



**TOXICIDADE DE HERBICIDAS PÓS-
EMERGENTES EM CULTIVARES DE
FEIJÃO-CAUPI**

THIAGO REIS PRADO

2016

THIAGO REIS PRADO

**TOXICIDADE DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES EM
CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI**

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

Orientador:
Prof. D.Sc. Alcebíades Rebouças São José

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
2016

P915t Prado, Thiago Reis.

Toxicidade de herbicidas pós-emergentes em cultivares de feijão-caupi. / Thiago Reis Prado.
55f.

Orientador (a): D.Sc. Alcebíades Rebouças São José.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia. Vitória da Conquista, 2016.

Referências: f. 50-55.

1. *Vigna unguiculata* - Cultivo. 2. Controle químico.
3. Planta daninha. 4. Fitotoxicidade. I. São José, Alcebíades Rebouças II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Fitotecnia. III. T.

CDD: 633.33

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890

UESB – Campus Vitória da Conquista - BA

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

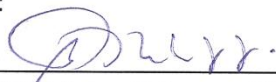
Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “TOXICIDADE DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES EM CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI”

Autor: Thiago Reis Prado

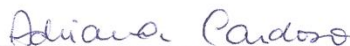
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:



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



Prof. Ramon Correia Vasconcelos, D.Sc., UESB



Adriana Dias Cardoso, D.Sc., PNP/CAPES

Data de realização: 30 de junho de 2016.

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, Paulo Soares Prado e
Maria José Reis Prado, que, sempre
dedicados à minha educação e fortes na
fé, atuam de forma singular com seus
ensinamentos e suas orações.*

Dedico

Agradecimentos

A Deus, por iluminar minha vida e guiar por todos os caminhos.

Aos meus pais, Paulo Soares Prado e Maria José Reis Prado, pelo amor e por apoiarem sempre as decisões para realização dos meus sonhos.

Ao Prof. Dr. Alcebíades Rebouças São José, pela confiança, orientação, compreensão e amizade durante todo o curso do mestrado.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Ramon Correia de Vasconcelos e à pesquisadora Dr.^a Adriana Dias Cardoso, por aceitarem o convite e pela valiosa contribuição com as correções e sugestões.

Aos meus irmãos Rodrigo Reis Prado e Diêgo Reis Prado, pela amizade.

À minha namorada Letícia, por sempre ficar do meu lado nos momentos fáceis e difíceis, me apoiando, e por sempre se disponibilizar a me ajudar em tudo o que preciso.

A todos os professores do curso, pelos ensinamentos e companheirismo.

Aos colegas que contribuíram em momentos importantes no decorrer do curso e na execução dos trabalhos, em especial aos amigos e parceiros: Mauricio, Raelly, Eduardo, Yuri, Janderson, Ricardo, Paula e Luiz Carlos pelo apoio e pelas sugestões, e a Aderson e Gabriela, por colaborarem de forma substancial na execução, revisão e correção desta dissertação. Muito obrigado a todos, acima de tudo, pela amizade formada.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em especial ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, pela oportunidade da realização do Curso de Mestrado.

À CAPES, pelo auxílio financeiro e concessão da bolsa.

Enfim, para aqueles que, de alguma forma, colaboraram direta ou indiretamente para a finalização de mais esta etapa acadêmica, deixo meus sinceros agradecimentos.

*“Quem não sai de si mesmo
dificilmente encontra o outro – ou o
faz de maneira superficial!”.*

(Bruno Baldacci)

RESUMO

PRADO, T. R. **Toxicidade de herbicidas pós-emergentes em cultivares de feijão-caupi**. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2016. p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

Objetivou-se com este trabalho avaliar a toxicidade de cinco herbicidas pós-emergentes em três cultivares de feijão-caupi (BRS Tumucumaque, BRS Novaera e BRS Rouxinol). O trabalho, dividido em três ensaios (três cultivares), foi conduzido em ambiente protegido, na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Vitória da Conquista. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, composto por seis tratamentos e quatro blocos. Os tratamentos foram formados por cinco herbicidas aplicados nas doses comerciais (bentazon – 840,0 g i. a. ha⁻¹, fluazifop-p-butil–187,5 g i. a. ha⁻¹, fomesafen–237,5g i. a. ha⁻¹, imazamox–35,0 g i. a. ha⁻¹ e sethoxydim –276,0 g i. a. ha⁻¹) e uma testemunha, sem aplicação de herbicida. Após as aplicações, foi avaliada a fitotoxicidade com auxílio de escalas conceituais, a qual é representada por porcentagem de injúrias, características agrônômicas e fisiológicas. Os dados foram submetidos à análise de variância, e, posteriormente, os tratamentos foram comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As doses dos herbicidas não foram capazes de provocar sintomas fitotóxicos e alterações morfofisiológicas relevantes às cultivares, o que demonstra a capacidade de usá-los.

Palavras-chave: Controle químico, planta daninha, fitotoxicidade, *Vigna unguiculata*.

*Orientador: Alcebíades Rebouças São José, *D. Sc.*, UESB.

