de trabalhadores. A atividade mandioqueira proporcionou uma receita bruta anual de aproximadamente 3,5 bilhões de dólares e uma contribuição tributária de 210 milhões de dólares. A produção de farinha e fécula gerou uma receita equivalente a 600 milhões e 150 milhões de dólares, respectivamente (CONAB, 2014).

O Brasil é o terceiro maior produtor de mandioca, depois da Nigéria e da Tailândia (FAO, 2014). A produção nacional, em 2012, foi de aproximadamente 23 milhões de toneladas de raízes, em uma área plantada de 1,7 milhões de hectares e com uma produtividade média de 13,1 t ha⁻¹ (IBGE, 2014), considerada baixa, quando comparada com o potencial produtivo da espécie que pode atingir até 90 t ha⁻¹ de raízes tuberosas, em condições adequadas de cultivo (COCK e outros, 1979).

A produção brasileira de mandioca sofreu uma grande redução na safra de 2012/2013, ocasionada pela seca ocorrida na região nordeste no ano de 2012 e sua difícil recuperação, além de geadas e chuvas na região sul no mesmo período. Como os estados nordestinos sofreram redução na atual safra, a previsão de colheita foi de 4,8 milhões de toneladas, o que representa a menor produção dos últimos 13 anos (CONAB, 2014). Entretanto, esta região ainda destaca-se como a maior produtora de mandioca do Brasil, com participação de 22,64% na produção nacional. Entre os estados produtores do país, destacam-se Pará, Paraná e Bahia, que em conjunto são responsáveis por quase a metade da produção, com 49,06% (IBGE, 2014).

Dentro do cenário estadual, a região Sudoeste da Bahia destaca-se como uma das maiores zonas produtoras de mandioca, que apresenta elevada importância econômica e social, com grande participação na renda familiar de milhares de pequenos agricultores. Entretanto, segundo Carvalho e outros

(2009), o sistema de produção da mandioca nessa região é caracterizado pela ausência de adoção de técnicas adequadas de manejo e baixo *input* de insumos. Para esses autores, esta condição deve-se ao fato de a mandioca ser considerada, por parte dos agricultores locais, uma planta rústica e tolerante às condições edafoclimáticas desfavoráveis, não sendo destinada a ela condição para expressar seu máximo potencial produtivo.

2.2 Interferência e controle das plantas daninhas na cultura da mandioca

Dentre os fatores que contribuem para redução na produtividade da cultura da mandioca no Brasil, destaca-se o manejo inadequado das plantas daninhas (ALBUQUERQUE e outros, 2008; SILVA e outros, 2009), sendo relatadas reduções superiores a 90% na produção de raízes tuberosas (JOHANNNS; CONTIERO, 2006; BIFFE e outros, 2010; PERESSIN 2011) em função do tempo de convivência e da densidade das espécies daninhas (CARVALHO, 2000; MATTOS; CARDOSO, 2003). A presença dessas plantas na área de cultivo de mandioca pode causar, ainda, redução no desenvolvimento da parte aérea (CARVALHO e outros, 1990), no estande final de plantas e no número de raízes por planta (JOHANNNS; CONTIERO, 2006), além de reduzir os teores de massa seca e amido nas raízes (SILVA e outros, 2012) e a qualidade do produto colhido (PERESSIN, 2011). Essas plantas competem com a cultura pelos nutrientes, luz, água e espaço físico (SILVA e outros, 2009).

Além dos efeitos das plantas daninhas sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas de mandioca, elas podem atuar como hospedeiras de pragas e doenças, provocando perdas ou até inviabilizando seu cultivo, em determinadas situações (ARNAUD e outros, 2007; OLIVEIRA; FONTES, 2008; SILVA e outros, 2012).

As perdas de produtividade causadas pelas plantas daninhas na cultura da mandioca variam em função da intensidade de competição, da duração do período de convivência, do estágio de desenvolvimento da cultura (SILVA e outros, 2012) e do cultivo por períodos muito extensos, com dois ou até três ciclos vegetativos (PERESSIN, 2011). Na região Sudoeste da Bahia a maior parte dos produtores realiza a colheita entre 18 e 24 meses após o plantio, com dois ciclos vegetativos (CARVALHO e outros, 2009). Em função disso, a cultura está sujeita a vários ciclos de infestação de plantas daninhas (SILVA e outros, 2012). Normalmente, os produtores de mandioca acreditam que, por ser uma cultura rústica, não precisam realizar o controle frequente das plantas daninhas, as quais estão sempre presentes nos mandiocais, na maior parte do ciclo (SILVA e outros, 2009).

De acordo com Biffe (2008), a mandioca é uma planta que possui baixa capacidade competitiva com a comunidade infestante. A cultura apresenta crescimento inicial lento e pequena capacidade de sombreamento, o que deixa o solo desprotegido por um longo período, facilitando, dessa forma, o desenvolvimento de plantas daninhas que competem pelos fatores de produção (LORENZI; DIAS, 1993; AZEVEDO e outros (2000).

Segundo Silva e outros (2012), as culturas e as plantas daninhas podem se desenvolver em conjunto na mesma área, por um período sem prejuízo significativo à produção. Para a mandioca, Albuquerque e outros (2012) concluíram que esta cultura deve ficar livre da competição com plantas daninhas por um período mínimo de 75 dias, após a emergência das plantas, e o seu controle deve ser iniciado próximo aos 25 dias após o plantio, dependendo das condições edafoclimáticas da região, onde a mandioca é cultivada. De acordo com esses autores, a convivência das plantas daninhas com a cultura, por mais de 50 dias após o plantio, afeta, de forma negativa, a altura das plantas, o diâmetro do caule, o número e o comprimento das raízes tuberosas.

Os principais métodos de controle de plantas daninhas na cultura da mandioca são o manual, por meio de capinas manuais com enxadas; o mecânico, com auxílio de cultivadores; e o químico, por meio da aplicação de herbicidas (ABREU e outros, 2010; COSTA e outros, 2013). Contudo, sua escolha está diretamente relacionada às condições financeiras do agricultor e ao seu acesso à mão-de-obra e equipamentos (SILVA e outros, 2012). De acordo com esses autores, a capina manual com enxada ainda é o método de controle de plantas daninhas mais utilizado nos mandiocais, principalmente nas regiões onde se pratica a agricultura de subsistência. Entretanto, devido à escassez de mão-de-obra, ao alto custo operacional e ao baixo rendimento, esse tipo de controle tem sido substituído pelo controle químico (BIFFE e outros, 2010).

A participação da mão-de-obra, destinada às capinas manuais e mecânicas para o controle das plantas daninhas, pode variar de 30 a 45% do custo total de produção da cultura, segundo Peressin (1998), e representar cerca de 60% da mão-de-obra utilizada no plantio e condução da lavoura de mandioca (MIRANDA e outros, 1995). Diante disso, o manejo químico tem sido indicado, nas propriedades com produção comercial, como alternativa para reduzir o custo final do cultivo (BIFFE e outros, 2010), por permitir a intervenção em grandes áreas com pouca dependência de mão-de-obra e rapidez na aplicação (SILVA e outros, 2012).

O uso de herbicidas nessa cultura ainda é limitado e depende da disponibilização de mais informações. Alguns resultados indicam que a resposta da mandioca à aplicação de herbicidas varia desde a total seletividade até o comprometimento da produção, por causa da toxicidade provocada à cultura (BIFFE, 2008). Em alguns casos, esta variação ocorre em função do produto e da dose aplicados (SILVEIRA e outros, 2012), do tipo de solo, no qual o trabalho foi conduzido (ALCÂNTARA; SOUZA, 1982), ou das variedades de mandioca utilizadas (SILVA e outros, 2014).

2.3 Seletividade de herbicidas na cultura da mandioca

Os herbicidas apresentam como função o controle de plantas daninhas, interferindo no desenvolvimento destas, por meio do bloqueio da germinação das sementes ou no crescimento de mudas, desidratação de folhas e caules, além de impedirem a produção de carboidratos, proteínas, óleos e gorduras, essenciais ao desenvolvimento dessas plantas (SANTRA; BAUMANN, 2008). Apesar de oferecer inúmeras vantagens sobre os demais métodos de controle, o controle químico deve ser praticado, portanto, com o uso de herbicidas seletivos e registrados para a cultura. Entretanto, a indisponibilidade de produtos, registrados para algumas culturas, tem sido o entrave para esta utilização (ABREU e outros, 2010).

A seletividade, segundo Abreu e outros (2010), é definida como a capacidade que um determinado herbicida tem de eliminar as plantas daninhas da cultura, sem reduzir a sua produtividade. Segundo Velini e outros (2000), para que um herbicida seja recomendado para uma determinada cultura, este deve demonstrar seletividade aos cultivares mais comuns da mesma.