ABSTRACT

PRADO, T. R. **Toxicity of post-emergence herbicides in cowpea cultivars.** Vitória da Conquista – BA: UESB, 2016. p. (Dissertation - MSc in Agronomy, Concentration Area in Crop Science)*

This study aimed to evaluate the toxicity of 5 herbicides in three cowpea cultivars (BRS Tumucumaque, BRS Novaera and BRS Rouxinol), by making three experiments separately. The experiments were conducted in a greenhouse in the experimental area of the State University of Bahia Southwest in Vitoria da Conquista. It was used the randomized block design, consisting of 6 treatments and 4 blocks. Treatments were separated by five herbicides applied in commercial doses (bentazon–840,0 g a.i. ha⁻¹, fluazifop-p-butyl –187,5 g a.i. ha⁻¹, fomesafen–237,5 g a.i. ha⁻¹, imazamox–35,0 g a.i. ha⁻¹ and sethoxydim–276,0 g a.i. ha⁻¹) and a control treatment without herbicide application. After the applications, it was evaluated phytotoxic characteristics with the help of conceptual scales, which is represented by percentage of injuries, agronomic and physiological characteristics. The data were submitted to analysis of variance and then the treatments were compared by Tukey test at 5% probability. The doses of the herbicides were not able to cause phytotoxic symptoms relevant morphological and physiological changes cultivars, which demonstrate the ability to use it.

Key words: Chemical control, weed, phytotoxicity, *Vigna unguiculata*.

*Adviser: Alcebiades Rebouças São José, D.Sc., UESB.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise granulométrica e química do solo utilizado para o preenchimento dos vasos ^{1/}	27
Tabela 2 – Principais características das cultivares BRS Tumucumaque, BRS Novaera e BRS Rouxinol	29
Tabela 3 – Classificação, produto comercial e dosagem dos herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura do feijão-caupi.	29
Tabela 4 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação da característica fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 DAA dos herbicidas no feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	32
Tabela 5 – Fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 DAA dos herbicidas no feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016	33
Tabela 6 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação para altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas (NºFOL), área foliar total (AFT) e massa seca da parte aérea (MSPA) do feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	34
Tabela 7 – Altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas (Nº FOL), área foliar total (AFT) e massa seca da parte aérea (MSPA) do feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	35
Tabela 8 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação para o índice SPAD, fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs) e concentração interna de CO ₂ (Ci), transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA) do feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque aos 14 DAA dos herbicidas. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	36
Tabela 9 – Índice SPAD, fotossíntese líquida (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) condutância estomática (GS - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO ₂ (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência do uso da água (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) do feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque aos 14 DAA dos herbicidas. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	37

Tabela 10 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação da característica fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 DAA dos herbicidas no feijão-caupi cv. BRS Novaera. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	38
Tabela 11 – Fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 DAA dos herbicidas no feijão-caupi cv. BRS Novaera. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016	39
Tabela 12 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação para altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas (NºFOL), área foliar total (AFT) e massa seca da parte aérea (MSPA) do feijão-caupi cultivar BRS Novaera. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	40
Tabela 13 – Altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas (Nº FOL), área foliar total (AFT) e massa seca da parte aérea (MSPA) do feijão-caupi cv. BRS Novaera. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	40
Tabela 14 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação para o índice SPAD, fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs) e concentração interna de CO ₂ (Ci), transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA) do feijão-caupi cv. BRS Novaera aos 14 DAA dos herbicidas. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	41
Tabela 15 – Índice SPAD, fotossíntese líquida (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) condutância estomática (GS - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO ₂ (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência do uso da água (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) do feijão-caupi cv. BRS Novaera aos 14 DAA dos herbicidas. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	42
Tabela 16 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação da característica fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 DAA dos herbicidas no feijão-caupi cv. BRS Rouxinol. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	43
Tabela 17 – Fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 DAA dos herbicidas no feijão-caupi cv. BRS Rouxinol. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016	44

Tabela 18 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação para altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas (NºFOL), área foliar total (AFT) e massa seca da parte aérea (MSPA) do feijão-caupi cultivar BRS Rouxinol. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	45
Tabela 19 – Altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas (Nº FOL), área foliar total (AFT) e massa seca da parte aérea (MSPA) do feijão-caupi cv. BRS Rouxinol. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	45
Tabela 20 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação para o índice SPAD, fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs) e concentração interna de CO ₂ (Ci), transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA) do feijão-caupi cv. BRS Rouxinol aos 14 DAA dos herbicidas. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016	46
Tabela 21 – Índice SPAD, fotossíntese líquida (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) condutância estomática (GS - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO ₂ (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência do uso da água (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) do feijão-caupi cv. BRS Rouxinolaos 14 DAA dos herbicidas. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.....	47

ABREVIATURAS

A	Fotossíntese líquida
AFT	Área foliar total
ALT	Altura de plantas
DAA	Dias após a aplicação
DAE	Dias após a emergência
DIAM	Diâmetro do caule
C_i	Concentração interna de CO_2
E	Transpiração
EUA	Eficiência do uso da água
G_s	Condutância estomática
MSPA	Massa seca de parte aérea

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Aspectos gerais da cultura do feijão-caupi	17
2.2 Cultivares de interesse econômico.....	19
2.3 Interferência das plantas daninhas na cultura do feijão-caupi	20
2.4 Controle químico de plantas daninhas	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Localização, clima e solo.....	26
3.2 Instalação e condução dos experimentos	27
3.3 Delineamento experimental e tratamentos.....	28
3.4 Características avaliadas	30
3.4.1 Fitotoxicidade	30
3.4.2 Características fisiológicas.....	30
3.4.3 Características morfológicas.....	31
3.4 Análise estatística	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Experimento I: cultivar BRS Tumucumaque.....	32
4.2 Experimento II: cultivar BRS Novaera.....	38
4.3 Experimento III: BRS Rouxinol	43
5. CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS.....	49

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, popularmente conhecido como feijão fradinho ou feijão-de-corda, é uma leguminosa produzida e comercializada na forma de grãos secos e verdes. Difundida intensamente nas regiões Norte e Nordeste, por ser uma cultura economicamente viável e de alto valor nutritivo, constitui um dos principais elementos da dieta alimentar da população. Além da característica nutricional, essa cultura apresenta um importante papel na geração de emprego e de renda (FREIRE FILHO e outros, 2013).

As cultivares de feijão-caupi possuem ampla adaptação regional, com a produção intensificada majoritariamente por pequenos agricultores, que ainda executam práticas tradicionais. Porém, o interesse nesse poder produtivo impulsiona o grande setor empresarial em larga escala, com viés de produção mecanizada (FREIRE FILHO e outros, 2013).

Diversos entraves vêm influenciando na produtividade, dos quais pode-se destacar o manejo da fertilidade do solo, atrelado ao baixo nível tecnológico, sementes com potencial produtivo reduzido, doenças, pragas e plantas daninhas.

A ocorrência de plantas daninhas, um dos fatores que mais influenciam no crescimento e desenvolvimento das culturas agrícolas, normalmente competem por água, radiação solar, nutrientes e espaço físico.

O feijão-caupi, ao apresentar ciclo relativamente curto, pode sofrer interferências na quantidade e qualidade da produção e, por isso, alcançar até 90% de perdas de produção com a competição (LAMEGO e outros, 2011), além de aumentar os custos na colheita, secagem e beneficiamento dos grãos. Portanto, seu controle é de suma importância, o que aumenta os principais componentes dos custos de produção.

O emprego do método de controle mecânico ainda é realizado por muitos agricultores. Contudo, essa operação tem-se tornado ainda mais difícil para o produtor, pois a dificuldade em se encontrar mão-de-obra no momento certo e em quantidade adequada é um grande problema; assim,

eleva-se o custo da produção (SILVA e SILVA, 2007). Dessa forma, o controle químico torna-se uma opção promissora, uma vez que visa à melhoria da eficácia de controle de plantas daninhas atrelada à redução de custos de produção quando bem utilizado (MACHADO e outros, 2006).

Entretanto, a inexistência de herbicidas registrados para a cultura impede a realização de recomendações eficientes no uso do controle de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi (FONTES e outros, 2013). Nesse caso, a maioria das informações sobre a utilização de métodos químicos está relacionada à cultura do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) ou da soja (*Glycinemax*).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a toxicidade de cinco moléculas de herbicidas pós-emergentes para três cultivares de feijão-caupi.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura do feijão-caupi

O cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*(L.) Walp.) é uma das culturas mais antigas conhecidas pelo homem, popularmente denominado como feijão-de-corda, feijão macassar e feijão-fradinho.

Essa cultura fornece um alimento de alto valor nutritivo, que apresenta todos os aminoácidos essenciais e com cerca de 23 a 25% de proteína. É cultivado principalmente para a produção de grãos (secos ou verdes), na forma de conserva ou desidratado, visando o consumo humano. Também pode ser utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal e adubação verde (DUTRA e TEÓFILO, 2007), além de ser considerado importante gerador de emprego e renda (ROCHA e outros, 2008).

O nome caupi (*cow* “vaca” / *pea* “ervilha”) originou-se do fato de que a planta era uma importante fonte proteica, utilizada em grande parte para alimentação animal (TIMKO e outros, 2007).

Evidências apontam que a região sul-africana, provavelmente, seria o local mais próximo do centro de origem dessa cultura. Sua domesticação ocorreu em praticamente toda a África subsaariana, principalmente na África ocidental (TIMKO e SINGH, 2008). Entretanto, esse fato da domesticação provavelmente não aconteceu em um único momento; a similaridade genética entre algumas espécies silvestres às domesticadas seria o resultado do fluxo gênico, devido à sua distribuição por todo o continente africano (BA e outros, 2004).

Essa cultura foi introduzida no Brasil pelos exploradores portugueses em meados do século XVI, no estado da Bahia, posteriormente levado para outras áreas das regiões Nordeste e Norte e, depois, para as demais regiões do Brasil (FREIRE FILHO e outros, 2005).

O feijão-caupi é uma planta dicotiledônea que pertence à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolina, gênero *Vigna* e espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. No Brasil, são cultivados os cultigrupos *Unguiculata* (feijão fradinho, feijão-de-corda, feijão macassar e feijão-caupi) para a produção de grãos secos e verdes e *Sesquipedalis* (feijão-de-metro) para a produção de vagem (FREIRE FILHO e outros, 2005). Considerado tolerante à seca, desenvolve-se bem em condições de alta temperatura, solos arenosos ou de textura média e com boa drenagem (FREIRE FILHO e outros, 2013).

Com o crescimento das tecnologias de produção, muitas agroindústrias buscam a oferta de um produto padronizado, com alta qualidade, quantidade e regular distribuição. Nesse cenário, essas exigências fazem parte do mercado atual, no qual outros países demonstram interesse em importar o feijão-caupi do Brasil (FREIRE FILHO e outros, 2013).

A produção mundial de feijão-caupi em 2014 atingiu 5,6 milhões de toneladas de grãos (FAO, 2016). No entanto, acredita-se que esses dados estejam subestimados, considerando que vários países, como Índia, Myanmar e Brasil não apresentam o registro da separação da produção do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) para o caupi (*V. unguiculata*). Dos países que apresentam estatísticas específicas para feijão-caupi seco, os maiores produtores do mundo são Nigéria (2,1 milhões de toneladas ou 38% da produção) e Níger (1,5 milhões de toneladas ou 28% da produção) (FAO, 2016).

No Brasil, o feijão-caupi contribui com 35% da área cultivada e 15% da produção total de feijão (feijão-caupi + feijão-comum) (SILVA, 2015). A produtividade média nacional ainda é considerada baixa, em torno de 380 kg ha⁻¹; esse fato explica-se pelo baixo nível tecnológico empregado ao cultivo e pelas condições climáticas adversas (CONAB, 2016). No entanto, segundo estimativas da CONAB, neste ano, os estados do Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul chegarão a apresentar produtividade acima de

900 kg ha⁻¹ para o feijão de segunda safra do ano agrícola corrente (CONAB, 2016).