Atualmente, existem registrados para a cultura da mandioca seis moléculas herbicidas: cletodim, para aplicação em pós-emergência; clomazone, dimethenamida-p, isoxaflutole e metribuzin, de aplicação em pré-emergência; e uma para aplicação em pré e pós-emergência, a ametryn (BRASIL, 2014). Dentre esses herbicidas, o clomazone e o isoxaflutole são inibidores da síntese de carotenoides, com eficiência de controle para espécies gramíneas anuais e perenes e de folhas largas; o ametryn e o metribuzin são inibidores do fotossistema II e recomendados para controle de folhas largas; a dimethenamida-p age inibindo a divisão celular e controla gramíneas e algumas dicotiledôneas; e o cletodim atua na inibição da enzima ACCase, recomendado para o controle em

pós-emergência de gramíneas anuais e perenes (BRASIL, 2014; OLIVEIRA JUNIOR e outros, 2011).

Dentre os herbicidas com potencial de uso na cultura da mandioca, indicado por diversos estudos, destaca-se o mesotrione (SILVEIRA e outros 2012), o fluazifop-p-butil (SILVA e outros, 2014), o sethoxydim, o cholorimuron-ethyl e o bentazon (SILVA e outros, 2012)

O mesotrione inibe a biossíntese de carotenoides, interferindo na atividade da enzima 4-hidroxifenilpiruvato-dioxigenase (HPPD) nos cloroplastos, causando o branqueamento com posterior necrose e morte dos tecidos vegetais (LEE, 1997; WITCHERT e outros, 1999). Registrado para a cultura do milho (SYNGENTA, 2014) e, quando aplicado em pós-emergência inicial, tem promovido excelente controle de várias espécies de daninhas, como: *Digitaria horizontalis*, *Eleusine indica*, *Brachiaria plantaginea*, *Acanthospermum hispidum*, *Portulaca oleracea* e *Galinsoga parviflora* (BRASIL, 2014).

O herbicida fluazifop-p-butil pertence ao grupo químico ariloxifenoxipropionato (BRASIL, 2014), que age inibindo a enzima AcetilCoenzima-A Carboxilase (ACCCase), bloqueando a síntese de lipídeos, utilizados na construção de membranas, necessárias ao crescimento celular (BURKE e outros, 2006). É um herbicida sistêmico, utilizado no controle de gramíneas anuais e perenes, como *Acanthospermum australe*, *Amaranthus hybridus*, *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa*, *Ipomoea grandifolia*, na cultura da soja e outras dicotiledôneas (EMBRAPA, 2014).

O sethoxydim, do grupo químico Ciclohexanodiona, age também inibindo a enzima AcetilCoenzima-A Carboxilase (ACCCase). É um graminicida sistêmico, seletivo para a cultura de soja, feijão, algodão, fumo, gladiolo e milho. É utilizado no controle de *Digitaria insularis*, *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis*, *Digitaria ciliaris*, *Rottboelia exaltata*, *Echinochloa*

crusgalli, *Echinochloa colona*, *Cenchrus echinatus*, *Pennisetum setosum*, *Eleusine indica*, *Brachiaria decumbens*, *Paspalum acuminatum* (EMBRAPA, 2014).

O Chlorimuron-ethyl é um herbicida seletivo sistêmico, do grupo das sulfonilureias, e recomendado para o controle de plantas infestantes de folhas largas na cultura da soja (BRASIL, 2014). Atua por meio da inibição da ALS (Acetato Lactato Sintase), enzima chave na rota de biossíntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina (OLIVEIRA JUNIOR e outros, 2011). De acordo com os autores, após a absorção, este herbicida é translocado para áreas meristemáticas, onde ocorre inibição do crescimento e morte das plantas, devido à incapacidade de produzir os aminoácidos essenciais de que necessitam. Controla principalmente plantas daninhas anuais dicotiledôneas, dentre elas *Desmodium tortuosum*, *Acatospermum australe*, *Ipomoea grandifolia*, *Bidens pilosa*, entre outras (EMBRAPA, 2014).

O herbicida bentazon é recomendado para o controle de folhas largas em cultivos de soja, milho, trigo, feijão e arroz, sendo pertencente ao grupo químico tiadiazina (BRASIL, 2014). Atua na inibição da fotossíntese, por meio do bloqueio do transporte de elétrons das proteínas QA para QB, no fotossistema II (AHRENS, 1994), causando, por consequência, interrupção na fixação de CO₂ e produção de ATP e NADPH₂, os quais são essenciais para o crescimento das plantas (OLIVEIRA JUNIOR e outros, 2011). Esse herbicida é altamente seletivo e controla com eficiência espécies de folhas largas anuais, entre elas *Sida rhombifolia*, *Bidens pilosa*, *Ipomoea grandifolia*, *Brassica napus* e *Commelina benghalensis* (EMBRAPA, 2014). Silva e outros (2012), avaliando 22 moléculas herbicidas para a variedade de mandioca IAC-12, obtiveram alta seletividade deste herbicida, quando aplicado aos sessenta dias após a brotação.

Abreu e outros (2010), ao avaliar o efeito de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência, em duas cultivares de mandioca, verificaram que não houve

efeito das moléculas no comprimento e diâmetro das raízes tuberosas, entretanto, observaram redução na porcentagem de raízes comerciais, quando houve aplicação das moléculas haloxyfop-methyl, sethoxydim, bentazon e fomezafen.

Biffe e outros (2007) relataram que o herbicida diuron, aplicado em pré-emergência ou em pós-emergência, em jato dirigido, proporcionou controle satisfatório para muitas espécies de plantas daninhas no cultivo de mandioca. Para aplicação em pós-emergência, o aciclofen, fluazifop-p-butil e mesotrione apresentaram seletividade à mandioca, podendo ser incluídos em programas de manejo de plantas daninhas (OLIVEIRA JUNIOR e outros, 2001; SILVA e outros, 2012; SILVEIRA e outros, 2012).

Braga e outros (2014) concluíram que os herbicidas fluazifop-p-butil (aplicado em área total - 250 g i.a. ha⁻¹), fomesafen (aplicado em área total - 250 g i.a. ha⁻¹), glyphosate (aplicação dirigida na entrelinha da cultura - 750 gi.a. ha⁻¹), paraquat (aplicação dirigida na entrelinhada cultura - 300 g i.a. ha⁻¹) e a mistura fluazifop-p-butil + fomesafen (aplicada em áreatotal - 200 + 250 g i.a. ha⁻¹) apresentaram controle satisfatório das plantas daninhas presentes na área de plantio, com poucos sinais visíveis de intoxicação nas plantas. Além disso, observaram que a mistura fomesafen + fluazifop-p-butil promoveu controle mais prolongado das plantas infestantes, entretanto, com redução na população microbiana do solo.

Costa e outros (2013) relatam que os herbicidas cletodim (120 gi.a. ha⁻¹), fluazifop-p-butyl (250 gi.a. ha⁻¹) e o mesotrione (240 gi.a. ha⁻¹) não reduziram a produtividade de raízes tuberosas, assim como a porcentagem e o rendimento de amido, apesar de o mesotrione ter proporcionado sintomas moderados de toxicidade, apresentando-se, portanto, seletivos à variedade 'Cascuda', quando aplicados em pós-emergência na presença ou ausência do óleo mineral Assist® até 1% v v⁻¹.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de condução do experimento e data

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Vitória da Conquista, no período de outubro de 2013 a janeiro de 2014.

A área experimental está localizada nas coordenadas 14° 53'08", latitude Sul e 40° 48'02" longitude Oeste, em uma altitude de 882 m. O clima do município de Vitória da Conquista, conforme classificação de Köppen, é do tipo Cwa (tropical de altitude), com precipitação média anual de 733,9 mm, concentrada nos meses de novembro a março, e temperatura média anual de 20,2°C (SEPLAN/SEI, 2013).

A temperatura máxima, a temperatura mínima e a umidade relativa do ar, durante a condução do experimento na casa de vegetação, encontram-se na Figura 1.

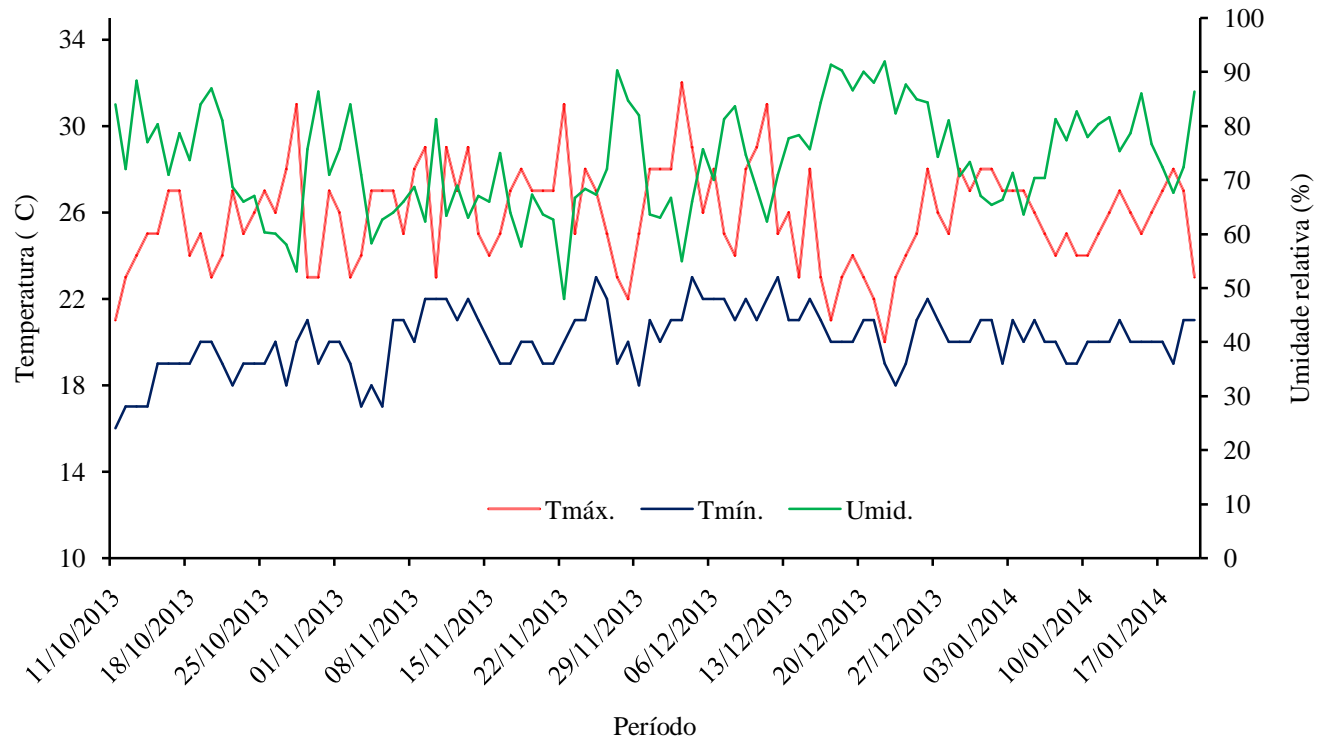


Figura 1 - Temperatura máxima, temperatura mínima e umidade relativa do ar durante o período de condução do experimento. Vitória da Conquista - BA, 2014.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e quatro repetições, no esquema fatorial 5x2, sendo estes compostos pela combinação de cinco moléculas herbicidas registradas para aplicação em pós-emergência (Bentazon – 720g i. a. ha⁻¹, Fluazifop-p-butil - 250g i. a. ha⁻¹, Chlorimuron-ethyl - 15g i. a. ha⁻¹, Mesotrione - 144g i. a. ha⁻¹ e Sethoxydim - 230 g i. a. ha⁻¹), e duas épocas de aplicação (aos 30 e aos 60 dias após a brotação).

3.3 Instalação e condução do experimento

Cada unidade experimental foi composta por um vaso com volume de 15 dm³, preenchido com solo, obtido da área experimental da UESB. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico Típico, textura Areno Argilosa. A granulometria apresentou os valores de 445 g Kg⁻¹ de areia grossa, 115 g Kg⁻¹ de areia fina, 50 g Kg⁻¹ de silte e 380 g Kg⁻¹ de argila. A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: pH (em água) = 4,2; P = 2,0 mg dm⁻³; K⁺ = 0,10 cmolc dm⁻³; Ca²⁺ = 0,12 cmolc dm⁻³; Mg²⁺ = 0,6 cmolc dm⁻³; Al³⁺ = 0,9 cmolc dm⁻³; H⁺ = 3,0 cmolc dm⁻³; SB = 1,6 cmolc dm⁻³; t = 2,0 cmolc dm⁻³; T = 5,0 cmolc dm⁻³; V = 18,0%; m = 20,0%. De acordo com a análise química do solo, foi feita aplicação de calcário, superfosfato simples, cloreto de potássio e ureia, conforme recomendação para a cultura da mandioca (RIBEIRO e outros, 1999).

Em cada vaso foi plantada uma maniva, de aproximadamente 15 cm de comprimento. As manivas foram obtidas do terço médio de plantas sadias, adquiridas em plantios da região. Utilizou-se manivas da variedade Sergipe. Esta variedade é uma das mais cultivadas e preferidas pelos produtores de mandioca

de Vitória da Conquista, Cândido Sales, Belo Campo e Tremedal, devido à sua característica de rusticidade e alta produtividade (CARVALHO e outros, 2009), sendo explorada para produção de farinha e extração de amido.

A aplicação dos herbicidas foi realizada aos 30 e aos 45 dias após a brotação das manivas, que ocorreu aos 12 dias após o plantio (Figura 2). Utilizou-se pulverizador costal de pressão constante, à base de CO₂, equipado com barra de ponta tipo jato leque XR 110.02, trabalhando a uma altura de 0,5 m do alvo, com uma vazão de 200 L ha⁻¹ de calda.

3.4 Variáveis avaliadas

Durante a condução do experimento, os sintomas visuais de toxicidade dos herbicidas foram avaliados aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação, atribuindo-se notas de 0 a 100, em que 0 (zero) corresponde à ausência de dano à planta e 100 (cem), à morte da planta (SBCPD, 1995). Estas avaliações foram realizadas por três pessoas, obtendo-se a média de percepção de controle dos três.

Os parâmetros relativos à fisiologia foram mensurados utilizando-se um sistema portátil de análise de gases por infravermelho (IRGA), modelo LCpro, ADC BioScientific Ltd. UK, no qual foi acoplada uma fonte artificial de luz para projetar sobre a superfície da folha, uma irradiância de 1.100 mol fótons m⁻² s⁻¹. As medições foram realizadas aos 15 e 30 dias após a aplicação dos herbicidas, entre 8:00 h e 11:00 h. Foram mensuradas a fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO₂. A eficiência do uso da água foi obtida pela razão entre fotossíntese e transpiração.

Aos 92 dias após o plantio, por ocasião da colheita, foram avaliados a altura das plantas, medindo-se a região compreendida entre o colo e a gema apical; e o diâmetro do caule, com auxílio de um paquímetro. Mediu-se também

o teor relativo de clorofila (índice SPAD), por meio de um clorofilômetro portátil, SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development), Minolta, Japão. As medições do SPAD foram feitas na primeira folha completamente expandida, com a média de seis medições por parcela. Foi avaliada ainda a área foliar total, por meio do equipamento Área Meter, modelo LI-3100, fabricado pela LI-COR, expressa em cm².

A parte aérea das plantas (haste + limbo + pecíolo) foi seccionada rente ao solo e separada das raízes. Em seguida, o sistema radicular foi lavado em água corrente para retirada do substrato e pesado para obtenção do peso total de raízes. Após, as diferentes frações (parte aérea e raiz) foram pesadas e acondicionadas separadamente em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, por 72 h, para determinação da massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Tukey, a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para a característica toxicidade dos herbicidas está apresentado na Tabela 1. Verifica-se que houve influência dos herbicidas aos 7, 14 e 35 dias após a aplicação. Não houve influência da época de aplicação dos herbicidas, em nenhum dos períodos avaliados. Verificou-se, ainda, efeito da interação época x herbicida aos 7 dias, após a aplicação.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação da toxicidade de herbicidas na cultura da mandioca, em duas épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		Dias após aplicação (DAA)				
		7	14	21	28	35
Herbicidas (H)	4	593,163*	60,187*	32,00 ^{ns}	23,875 ^{ns}	53,525*
Época (E)	1	65,025 ^{ns}	0,400 ^{ns}	5,625 ^{ns}	11,025 ^{ns}	9,025 ^{ns}
E x H	4	552,088*	44,087 ^{ns}	7,750 ^{ns}	16,025 ^{ns}	2,150 ^{ns}
Resíduo	30	29,292	19,283	16,625	17,258	7,442
CV (%)		33,15	58,55	61,55	100,71	153,69

* = Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade;
ns = não significativo.