Os principais estados produtores da região Nordeste são: Ceará, Bahia, Piauí, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Maranhão. Esses estados detêm a área média anual cultivada de 1.155.831 hectares, representando 84% da área plantada e produção de 367.311 toneladas (68% da produção nacional). Na região Norte, os principais estados produtores de feijão-caupi são: Amapá, Pará, Rondônia e Roraima (FREIRE FILHO, 2011). A região Nordeste possui grandes limitações quanto à disponibilidade hídrica, entretanto, a cultura adapta-se muito bem pela sua rusticidade (TEIXEIRA e outros, 2010).

Vale ressaltar que mais de 90% da produção anual dos três maiores estados produtores do Nordeste (Ceará, Bahia e Piauí) foram obtidos em cultivos de primeira safra, ao passo que, apenas no estado do Maranhão, mais de 50% da produção anual foi obtida em cultivos de segunda safra (FREITAS, 2016).

Nas regiões Centro-oeste e Norte do país, observa-se uma diversificação dos sistemas de produção do feijão-caupi; de um lado, os pequenos produtores, com pouco ou nenhum uso de tecnologias modernas e produção em pequena escala; do outro, produtores empresários, cujos sistemas de produção incorporam várias tecnologias, inclusive a colheita mecanizada, e com produção em média e larga escala. Esses dois tipos de produtores vêm se apresentando como complementares na oferta do produto (ROCHA e outros, 2008).

2.2 Cultivares de interesse econômico

Cultivares adaptadas às regiões mais quentes do Brasil e com características que visam ao aumento da produtividade são, de fato, expectativas crescentes no meio agrônomo. Dentre as utilizadas, destacam-se:

BRS Tumucumaque: lançada em 2009, destaca-se com características avaliadas nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, no período de 2004 a 2006. Apresenta hábito de crescimento indeterminado, porte semiereto e ramos consistentes, resistente ao acamamento, facilita a colheita quando realizada de forma mecanizada com utilização de dessecante. Com floração aos 41 dias, ciclo de 70-75 dias, produtividade média e pode chegar aos 1.158 kg ha⁻¹. Os grãos são de coloração branca e com teores elevados de ferro e zinco. Outra característica é que essa cultivar apresenta grau moderado de resistência às principais doenças que afetam o feijão caupi (EMBRAPA, 2009; 2014).

BRS Novaera: originada a partir do cruzamento de duas linhagens, TE97-404-1F e TE97-404-3F, no ano 2000, realizado pela Embrapa Meio-Norte, sendo conduzidos ensaios de valor de cultivo e uso entre os anos 2004 e 2006, nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Com hábito de crescimento indeterminado, porte semiereto, alta resistência ao acamamento, floração plena aos 41 dias, ciclo de 65-70 dias, apresenta grande potencial de colheita mecânica e produtividade média em torno de 1.100 kg ha⁻¹, além de ter os grãos que são preferência dos consumidores (EMBRAPA, 2008).

BRS Rouxinol: desenvolvida principalmente para ser utilizada em cultivos nas condições edafoclimáticas do estado da Bahia. Possui hábito de crescimento indeterminado (inserção das vagens acima da folhagem), porte semiereto, período de florescimento médio de 45 dias e 55 dias, ciclo de 65-75 dias e produtividade média de 892 kg ha⁻¹ em regime de sequeiro e 1.509 kg ha⁻¹ em condições irrigadas (ALCÂNTARA e outros, 2002).

2.3 Interferência das plantas daninhas na cultura do feijão-caupi

O termo interferência refere-se ao conjunto de pressões ambientais que recebe uma determinada cultura agrícola em decorrência da presença das plantas-daninhas no agroecossistema (RAMOS e PITELLI, 1994). A interferência pode ser direta (competindo pelos recursos do crescimento,

alelopatia e parasitismo, interferência na colheita e tratos culturais) e indireta (hospedando pragas, doenças e nematoides, infestando os produtos colhidos) (CARVALHO e VELINI, 2001). No primeiro caso, a disponibilidade de nutrientes assume grande importância no que se refere à perda de produção das culturas agrícolas (BLACKSHAW e outros, 2003).

A grande habilidade das plantas-daninhas quanto à sobrevivência é atribuída a mecanismos desenvolvidos pelas espécies, dentre eles: a agressividade competitiva, a elevada produção de sementes, a facilidade de dispersão das sementes e a grande longevidade das mesmas (LORENZI, 2008).

O grau de interferência na associação planta daninha-cultura depende de fatores ligados à comunidade infestante (distribuição, densidade e composição específica), à cultura (cultivar, espaçamento e densidade de semeadura), ao ambiente (clima, solo e manejo) e ao período de convivência entre as plantas daninhas e a cultura (época e duração) (PITELLI, 2015).

Entre os vários fatores que alteram o balanço de interferência entre a cultura e a comunidade de plantas daninhas, destaca-se o período em que as plantas daninhas e as cultivadas estão disputando os recursos de crescimento disponíveis no ambiente comum, que pode ocasionar prejuízos no crescimento, no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produtividade das culturas (KARAM e CRUZ, 2004).

O período de interferência das plantas-daninhas em culturas de interesse econômico, como soja e feijão, tem sido objeto de pesquisa de diversos autores (MORAES e outros, 2009; SILVA e outros, 2009), que encontraram redução de 70 a 90% na produtividade dessas leguminosas devido à competição. Para a o feijão-caupi, o período anterior à interferência, em média, é de 14 DAE, de acordo com a região e o banco de espécies de plantas-daninhas presente no local de plantio (FREITAS e outros, 2009; OLIVEIRA e outros, 2010; BANDEIRA, 2015).