Na primeira avaliação, realizada aos 7 dias após aplicação (DAA), verificou-se que, entre os herbicidas aplicados aos 30 dias após a brotação (DAB), o bentazon proporcionou a maior porcentagem de intoxicação, com 45% (Tabela 2). As plantas tratadas com chlorimuron-ethyl apresentaram a menor porcentagem de sintomas, embora não tenham diferido estatisticamente daquelas tratadas com fluazifop-p-butyl, mesotrione e sethoxydim. Entretanto, quando aplicados aos 45 DAB, não houve diferença entre os herbicidas.

Tabela 2 – Toxicidade (%) de herbicidas na cultura da mandioca. Vitória da Conquista – BA, 2014.

Herbicidas	7 DAA		14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
	Épocas de aplicação		-----Média-----			
	30 DAB	45 DAB				
Bentazon	45,00 Aa	18,00 Ab	11,38 A	8,75 A	6,00 A	6,25 A
Fluazifop-p-butil	6,25 Bb	17,00 Aa	4,50 B	5,25 A	5,50 A	0,00 B
Chlorimuron-ethyl	5,75 Bb	19,25 Aa	8,38 AB	4,50 A	1,63 A	0,00 B
Mesotrine	11,25 Bb	17,00 Aa	5,25 AB	5,86 A	3,75 A	1,38 B
Sethoxydim	7,00 Bb	16,50 Aa	8,00 AB	8,75 A	3,75 A	1,25 B

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

DAB = dias após a brotação.

DAA = dias após aplicação.

Sintomas de intoxicação com valor superior a 40% foi encontrado somente para o bentazon, sendo que para os demais herbicidas esses valores não ultrapassaram 20%, em todas as épocas de avaliação. No estudo realizado por Silva e outros (2012), os herbicidas bentazon, fluazifop-p-butyl, chlorimuron-ethyl e mesotrione apresentaram sintomas de intoxicação inferiores a 22% para a mandioca, em todas as avaliações. Com exceção das injúrias promovidas pelo bentazon, nas duas primeiras avaliações, os valores de toxicidade verificados por esses autores estão semelhantes aos observados neste trabalho. Abreu (2010) obteve resultados semelhantes, ao avaliar o efeito de herbicidas sobre duas cultivares de mandioca, no estado de São Paulo, em que as injúrias mais severas foram proporcionadas pelo bentazon.

A maior porcentagem de injúrias causadas pelo bentazon nas plantas avaliadas, provavelmente, deve-se ao fato dele ser um herbicida de contato. Herbicidas com esta característica apresentam pouca ou nenhuma mobilidade na planta, acumulando-se nas áreas pulverizadas e causando necrose nos tecidos próximos, devido à alta concentração da molécula nestes locais (OLIVEIRA JUNIOR e outros (2011)). Além disso, a idade da planta pode também ter afetado a atividade dos herbicidas, influenciando esse resultado. Aos 30 dias após a brotação, a mandioca encontrava-se com os tecidos mais tenros e, de acordo com os mesmos autores, plantas jovens são mais sensíveis do que plantas mais velhas, por possuírem quantidade maior de tecidos meristemáticos, os quais são o centro da atividade biológica e divisão celular.

Na avaliação realizada aos 14 DAA, os danos causados pelo bentazon foram maiores do que os causados pelo fluazifop-p-butyl, não diferindo dos demais herbicidas. Não houve diferença entre as moléculas também aos 21 e 28 DAA e, aos 35 DAA, o bentazon proporcionou maior toxicidade (Tabela 2).

Os níveis de intoxicação encontrados nas plantas pulverizadas com fluazifop-p-butyl e chlorimuron-ethyl estiveram entre os mais baixos em todas as avaliações, sendo que, na avaliação realizada aos 35 DAA, estes

chegaram a 0%. Os resultados encontrados neste estudo assemelham-se àqueles obtidos por Silva e outros (2014), ao estudarem a tolerância de cinco cultivares de mandioca aos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen. Braga e outros (2014), trabalhando com seletividade de mandioca a herbicidas pós-emergentes, verificaram que o fluazifop-p-butil e sua mistura comercial com fomesafen provocaram os menores sintomas de intoxicação nas plantas (21%), nas avaliações realizadas aos 14 e 21 DAA. Estes autores também encontraram altos valores de coeficiente de variação para esta variável, o que, segundo eles, é justificável para experimentos desta natureza.

Mudas de pinhão-manso tratadas com fluazifop-p-butil não apresentaram sintomas de toxicidade nas doses estudadas por Gonçalves e outros (2011), demonstrando alta seletividade do herbicida para esta espécie. Freitas e outros (2004) também observaram que este herbicida foi seletivo para a cultura da mandioquinha-salsa.

As injúrias causadas pelo mesotrione, a partir dos 14 DAA (Tabela 2), são inferiores às obtidas por Silveira e outros (2012), que obtiveram valores entre 7,5 e 13,8%, para a mesma dosagem utilizada neste estudo (144 g i.a. ha⁻¹), em diferentes cultivares, e próximos ao verificado por Silva e outros (2012), confirmando a tolerância da mandioca a esse herbicida.

Os sintomas visíveis de intoxicação mais evidentes foram os causados pelo bentazon, sendo que estes se caracterizavam como encarquilhamento e necrose foliar (Figura 3); o fluazifop-p-butil e o sethoxydim provocaram manchas amarronzadas nas extremidades do limbo foliar (Figuras 4 e 7); o chlorimuron-ethyl causou manchas amarronzadas na extremidade do limbo foliar, além de encarquilhamento e necrose das folhas mais jovens (Figura 5); e o mesotrione provocou branqueamento nas folhas (Figura 6). Costa e outros (2013) verificaram que as injúrias causadas pelo mesotrione, na variedade de mandioca Cascuda, ocorreram principalmente nas folhas novas, as quais apresentaram amarelecimento de todo o limbo foliar, enquanto que, em algumas folhas do terço médio da planta, ocorreu amarelecimento nas margens do limbo com posterior necrose e formação de

áreas encarquilhadas, sendo que esses sintomas desapareceram completamente a partir dos 43 DAA.

Em mudas de espécies arbóreas, Brancalion e outros (2009) relatam que o sintoma mais evidente de toxicidade foi clorose, após a aplicação de sethoxydim e bentazon. Entretanto, essas injúrias desapareceram gradualmente com o desenvolvimento das mudas e surgimento de novas folhas, a partir dos 15 DAA.

Com relação às épocas de aplicação dos herbicidas, verificou-se que não houve diferença entre a aplicação realizada aos 30 DAB e a aplicação aos 45 DAB, para a toxicidade, aos 14, 21, 28 e 35 DAA (Tabela 3).

Tabela 3 – Toxicidade de herbicidas na cultura da mandioca, em função das épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.

Épocas de aplicação	Toxicidade (%)			
	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
30 DAB	7,40 A	6,25 A	3,60 A	1,30 A
45 DAB	7,60 A	7,00 A	4,65 A	2,25 A

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

DAB = dias após a brotação.

DAA = dias após aplicação.

De maneira geral, tanto para épocas de aplicação como para herbicidas, a partir dos 14 DAA, houve tendência de redução dos sintomas, ao longo das avaliações, em função da recuperação da planta e emissão de novas folhas, sendo que, naquelas tratadas com chlorimuron-ethyl e fluazifop-p-butí, os sintomas desapareceram completamente aos 35 DAA (Tabela 2). Os herbicidas avaliados não inibiram a emissão de folhas novas, sendo que estas já não apresentavam sinais visíveis de injúrias. A recuperação da mandioca após aplicação dos herbicidas possivelmente pode ser explicada pelas condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento das

plantas (Figura 1), pela capacidade da planta em metabolizar o ingrediente ativo e pela qualidade do material de plantio. Comportamento semelhante foi observado por Biffe e outros (2010), Silva e outros (2012), Costa e outros (2013) e Braga e outros (2014).

O resumo da análise de variância para as características altura de plantas, diâmetro do caule, área foliar total e índice SPAD está apresentado na Tabela 4. Verificou-se que não houve efeito significativo de herbicidas e épocas de aplicação para tais características.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação de altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), área foliar total (AFT) e índice SPAD de plantas de mandioca em função de herbicidas e épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		ALT	DIAM	AFT	SPAD
Herbicidas (H)	4	25,543 ^{ns}	1,067 ^{ns}	173.437,30 ^{ns}	11,500 ^{ns}
Época (E)	1	4,225 ^{ns}	0,469 ^{ns}	28.055,03 ^{ns}	0,110 ^{ns}
E x H	4	60,800 ^{ns}	0,651 ^{ns}	159.632,20 ^{ns}	2,860 ^{ns}
Resíduo	30	46,262	1,610	153.228,20	13,122
CV (%)		15,58	13,72	23,65	10,64

* = Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

ns = não significativo.

DAA = dias após aplicação.

Apesar da ocorrência de diferentes níveis de toxicidade visível entre os herbicidas, principalmente na primeira avaliação após a aplicação (Tabela 2), não foram verificadas diferenças entre estes em relação ao desenvolvimento da parte aérea das plantas de mandioca neste estudo (Tabela 5). Dessa forma, sugere-se algum nível de seletividade da variedade Sergipe a estes herbicidas, nas épocas de aplicação avaliadas. Essa seletividade pode estar relacionada à metabolização das moléculas, o que reduz progressivamente a ação tóxica das mesmas e permite a continuidade

do desenvolvimento das plantas. Para o fluazifop-p-butil e o sethoxydim, a insensibilidade enzimática constitui o principal mecanismo de seletividade aos herbicidas inibidores da acetil-coenzima A carboxilase (LÓPEZ OVEJERO e outros, 2008). Com relação ao bentazon, Roman e outros (2007) e Christoffoleti e outros (1994) sugerem que algumas espécies possuem a capacidade de metabolizar rapidamente a molécula deste herbicida em formas não tóxicas, tornando-a inativa antes que cause danos aos tecidos.

Outro fator que pode ter contribuído para este resultado foi a qualidade do material de plantio, oriundo de plantas adubadas, com boa qualidade sanitária e diâmetro de aproximadamente 3,0 cm. A utilização de material de plantio de boa qualidade, com uma quantidade adequada de reserva, provavelmente contribuiu para o desenvolvimento de plantas mais vigorosas, mesmo considerando que as mesmas foram submetidas a diferentes moléculas herbicidas, na fase inicial de crescimento. Para o estabelecimento da cultura da mandioca, segundo Câmara e Godoy (1998), manivas com 2,0 a 2,6 cm de diâmetro proporcionam melhor desempenho por apresentarem maior conteúdo em reservas nutritivas.

Silveira e outros (2012) não relataram reduções na altura de plantas e diâmetro do caule de quatro cultivares de mandioca, após aplicação em pós-emergência do herbicida mesotrione, corroborando os resultados deste estudo. No trabalho realizado por Costa e outros (2013), os herbicidas fluazifop-p-butil e mesotrione também não reduziram a altura das plantas de mandioca. Em avaliação de nove cultivares de mandioca, Vidigal Filho e outros (2000) verificaram que a característica altura de planta está diretamente relacionada com a produção final da parte aérea da cultura.

Tabela 5 – Altura, diâmetro do caule, área foliar total e índice SPAD de plantas de mandioca em função de épocas de aplicação e herbicidas. Vitória da Conquista – BA, 2014.

Características	Herbicidas				
	Bentazon	Fluazifop-p-butyl	Chlorimuron-ethyl	Mesotrione	Sethoxydim
Altura (cm)	43,58 a	46,75 a	43,00 a	42,36 a	42,61 a
Diâmetro (mm)	8,67 a	9,23 a	9,52 a	9,60 a	9,21 a
Área foliar (cm ²)	1.508,61 a	1.748,34 a	1.826,73 a	1.495,54 a	1.695,72 a
SPAD	35,95 a	34,01 a	33,49 a	32,70 a	34,06 a
Características	Épocas de aplicação				
	30 DAB		45 DAB		
Altura (cm)	43,99 a		43,43 a		
Diâmetro (mm)	9,35 a		9,13 a		
Área foliar (cm ²)	1.628,50 a		1.681,47 a		
SPAD	33,99 a		34,10 a		

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

DAA = dias após aplicação.

O índice SPAD é um parâmetro utilizado para medir o teor de clorofila, através da passagem de luz pelo tecido vegetal. Sua escala, em valores SPAD, é proporcional ao teor de clorofila no local amostrado (MARWELL e outros, 1995). Mesmo tendo como principal característica a inibição da síntese de carotenoides, e conseqüente branqueamento das folhas, o mesotrione não afetou de maneira significativa as plantas neste experimento. As plantas apresentaram uma baixa porcentagem de sintomas visuais, desde a primeira avaliação (14%), com redução gradativa destes valores até a data da última avaliação, com uma rápida recuperação da área foliar afetada (Tabela 2).

O resumo da análise de variância, para as características peso de parte aérea, peso de raízes, peso total, massa seca de parte aérea, massa seca de raízes e massa seca total, está apresentado na Tabela 6. Verificou-se que não houve efeito significativo de herbicidas e épocas de aplicação para estas características (Tabelas 6 e 7), indicativo de tolerância da cultura a esses herbicidas, apesar de as plantas apresentarem algum sinal visível de intoxicação nas primeiras avaliações (Tabela 2). Contudo, mais estudos sobre esses produtos são necessários em campo, principalmente para avaliar seus efeitos sobre a produtividade da cultura.

De forma semelhante, Silveira e outros (2012) concluíram que o herbicida mesotrione não causou danos no acúmulo de biomassa dos componentes vegetativos da mandioca.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para o peso de parte aérea (PPA), peso de raiz (PR), peso total (PT), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) em função de herbicidas e épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		PPA	PR	PT	MSPA	MSR	MST
Herbicidas (H)	4	224,059 ^{ns}	84,723 ^{ns}	562,611 ^{ns}	3,639 ^{ns}	51,703 ^{ns}	8,18 ^{ns}
Época (E)	1	8,372 ^{ns}	77,855 ^{ns}	137,270 ^{ns}	0,001 ^{ns}	224,833 ^{ns}	19,97 ^{ns}
E x H	4	142,587 ^{ns}	460,510 ^{ns}	1.042,576 ^{ns}	1,503 ^{ns}	348,468 ^{ns}	29,23 ^{ns}
Resíduo	30	191,965	201,132	599,456	3,429	173,451	24,44
CV (%)		19,02	41,93	22,95	5,85	32,96	14,49

* = Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

ns = não significativo.

Tabela 7 – Peso de parte aérea (PPA), peso de raiz (PR), peso total da planta (PT), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) de mandioca em função de herbicidas e épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.

Características	Herbicidas				
	Bentazon	Fluazifop-p-butil	Chlorimuron-ethyl	Mesotrione	Sethoxydim
Peso de parte aérea (g)	70,24 a	77,95 a	78,71 a	66,44 a	70,93 a
Peso de raiz (g)	31,86 a	38,50 a	35,96 a	31,02 a	31,77 a
Peso total da planta (g)	102,10 a	116,45 a	114,67 a	97,46 a	102,69 a
Massa seca de parte aérea (%)	31,12 a	31,65 a	30,95 a	32,62 a	32,00 a
Massa seca de raiz (%)	39,88 a	42,93 a	35,95 a	40,92 a	40,08 a
Massa seca total (%)	34,15 a	35,03 a	32,61 a	35,04 a	33,77 a
Características	Épocas de aplicação				
	30 DAB	45 DAB			
Peso de parte aérea (g)	72,40 a	73,31 a			
Peso de raiz (g)	32,43 a	35,22 a			
Peso total da planta (g)	104,82 a	108,53 a			
Massa seca de parte aérea (%)	31,67 a	31,66 a			
Massa seca de raiz (%)	42,32 a	37,58 a			
Massa seca total (%)	34,82 a	33,41 a			

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

DAA = dias após aplicação.

DAB = dias após a brotação.

Silva e outros (2014), estudando a tolerância de cinco cultivares de mandioca aos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen, verificaram que a mistura dos herbicidas causou redução em mais de 60% no acúmulo de matéria seca do caule e no crescimento de plantas de mandioca, mostrando-se não seletivo para a cultura. Para esses autores, reduções no crescimento do caule, no período inicial do desenvolvimento da mandioca, podem resultar no comprometimento da formação do material propagativo da cultura.

Silva e outros (2012) e Braga e outros (2014) também não observaram reduções significativas na massa seca de parte aérea, massa seca de raiz e massa seca total de plantas de mandioca, tratadas com o fluazifop-p-butil. De acordo com Ternes (2002), dos 7 aos 77 dias após o plantio, a planta de mandioca inicia a formação do sistema radicular fibroso, do qual serão formadas algumas raízes tuberosas, responsáveis pelo armazenamento dos carboidratos, resultantes da fotossíntese. Qualquer interferência no desenvolvimento das raízes, nesta fase, portanto, poderá prejudicar o rendimento da cultura.