O feijão-caupi, por ser de baixa capacidade competitiva e enquadrado no grupo de culturas que menos sombreiam o solo, sofre intensa

interferência das plantas daninhas; isso resulta em sérios prejuízos no crescimento, na produtividade e na operacionalização de colheita. Dependendo de fatores relacionados à cultura e à comunidade infestante e, ainda, de fatores ambientais, as perdas na produtividade ocasionadas pela interferência das plantas daninhas na cultura do feijão-caupi podem atingir 90% (FREITAS e outros, 2009).

2.4 Controle químico de plantas daninhas

Uma amplitude de métodos tem sido oferecida para o manejo de plantas daninhas por meio da utilização de herbicidas. A palavra “Herbicida” vem do latim: *herba*, que significa "planta", e *caedere*, que significa "matar". O manejo químico tem sido indicado como a alternativa para reduzir o custo de produção da cultura, devido ao alto custo e baixo rendimento da capina manual com enxada (BIFFE e outros, 2010).

Os herbicidas apresentam como função primordial o controle de plantas daninhas, pois interferem no desenvolvimento destas, por meio do bloqueio da germinação das sementes e/ou no crescimento, da desidratação de folhas e caules, além de impedirem a produção de carboidratos essenciais, proteínas, óleos e gorduras pelas plantas (SANTRA e BAUMANN, 2008).

A definição aceita pela Sociedade Americana de Ciência das Plantas Daninhas (WSSA) é que um herbicida é "uma substância química ou biológica utilizada para matar ou suprimir o crescimento de plantas". Com efeito, o herbicida, ao interromper o metabolismo fisiológico da planta por um período de tempo, torna-se suficiente para matá-la ou limitar severamente o seu crescimento (ZIMDAHL, 2007).

O manejo de plantas daninhas para a produção do feijão-caupi é realizado, na maioria dos casos, de forma manual e por meio de capinas ao se tratar de uma cultura explorada pela maioria dos pequenos agricultores, porém, uma vez que os sistemas de cultivo empregam mais tecnologias, estes são largamente utilizados. Logo, compreender a natureza,

propriedades, efeitos e aplicação dos herbicidas é primícia essencial para o manejo das plantas daninhas, uma vez que eles são essenciais em sistemas de cultivo tecnificado e em grandes áreas, e não utilizá-los pode levar a uma incapacidade do sistema produtivo (ZIMDAHL, 2007). Entretanto, a indisponibilidade de produtos registrados para feijão-caupi tem sido um dos entraves no crescimento desse sistema de produção.

O herbicida bentazon, molécula classificada como inibidora do fotossistema II ou inibidora da reação de Hill, é responsável pelo bloqueio da fotossíntese devido à ligação dos herbicidas desse grupo ao sítio de ligação da QB, na proteína D1 do fotossistema II. Com o bloqueio do transporte de elétrons de QA para QB, ocorre uma interrupção na produção de ATP e NADPH₂; com isso, tem-se a oxidação de lipídeos e proteínas, o que acarretará a desidratação de células (OLIVEIRA JÚNIOR e outros, 2011). A morte das plantas acontece de forma rápida, entretanto, na maioria dos casos, ocorre por causa de outros fatores.

Do grupo químico benzotiazol, esse herbicida é indicado para controlar grande parte das plantas de folhas largas. É recomendado em pós-emergência inicial, no período em que as plantas daninhas apresentam, no máximo, seis folhas (VARGAS e ROMAN, 2006). Os herbicidas desse grupo são metabolizados através da conjugação com glicosídeos, e sua eficácia aumenta de acordo com a elevação da temperatura.

Os sintomas, inicialmente, evidenciam-se pela clorose foliar entre três e cinco dias após a aplicação, que progride para necrose. Em plantas tolerantes, pode ocorrer bronzeamento das folhas (CARVALHO, 2013). É altamente seletivo e controla com eficiência espécies de folhas largas anuais (VARGAS e ROMAN, 2006).

O fluazifop-p-butil é um herbicida inibidor da enzima acetil coenzima-A carboxilase (ACCase). Essa enzima, encontrada nos plastídios, converteu acetil coenzima-A (acetil-coA) à malonil coenzima-A, com a inserção de uma molécula de bicarbonato (HCO₃). A inibição da síntese de ácidos graxos bloqueia a produção de fosfolipídios, usados na formação de

novas membranas celulares (BURKE e outros, 2006). Há comprovações de que essa classe de herbicida é altamente seletiva, pois são responsáveis por controlar as plantas daninhas monocotiledôneas sem causar danos às culturas de folhas largas. Utilizado nas culturas do feijão e da soja para o controle de espécies de folhas estreitas, entre as quais *Brachiariaplantaginea*, *Cenchrusechinatus*, *Cynodondactylon*, *Oryza sativa* e outras (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011).

Os inibidores da ACCase dividem-se em três grupos químicos: os Ariloxifenoxipropianatos (APP), as Ciclohexanodionas (CHD) e os Phenylpyrazolines (HOCHBERG e outros, 2009). Tais herbicidas apresentam diferenças estruturais, porém atuam no mesmo sítio de ação da ACCase (LOPEZ OVEJERO e outros, 2005). Assim, como o fluazifop-p-butil (Ariloxifenoxipropianatos), tem-se o sethoxydim, pertencente ao grupo químico das Ciclohexanodionas, que age inibindo a enzima ACCase. É um herbicida que controla, exclusivamente, as monocotiledôneas e é registrado no Brasil para ser usado em pós-emergência na cultura de soja.