O resumo da análise de variância para as características fotossíntese líquida, condutância estomática, concentração interna de CO₂, transpiração e eficiência do uso da água de plantas de mandioca está apresentado na Tabela 8. Verificou-se efeito de herbicidas e épocas de aplicação, isoladamente, sobre a fotossíntese líquida na avaliação realizada aos 15 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas. Houve efeito da interação herbicidas x épocas de aplicação para a variável eficiência do uso da água, na avaliação realizada aos 30 dias após aplicação. Para condutância estomática, concentração interna de CO₂ e transpiração, não houve influência dos tratamentos, em todas as épocas de avaliação.

Tabela 8 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação da fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs) e concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA) de mandioca em função de épocas de aplicação e herbicidas. Vitória da Conquista – BA, 2014.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)		Gs ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)		Ci ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	
		15 DAA	30 DAA	15 DAA	30 DAA	15 DAA	30 DAA
Herbicidas (H)	4	2,391*	1,373 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,00030 ^{ns}	120,100 ^{ns}	2.344,850 ^{ns}
Época (E)	1	5,791*	4,258 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	0,00004 ^{ns}	55,225 ^{ns}	5.522,500 ^{ns}
E x H	4	1,738 ^{ns}	3,455 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,00100 ^{ns}	379,850 ^{ns}	4.430,750 ^{ns}
Resíduo	30	0,772	2,756	0,0008	0,00120	287,658	2.563,367
CV (%)		12,83	27,01	24,01	44,87	7,03	23,93
FV	GL	E ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)		EUA ($\text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$)			
		15 DAA	30 DAA	15 DAA	30 DAA ¹		
Herbicidas (H)	4	0,023 ^{ns}	0,055 ^{ns}	0,860 ^{ns}	0,306 ^{ns}		
Época (E)	1	0,005 ^{ns}	0,025 ^{ns}	2,316 ^{ns}	0,227 ^{ns}		
E x H	4	0,206 ^{ns}	0,109 ^{ns}	4,109*	0,629 ^{ns}		
Resíduo	30	0,109	0,098	1,337	0,332		
CV (%)		22,43	37,7	23,68	20,47		

* = Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade; ns = não significativo.

¹ = Dados transformados para \sqrt{x}

DAA = dias após aplicação

Verifica-se que, aos 15 DAA, as plantas pulverizadas com o bentazon apresentaram menores valores de fotossíntese líquida, quando comparadas àquelas pulverizadas com o mesotrione. Na avaliação aos 30 DAA, não houve diferença entre os herbicidas (Tabela 9).

Os menores valores obtidos nas plantas pulverizadas com bentazon podem ser consequência do seu mecanismo de ação na planta. A fotossíntese líquida é o balanço entre o CO₂ assimilado durante a fotossíntese e o gasto durante a respiração. Dentre os herbicidas avaliados neste estudo, o bentazon é o único pertencente ao grupo dos inibidores do fotossistema II ou inibidores da síntese de Hill. Entre outras características, herbicidas com este mecanismo de ação promovem uma rápida diminuição na taxa de assimilação de CO₂ devido à interrupção da cadeia transportadora de elétrons (BALKE, 1985). Segundo El-Sharkawy e Cock (1987), a mandioca pode ser considerada como uma planta intermediária entre C3 e C4, apresentando fixação do CO₂ atmosférico pelas duas rotas. Esta condição confere à planta uma alta capacidade fotossintética, quando comparadas a outras espécies (EL-SHARKAWY e outros 1989). No entanto, mesmo com esta superioridade em relação ao seu mecanismo fotossintético, as plantas pulverizadas com o bentazon tiveram a sua fotossíntese líquida afetada negativamente.

Tabela 9 – Fotossíntese líquida ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de plantas de mandioca em função de herbicidas. Vitória da Conquista – BA, 2014.

Herbicida	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	
	15 DAA	30 DAA
Bentazon	5,99 B	5,54 A
Fluazifop-p-butyl	6,85 AB	5,96 A
Chlorimuron-ethyl	7,05 AB	6,64 A
Mesotrione	7,51A	6,30 A
Sethoxydim	6,85 AB	6,30 A

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

DAA = dias após aplicação.

As maiores taxas fotossintéticas apresentadas pelo mesotrione, quando comparadas ao bentazon, na primeira avaliação, demonstram a diferença no tempo de atuação das moléculas sobre o metabolismo das plantas. O mesotrione inibe a síntese de carotenoides, responsáveis pela proteção da molécula de clorofila da fotoxidação. Isso afeta, de maneira indireta, a fotossíntese, sendo que o primeiro sintoma visível após a sua aplicação é o branqueamento das folhas. Entretanto, a sua ação é considerada lenta e os primeiros efeitos no metabolismo podem demorar alguns dias para acontecerem (SENSEMAN, 2007), sendo que apenas as folhas formadas após a aplicação do produto manifestarão os sintomas de albinismo (OLIVEIRA JUNIOR e outros, 2011).

Houve influência da época de aplicação apenas na avaliação realizada aos 15 DAA, sendo que, quando aplicados aos 30 DAB, os herbicidas reduziram a fotossíntese líquida em aproximadamente 10% (Tabela 10). Esta redução deve-se, provavelmente, à maior quantidade de tecidos tenros nas plantas nesta idade. Segundo Oliveira Junior e Inoue (2011), a idade da planta afeta a absorção, a translocação e a atividade do herbicida nas plantas. Plantas jovens são mais

susceptíveis aos herbicidas do que plantas mais velhas, principalmente por possuírem mais tecidos meristemáticos, os quais são o centro da atividade biológica das plantas. Consequentemente, espera-se que os herbicidas que afetam processos metabólicos sejam muito tóxicos para plantas que possuem uma grande quantidade de tecidos meristemáticos e tenham pouca ou nenhuma atividade em plantas mais velhas, nas quais passam a predominar tecidos diferenciados.

Tabela 10 – Fotossíntese líquida ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de plantas de mandioca em função de épocas de aplicação de herbicidas. Vitória da Conquista – BA, 2014.

Época de aplicação	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	
	15 DAA	30 DAA
30 DAB	6,47 A	6,47 A
45 DAB	7,23 B	5,82 A

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

DAB = dias após a brotação.

DAA = dias após aplicação.

Verificou-se que não houve influência dos herbicidas e das épocas de aplicação sobre a condutância estomática, a concentração interna de CO_2 e a transpiração (Tabela 11). A condutância estomática (g_s) está relacionada com a abertura dos estômatos, influenciando na resistência associada à entrada e saída de gases pela abertura estomática. As mudanças na resistência estomática são importantes para a regulação da perda de água pela planta e para o controle da taxa absorção de dióxido de carbono, necessário para fixação contínua durante a fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2009). Dessa maneira, espera-se que se a condutância estomática não for afetada, as demais características fotossintéticas também não sejam influenciadas.

Tabela 11 – Condutância estomática (GS - mol m⁻² s⁻¹), concentração interna de CO₂ (Ci -μmol mol⁻¹) e transpiração (E - mol H₂O m⁻²s⁻¹) de plantas de mandioca em função de herbicidas e épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.

Herbicidas	Gs (mol m ⁻² s ⁻¹)		Ci (μmol mol ⁻¹)		E (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	
	15 DAA	30 DAA	15 DAA	30 DAA	15 DAA	30 DAA
Bentazon	0,13 A	0,07 A	237,38 A	214,88 A	1,50 A	0,78 A
Fluazifop-p-butyl	0,11 A	0,08 A	236,88 A	210,13 A	1,38 A	0,78 A
Chlorimuron-ethyl	0,13 A	0,07 A	243,38 A	183,38 A	1,48 A	0,77 A
Mesotrine	0,11 A	0,09 A	244,13 A	221,50 A	1,48 A	0,89 A
Sethoxydim	0,13 A	0,09 A	244,88 A	227,88 A	1,52 A	0,95 A
Épocas de aplicação	Gs (mol m ⁻² s ⁻¹)		Ci (μmol mol ⁻¹)		E (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	
	15 DAA	30 DAA	15 DAA	30 DAA	15 DAA	30 DAA
30 DAB	0,13 A	0,08 A	240,15 A	199,80 A	1,48 A	0,86 A
45 DAB	0,12 A	0,08 A	242,50 A	223,30 A	1,46 A	0,81 A

Médias seguidas por uma mesma letra, dentro de herbicidas e dentro de épocas de aplicação, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

DAB = dias após a brotação

DAA = dias após aplicação

As condições favoráveis proporcionadas às plantas durante a condução do presente experimento, em ambiente controlado, podem ter contribuído para que os herbicidas, nas doses utilizadas, não afetassem totalmente o seu metabolismo. Segundo Silveira e outros (2012), a condutância estomática (Gs) é dependente de uma série de fatores, como radiação solar, nível de CO₂ no mesofilo, potencial hídrico, reguladores de crescimento, ritmos endógenos próprios de cada espécie e características anatômicas e fisiológicas específicas das células estomáticas, bem como pela sua distribuição. Assim, a Gs é proporcional ao número e tamanho dos estômatos e diâmetro da abertura destes (BRODRIBB & HOLBROOK, 2003). Soares e outros (2011) observaram que plantas avaliadas aos 510 após o plantio, com condições de temperatura e pluviosidade favoráveis, apresentaram maiores valores de Gs que plantas avaliadas aos 240 dias após o plantio, com temperaturas mais baixas e menor disponibilidade hídrica.