O herbicida fomesafen, do grupo químico difeniléteres, apresenta como mecanismo de ação a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). A enzima PROTOX é uma catalizadora da reação do protoporfirinogênio IX em protoporfirina IX; este, por sua vez, é o precursor da clorofila A nos cloroplastos (CARVALHO, 2013). Os herbicidas inibidores dessa enzima provocam o acúmulo do protoporfirinogênio IX no interior do cloroplasto, obrigando a sua transferência para o citoplasma. Com isso, a protoporfirina IX sintetizada no citoplasma passa a reagir com o O₂ formando as formas reativas de oxigênio (FROs), que irão degradar a membrana celular (CARVALHO, 2013).

Os primeiros sintomas desse herbicida são manchas verde-escuras nas folhas, que progridem para necrose em um a dois dias. Está registrado para o controle em pós-emergência precoce (2-4 folhas), para as plantas daninhas de folhas largas nas culturas da soja e feijão comum (VARGAS e ROMAN, 2006).

O imazamox é um herbicida sistêmico que controla plantas daninhas de folhas largas e em pós-emergência; é pertencente ao grupo químico imidazolinona e age inibindo a enzima acetolactato sintase (ALS). A ALS, encontrada nos cloroplastos e plastídios, é uma enzima-chave para biossíntese de aminoácidos de cadeia ramificada, como valina, leucina e isoleucina. A alta atividade dessas enzimas ocorre prioritariamente em células do meristema, local esse em que são mais susceptíveis à inibição (ROMAN e outros, 2007).

A inibição da ALS pelos herbicidas é de característica não competitiva, pois prejudica a formação do acetolactato, importante molécula da síntese de aminoácidos (ROMAN e outros, 2007). Com isso, há o bloqueio das reações que desencadeiam a formação dos aminoácidos, então a inibição dessa biossíntese reduz a translocação de compostos essenciais da fotossíntese; em decorrência disso, acontece o acúmulo de acetohidroxiturato, que é tóxico para as plantas em altas quantidades (CARVALHO, 2013).

Os sintomas característicos do imazamox vão desde a paralisação do crescimento, amarelecimento dos meristemas até os sintomas mais severos, aparecimento de coloração amarronzada (bronzada) e necrose do nó que liga o pecíolo foliar ao caule, o que causa a morte de 4 a 6 semanas (RODRIGUES, 2011; CARVALHO, 2013).

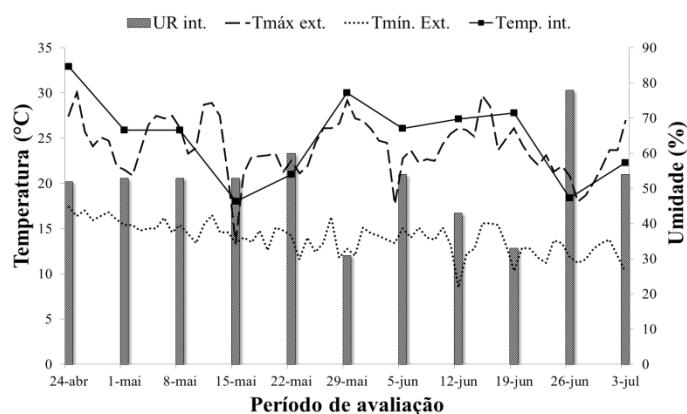
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização, clima e solo

Foram realizados três experimentos no período de abril a julho de 2015, em ambiente protegido, com cobertura de polietileno e tela de sombreamento lateral de 50% localizada na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista – BA, latitude de 14°53' S e longitude de 40°48' W, com altitude de 883m, em que se avaliou a seletividade de herbicidas em cultivares de feijão-caupi.

Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa (tropical de altitude), com temperatura e precipitação média anual de 20,2°C e 733,9mm, respectivamente (SEI, 2013).

Na Figura 1, estão apresentados os dados climatológicos obtidos no período de realização dos experimentos, referentes à temperatura e umidade relativa do ar no interior do ambiente, coletados por meio de um termo-higrômetro digital portátil e plotados em sobreposição com os dados de temperatura máxima e mínima do ambiente externo.



Fonte: Estação meteorológica (Instituto Nacional de Meteorologia – INMET); Termo-higrômetro portátil. Vitória da Conquista – BA, 2015.

Figura 1 – Médias de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) no interior da estufa e temperaturas máxima (Tmáx ext.) e mínima (Tmín ext.) externas no período de abril a julho de 2015.

O solo utilizado foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico (SANTOS e outros, 2013), cujas características químicas e físicas estão apresentadas na Tabela 3. Com base na análise química do solo (Tabela 3), foi aplicado calcário 60 dias antes da implantação dos experimentos para correção do seu pH, o qual foi revirado e umedecido periodicamente para possibilitar a solubilização do calcário.

Tabela 1 – Análise granulométrica e química do solo utilizado para o preenchimento dos vasos^{1/}.

Comp. Granulométrica (tfsa g kg ⁻¹)											
Areia grossa	Areia fina	Silte		Argila		Classe textural					
141	512,3	112,2		234,6		Franco arenosa					
Análise química											
pH	P ^{2/}	K ^{+2/}	H ⁺	Ca ^{+23/}	Mg ^{+23/}	Al ^{+33/}	S.B.	T	V	m	M.O.
H ₂ O	mg dm ⁻³cmol _c dm ⁻³ de solo.....					%.....		g dm ⁻³	
5,4	1	0,15	-	1,2	0,5	0,2	1,9	4,1	46	10	10

^{1/}Resultados fornecidos pelo Laboratório de Análise de Solos da UESB; ^{2/} extrator Mehlich⁻¹; ^{3/} extrator KCl 1 mol L⁻¹.

Na adubação de sementeira, utilizou-se 3,0 g (equivalente 333,33 kg ha⁻¹) de superfosfato simples e 0,3 g (equivalente 33,33 kg ha⁻¹) de cloreto de potássio por vaso, de acordo com o volume de solo por vaso e conforme as necessidades da cultura (CHAGAS e outros, 1999).

3.2 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados no dia 24 de abril de 2015, ocasião em que foi realizada a sementeira do feijão-caupi. A unidade experimental foi composta de uma planta por vaso com capacidade de 18 litros, preenchidos com solo.

Distribuíram-se três sementes por vaso; aos sete dias após a completa emergência, efetuou-se o desbaste, mantendo-se apenas uma planta

por vaso; os vasos foram mantidos em ambiente protegido e irrigados conforme a necessidade, seguindo a metodologia da capacidade de vaso (CASAROLI e JONG VAN LIER, 2008).

Os herbicidas foram aplicados 20 dias após a emergência, período em que as plantas de feijão-caupi apresentavam de dois a três trifolíolos separados e completamente expandidos.

Para aplicação dos herbicidas, utilizou-se um pulverizador costal, pressurizado com CO₂, operando à pressão constante de 200 kPa, equipado com barra com dois bicos com pontas do tipo jato leque XR 110.02, espaçados 0,5 m. Os vasos foram dispostos em fila do lado externo do ambiente de desenvolvimento e pulverizados a uma altura de 0,5 m das plantas, com volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹.

As condições climáticas, às 16 horas, no momento e no local das aplicações, foram temperatura média de 22°C, umidade relativa do ar média de 90% e velocidade do vento média de 6,2 km h⁻¹.

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições. Cada experimento foi constituído por uma cultivar de feijão-caupi (BRS Tumucumaque, BRS Novaera e BRS Rouxinol), conforme caracterizadas na Tabela 2, as quais foram submetidas aos tratamentos com a aplicação de cinco moléculas de herbicidas (bentazon, fluzafop-p-butil, fomesafen, imazamox e sethoxydim), além de uma testemunha sem aplicação em cada experimento.

Os herbicidas testados foram adotados com base no registro para a cultura do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), aplicando-se as doses médias recomendadas, conforme especificadas na Tabela 3.

Tabela 2 – Principais características das cultivares BRS Tumucumaque, BRS Novaera e BRS Rouxinol (EMBRAPA, 2009; 2014; ALCÂNTARA e outros, 2002).

Característica	BRSTumucumaque	BRS Novaera	BRS Rouxinol
Hábito decrescimento	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
Porte	Semiereto	Semiereto	Semiereto
Floração média (dias)	37	41	45-55
Ciclo (dias)	65-70	65-70	65-75
Classe comercial	Branco	Branco	Sempre-verde

29

Tabela 3 – Classificação, produto comercial e dosagem dos herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura do feijão-caupi (CARVALHO, 2013).

Classificação		Produto comercial (p.c.)	Doses	
Grupo químico – HRAC	Nome comum(i.a.)		g ha ⁻¹ (i.a.)	L ha ⁻¹ (p.c.)
Benzotiadiazinonas – C3	bentazon	Basagran 600	840,0	1,40
Ariloxifenoxipropianatos – A	fluazyfop-p-butil	Fusilade 250 EW	187,5	0,75
Difeniléters – E	fomesafen	Flex	237,5	0,95
Imidazolinonas – B	imazamox	Sweeper	35,0	0,07
Ciclohexanodionas – A	sethoxydim	Poast	276,0	1,50

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Fitotoxicidade

As avaliações dos efeitos causados pelos herbicidas foram realizadas por meio da escala visual de injúria das plantas aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) de acordo com o percentual de danos verificados nas cultivares, sendo que a ausência de sintomas ou nenhuma alteração morfológica da planta = 0% e morte e/ou severidade total à planta = 100%, conforme a metodologia proposta pela Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995).

Com vistas à manutenção da imparcialidade das medidas e evitar o risco de tendência, as avaliações foram realizadas por três pessoas treinadas, adquirindo a média percentual de percepção visual dos três para cada dia avaliado.

3.4.2 Características fisiológicas

O índice SPAD, que mensura intensidade da coloração verde da folha, foi avaliado a partir do clorofilômetro portátil SPAD-502 (SoilPlantAnalysisDevelopment – Minolta, Japão) por meio de leituras instantâneas aos 40 DAA. Os resultados foram obtidos com base na média de três leituras realizadas em folhas totalmente expandidas do terço superior da planta.

A taxa fotossintética ($A - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática ($g_s - \text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 ($C_i - \mu\text{mol mol}^{-1}$) foram realizadas utilizando-se o sistema portátil de análise de trocas gasosas por infravermelho (IRGA), modelo LCpro, ADC BioScientificLtd. UK, projetando sobre a superfície da folha a irradiância de $1.200 \mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (LIMA e outros, 2011).

As leituras foram realizadas na segunda folha trifoliolada completamente expandida a partir do ápice da planta 15 dias após a aplicação dos herbicidas, entre 8:00 e 11:00 horas. A partir dos dados de fotossíntese e transpiração, determinou-se a eficiência do uso da água (A/E).

3.4.3 Características morfológicas

Aos 40 DAA, foram avaliadas a altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas fotossinteticamente ativas, área foliar total e massa seca da parte aérea. A altura das plantas foi obtida medindo-se desde a superfície do solo até o ápice, com auxílio de régua graduada. O diâmetro do caule foi mensurado com paquímetro digital a 2 cm da superfície do solo.

A área foliar das plantas foi determinada por meio do medidor “Area Meter” LI-COR, modelo LI-3100, sendo os resultados expressos em cm².