Na avaliação aos 15 DAA, observou-se que o bentazon reduziu a eficiência do uso da água, apenas quando aplicado aos 30 DAB (Tabela 12). Esta característica está diretamente relacionada com a taxa fotossintética e espera-se que alterações na fotossíntese líquida (Tabela 9) afetem diretamente a EUA. Não houve diferença, nesta avaliação, entre as plantas pulverizadas aos 45 DAB (Tabela 12).

Tabela 12 – Eficiência do uso da água (EUA - mol CO₂ mol H₂O⁻¹) de plantas de mandioca, em função de herbicidas e épocas de aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.

Herbicidas	15 DAA		30 DAA
	Épocas de aplicação		Média ¹
	30 DAB	45 DAB	
Bentazon	3,90 Bb	5,57 Aa	2,75 A (7,56)
Fluazifop-p-butil	4,91 Aa	5,36 Aa	2,85 A (8,12)
Chlorimuron-ethyl	4,53 Aa	5,29 Aa	3,12 A (9,73)
Mesotrine	4,30 Aa	4,55 Aa	2,78 A (7,73)
Sethoxydim	5,31 Aa	4,11 Aa	2,59 A (6,71)

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

¹ = médias transformadas para \sqrt{x} ; médias destransformadas entre parênteses.

DAB = dias após a brotação.

DAA = dias após aplicação.

Apesar de curto, o intervalo de 15 dias entre as duas aplicações parece ter sido suficiente para o herbicida inibidor do fotossistema II interferir no mecanismo fotossintético da mandioca. Entretanto, não foram observadas diferenças entre os herbicidas e as épocas de aplicação na avaliação dos 30 DAA (Tabelas 12 e 13), demonstrando uma rápida recuperação das plantas afetadas na primeira avaliação. Segundo El-Sharkawy (2003), sob condições ambientais favoráveis, as plantas de mandioca normalmente são muito eficientes quanto ao uso da água, ou seja, perdem menos água que muitas espécies, para a fixação da mesma quantidade de CO₂. Aspiazu e outros (2010), trabalhando com a cultura da mandioca em condição de competição, verificaram que a cultura apresentou maior EUA, comparada às plantas daninhas testadas.

Tabela 13 – Eficiência do uso da água (EUA - mol CO₂ mol H₂O⁻¹) de plantas de mandioca, em função de épocas de aplicação de herbicidas, avaliada aos 30 dias após aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2014.

Época de aplicação	EUA ¹ (mol CO ₂ mol H ₂ O ⁻¹)
	30 DAA
30 DAB	2,89 A (8,73)
45 DAB	2,74 A (7,84)

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

¹ = médias transformadas para \sqrt{x} ; médias destransformadas entre parênteses.

DAB = dias após a brotação e DAA = dias após aplicação

5. CONCLUSÕES

Os herbicidas avaliados mostram potencial de utilização em pós-emergência na variedade de mandioca Sergipe, nas dosagens utilizadas, uma vez que os sintomas de toxicidade não afetam o desenvolvimento das plantas após os 35 dias.

São necessários mais estudos, em nível de campo, para se determinar seus efeitos sobre a produtividade da cultura.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, M. L.; BICUDO, S. J.; CURCELLI, F.; AGUIAR, E. B.; BRACHTVOGEL, E. L. Efeito de diferentes herbicidas aplicados na cultura da mandioca na quantidade e qualidade de raízes comerciais. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, p. 66-76, 2010.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; CARNEIRO, J. E. S.; CECON, P. R.; ALVES, J. M. A. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 279-289, 2008.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; ALVES, J. M. A.; FINOTO, E. L.; NETO, F. A.; SILVA, G. R. Desenvolvimento da cultura de mandioca sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 37-45, 2012.

ALCÂNTARA, E. N. de; SOUZA, I. F. de. **Herbicidas na cultura da mandioca** (*Manihot esculenta* Crantz). In: EPAMIG. Projeto Mandioca: relatório 76/79. Belo Horizonte, 1982. p. 136-141.

AHRENS, W. H. (Ed.), **Herbicide Handbook**. 7ª edição. Champaign, EUA: WSSA, 1994. 352 p.

ARNAUD, L. S. E. P.; SANTOS, C. D. G.; LIMA, J. A. A.; FEITOSA, F. A. A. Predominância de begomovírus em tomateiros na região produtora da Ibiapaba, Ceará, e sua detecção natural em plantas daninhas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 241-246, 2007.

ASPIAZÚ, I.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO JR., J. I.; SILVA, A. A.; CONCENCO, G.; FERREIRA, E. A.; GALON, L.; SILVA, A. F.; BORGES, E. T.; ARAÚJO, W. F. Eficiência do uso da água de plantas de mandioca em condições de competição. **Planta Daninha**, v. 28, n.4, p. 699-703, 2010.

AZEVÊDO, C. L. L.; CARVALHO, J. E. B.; LOPES, L. C.; ARAÚJO, A. M. Levantamento de plantas daninhas na cultura da mandioca, em um ecossistema semi-árido do Estado da Bahia. **Magistra**, v. 12, n. 1, 2000.

BALKE, N. E. Herbicide effects on membrane functions. In: Duke, S. O. (Ed.), **Weed Physiology**. EUA: CRC Press, v. 2, p. 113-139, 1985.

BIFFE, D. F.; ALONSO, D. G.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; FRANCHINI, L. H. M. Avaliação do herbicida diuron em pré-emergência no controle de seis plantas daninhas na cultura de *Manihot esculenta*. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 3, n. 1, p. 1-4, 2007.

BIFFE, D. F. **Período crítico de interferência de plantas daninhas e seletividade de herbicidas para a cultura da mandioca na região noroeste do Paraná**. 2008. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, PR.

BIFFE, D. F.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; RIOS, F. A.; FRANCHINI, L. H. M.; GEMELLI, A.; ARANTES, J. G. Z.; RAIMONDI, M. A.; BLAINSKI, E. Avaliação de herbicidas para dois cultivares de mandioca. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 807-816, 2010.

BRAGA, R. R.; SILVA, D. V.; FERREIRA, E. A.; PEREIRA, G. A. M.; BIBIANO, C. S.; SANTOS J. B.; DIAMANTINA, S. S.; MATOS, C. da C. de. Atividade microbiana do solo, controle de plantas daninhas e crescimento da mandioca após a aplicação de herbicidas. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, p. 1050-1058, 2014.

BRANCALION, P. H. S.; ISEMAGEN, I.; MACHADO, R. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; RODRIGUES, R. R. Seletividade dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon a espécies arbóreas nativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 3, p. 251-257, 2009.

BRODRIBB, T. J; HOLBROOK, N. M. Stomatal closure during leaf dehydration, correlation with other leaf physiological traits. **Plant Physiology**, v. 132, p. 2166–2173, 2003.

BURKE, M. J.; SARPY, S. A.; SMITH-CROWE, K.; CHAN-SERAFIN, S.; SALVADOR, R. O.; ISLAM, G. Relative effectiveness of worker safety and health training methods. **American Journal of Public Health**, v. 96, p. 315–324, 2006.

CAMARA, G. M. S.; GODOY, O. P. Desempenho vegetativo e produtivo de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) a partir de manivas com diferentes diâmetros. **Scientia Agrícola**, v. 55, n. 2, p. 326-331, 1998.

CARVALHO, J. E. B.; QUEIROZ, G. M.; LYRA FILHO, H. P. 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.

CARVALHO, F. M.; VIANA, A. E. S.; CARDOSO, C. E. L.; MATSUMOTO, S. N.; GOMES, I. R. Sistemas de produção de mandioca em treze municípios da região Sudoeste da Bahia. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 699-702, 2009.

CARVALHO, J. E. B. Plantas daninhas e seu controle. In: MATTOS, P. L. P.; GOMES, J. C. (Coords.). **O cultivo da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. p.42-52.

COCK, J. H.; FRANKLIN, D.; SANDOVAL, D.; JURI, P. The ideal cassava plant for maximum yield. **Crop Science**. v. 19, p. 271-279. 1979.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária**/Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: CONAB. v. 1. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 06 de julho de 2014.

COSTA, N. V.; PAVAN, G. C.; DOURADO, R. F.; COSTA, A. C. P. R. da; VASCONCELOS, E. S. Seletividade de herbicidas aplicados com óleo mineral na cultura da mandioca ‘Cascauda’. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 3, p. 251-259, 2013.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v.12, n.1, p.13-20, 1994.

EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H. C3-C4 Intermediate photosynthetic characteristics of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Photosynthesis Research**. vol. 12, p. 219-235, 1987.

EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H.; PORTO, M. C. M. Características fotossintéticas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, v. 1, n. 2, p. 143-154, 1989.

EL-SHARKAWY, M. A. Cassava biology and physiology. **Plant Molecular Biology**, v. 53, n. 5, p. 481-501, 2003.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do62_17.htm. Acessado em: 25 de junho de 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 10 de maio de 2014.

FREITAS, R. S.; PEREIRA, P. C.; SEDIYAMA, M. A. N.; FERREIRA, F. A.; SEDIYAMA, T. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência para a cultura da mandioca-salsa. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p.159-165, 2004.

FUKUDA, W. M. G.; COSTA, I. R. S.; SILVA, S. de O. **Manejo e conservação de recursos genéticos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na Embrapa Mandioca E Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2005. (Circular técnica, 74).

GONÇALVES, K. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; CAVALIERI, S. D.; MARTINS, I. S. B.; VELINI, E. D. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em pinhão manso(*Jatropha curcas*L.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p.110-120, 2011.

HALSEY, M. E.; OLSEN, K. M.; TAYLOR, N. J.; AGUIRRE, P. C. Reproductive Biology of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and Isolation of Experimental Field Trials. **Crop Science**, v. 48, p. 49-58, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 de maio de 2014.

IYER, S.; MATTINSON, D. S.; FELLMAN, J. K. Study of the early events leading to cassava root post harvest deterioration. **Tropical Plant Biology**, v. 3, p. 151-165, 2010.

JOHANNES, O.; 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.

LEE, D. L. The discovery and structural requirements of inhibitors of p-hydroxyphenylpyruvatedioxygenase. **Weed Science**, v. 45, n. 4, p. 601-609, 1997.

LÓPEZ OVEJERO, R. F.; CARVALHO, S. J. P.; VARGAS, L. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ACCase (Grupo A). In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Ed.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas, 2008. p.50-61.

LORENZI, J. O.; DIAS, C. A. C. **Cultura da mandioca**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, 1993. 41p. (Boletim Técnico, 2011).

MARKWELL, J.; OSTERMAN, J. C.; MITCHELL, J. L. Calibration of the Minolta SPAD - 502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, v. 46, p. 467– 472, 1995.

MATTOS, P. L. P.; CARDOSO, E. M. R. **Cultivo da Mandioca para o Estado do Pará**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandiocapara/index.htm>>. Acesso em: 20 julho de 2014.

MIRANDA, I. J.; LAVINA, M. L.; POA, A. C. Controle de plantas daninhas na cultura da mandioca através de herbicidas pré-emergentes pós plantio em solo podzólico vermelho amarelo distrófico. In: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas, 20, Florianópolis - SC. 1995. **Resumos...** Florianópolis, SBCPD, 1995. p.138-139.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 abril de 2014.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; INOUE, M. H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (eds.) **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas** Curitiba, PR: Omnipax, 2011. cap. 10 p. 243-262.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (eds.). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas** Curitiba, PR: Omnipax, 2011.

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 Research**, v. 48, n. 3, p. 197-200, 2008

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; HERNANDES, A. I. F. M.; INOUE, M. H.; MARCHIORI JR., O.; RAMIRES, A. C. Tolerância de cinco cultivares de mandioca (*Manihot esculenta*) a herbicidas. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 119-125, 2001.

PERESSIN, V. A.; MONTEIRO, D. A.; LORENZI, J. O.; DURIGAM, J. C. PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Acúmulo de matéria seca na presença e na ausência de plantas infestantes no cultivar de mandioca SRT59 – Branca de Santa Catarina. **Bragantia**, v. 57, n. 1, p. 135-148, 1998.

PERESSIN, V. A. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da mandioca**. Campinas: Instituto Agronômico, 2011. 54p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

ROMAN, E. S.; BECKIE, H.; VARGAS, L.; HALL, L.; RIZZARDI, M. A.; WOLF, T. M. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Berthier, 2007. 158p.

SANTRA, S.; BAUMANN, U. Experience of nitisinone for the pharmacological treatment of hereditary tyrosinaemia type 1. **Expert Opinion on Pharmacotherapy**. v. 9, n. 7, p. 1229-1236, 2008.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO /SUPERINTENDENCIA DE ESTUDOS ECONOMICO E SOCIAIS DA BAHIA. **Estatística dos municípios baianos**. Salvador, v. 4, n. 1, p. 433-452, 2013.

SENSEMAN, S. A. (Ed.). **Herbicide handbook**. 9ª ed. Lawrence: Weed Science Society of America, 2007. 458 p.

SILVA, F. M. L.; ABREU, M. L. de; BRACHTVOGEL, E. L.; CURCELLI, F.; GIMENES, M. J.; LARA A. C. da C. Moléculas de herbicidas seletivos à cultura da mandioca. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, p. 61, 2009.

SILVA, D. V.; SANTOS, J. B.; CARVALHO, F. P.; FERREIRA, E. A.; FRANÇA, A. C.; FERNANDES, J. S. C.; GANDINI, E. M. M.; CUNHA, V. C. Seletividade de herbicidas pós-emergentes na cultura da mandioca. **Planta daninha**, v. 30, n. 4, 2012.

SILVA, D. V.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. A.; FRANÇA, A. C.; SEDIYAMA, T. Manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca. **Planta Daninha**, v. 30, n. 4, p. 901-910, 2012.

SILVA, D. V.; SILVEIRA, H. M.; FERREIRA, E. A.; CARVALHO, F. P.; CASTRO NETO, M. D.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T. Aspectos fisiológicos da mandioca após a aplicação dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen. **Revista Ceres**. v. 61, n. 2, p. 178-183, 2014.

SILVEIRA, H. M.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. B.; CASTRO NETO, M. D.; FERREIRA, E. A.; CARVALHO, F. P.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T. Sensibilidade de cultivares de mandioca ao herbicida mesotrione. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 1, p. 24-31, 2012.

SOARES, M. R. S. **Características de variedades de mandioca em função de épocas de colheita**. 2011. 110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós - graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

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

SYNGENTA FOUNDATION. Disponível em: <<http://www.syngenta.com.br>>. Acesso em: 10 abril de 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ª ed. (Trad.) Eliane Romanato Santarém. Porto Alegre: Artmed, 848 p, 2009.

TERNES, M. Fisiologia da planta. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo. Fundação Cargill, v. 2. p. 448-504, 2002.

VELINI, E. D.; MARTINS, D.; MANOEL, L. A.; MATSUOKA S.; TRAVAIN, J. C.; CARVALHO, J. C. 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**, v. 18, n. 1, p.123–134, 2000.

VIDIGAL FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; GONÇALVES VIDIGAL, M. C.; MAIA, R. R.; SAGRILO, E.; SIMON, G. A.; LIMA, R. S. Avaliação de cultivares de mandioca na região Noroeste do Paraná. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 69-75, 2000.

WITCHERT, R. A.; TOWNSON, J. K.; BARTLETT, D. W.; DROST, D. C. Technical over view of ZA1296, a new corn herbicide from ZENECA. **Weed Science Society**, p. 39-65, 1999.

APÊNDICE



Figura 2 – Plantas de mandioca aos 12 dias após o plantio. Início da contagem do número de dias após a brotação (DAB) para aplicação dos herbicidas. Vitória da Conquista – BA, 2014.



Figura 3 - Sintomas de toxicidade provocada pelo herbicida bentazon em plantas de mandioca, variedade Sergipe. Vitória da Conquista - BA, 2014.



Figura 4 - Sintomas de toxicidade provocada pelo herbicida fluazifop-p-butil em plantas de mandioca, variedade Sergipe. Vitória da Conquista - BA, 2014.



Figura 5 - Sintomas de toxicidade provocada pelo herbicida chlorimuron-ethyl em plantas de mandioca, variedade Sergipe. Vitória da Conquista - BA, 2014.



Figura 6- Sintomas de toxicidade provocada pelo herbicida mesotrione em plantas de mandioca, variedade Sergipe. Vitória da Conquista - BA, 2014.



Figura 7 - Sintomas de toxicidade provocada pelo herbicida sethoxydim em plantas de mandioca, variedade Sergipe. Vitória da Conquista - BA, 2014.