Para obtenção da massa seca, a parte aérea das plantas foi colhida e, em seguida, acondicionada em sacos de papel, colocados em estufa com circulação forçada de ar para secagem (65 ± 3 °C) até atingir massa constante; posteriormente, foi pesada em balança de precisão de 0,01 g.

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos em cada ensaio foram submetidos ao teste de homogeneidade das variâncias e normalidade dos dados. Posteriormente, os efeitos dos herbicidas para cada variável, quando significativos, foram comparados pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. As análises de variâncias individuais e os testes de média foram realizados utilizando-se o pacote estatístico (SAEG 9.1).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I: cultivar BRS Tumucumaque

Os resumos das análises de variâncias, para as características fitotoxidade, do experimento com a cultivar BRS Tumucumaque, submetida a diferentes herbicidas pós-emergentes estão representados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação da característica fitotoxidade aos 7, 14 e 21 DAA dos herbicidas no feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		7 DAA	14 DAA	21 DAA
TRATAMENTOS	5	8,13 [*]	23,83 [*]	7,73 ^{NS}
BLOCOS	3	2,51 ^{NS}	1,87 ^{NS}	3,01 ^{NS}
RESÍDUO	15	1,89	2,98	4,31
CV(%)		54,58	51,44	122,90

* Significativo pelo teste “F” a 5 % de probabilidade, ^{NS} não significativo.

Ao analisar as médias das notas de fitotoxidade (SBCPD, 1995) dos períodos de avaliação (Tabela 5), verifica-se que, aos 7 DAA, a cultivar BRS Tumucumaque mostrou-se mais sensível aos herbicidas fomesafen e sethoxydim, com percentual fitotóxico de 3,58 % e 3,42 %, respectivamente, comparado à testemunha. Os demais herbicidas mantiveram índices de toxicidade similares ao verificado na testemunha, sem aplicação de herbicida.

Aos 14 DAA, as maiores médias das notas de fitotoxidade dos tratamentos foram as plantas que receberam a aplicação de sethoxydim (6,44 %) e bentazon (6,0 %), em relação à testemunha (Tabela 5). Ao comparar os herbicidas entre si, verificou-se diferença apenas entre sethoxydim e fomesafen, sendo a toxicidade no primeiro 176 % superior à

verificada no segundo. Para a avaliação aos 21 DAA, não foram verificadas diferenças para a característica fitotoxicidade entre os herbicidas.

Tabela 5 – Fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 DAA dos herbicidas no feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

TRATAMENTOS	FITOTOXIDADE (%)		
	7 DAA	14 DAA	21 DAA
testemunha	0B	0C	0A
bentazon	2,22AB	6,00AB	3,38A
fluazifop	2,58AB	2,50ABC	2,00A
fomesafen	4,22A	2,33BC	0,92A
imazamox	2,67AB	2,88ABC	0,67A
sethoxydim	3,42A	6,44A	3,17A

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$).

A toxicidade provocada pelo fomesafen também foi verificada por Fontes e Oliveira (2013). Os autores relatam que esse herbicida provocou danos de forma moderada às plantas de feijão-caupi, lesões necróticas foram observadas em praticamente toda a parte aérea da planta. Os mesmos atribuem esse efeito à ação de contato do herbicida, pois, por meio da peroxidação de lipídios das membranas celulares, é promovido esse tipo de lesão, que pode levar à morte, no entanto a população de plantas não foi afetada.

O efeito fitotóxico observado para o herbicida sethoxydim neste estudo está de acordo com Soltani e outros (2006). Estes observaram valores de fitotoxicidade para sethoxydim em *Vigna angularis* entre 0 e 4 %, valor semelhante foi observado aos 7 DAA.

Os altos valores de coeficiente de variação, encontradas para algumas das variáveis, são justificáveis para experimentos dessa natureza (FONTES e outros, 2013; BRAGA e outros, 2014).

Dentre as características relacionadas ao crescimento na cultivar BRS Tumucumaque, verificou-se diferença significativa para a altura das plantas e área foliar total (Tabela 6) em função da aplicação dos herbicidas.

Tabela 6 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação para altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas (NºFOL), área foliar total (AFT) e massa seca da parte aérea (MSPA) do feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		ALT (cm)	DIAM (mm)	Nº FOL	AFT (cm ²)	MSPA (g)
TRAT	5	312,77*	0,31 ^{NS}	12,67 ^{NS}	129781,50*	24,29 ^{NS}
BLOC	3	272,09*	0,41 ^{NS}	67,17*	161144,00*	25,06 ^{NS}
RES	15	81,66	0,47	17,27	31652,57	12,08
CV (%)		14,83	8,43	10,03	12,39	18,864

* Significativo a 5%, ^{NS} não significativo.

A avaliação morfológica ocorreu aos 60 DAE, quando as plantas estavam no final do estágio fenológico R2, logo o fato de não terem sido observadas diferenças entre diâmetro do caule, número de folha e massa seca de parte aérea significa que a interferência ou fitotoxicidade pelos herbicidas aplicados não interfere no processo de crescimento da cultura.

A aplicação dos herbicidas na cultivar BRS Tumucumaque não influenciou no diâmetro do caule, número de folha e massa seca de parte aérea (Tabela 7). Para a altura de plantas não foi verificada a influência dos tratamentos, isso ocorre, possivelmente, pelo alto rigor do comparativo entre médias que o teste Tukey possui. (Tabela 6 e 7).

Para a área foliar, não foram verificadas diferenças entre herbicidas e testemunha, no entanto, ao comparar as médias, somente os herbicidas entre si, verificou-se que as plantas, quando submetidas à aplicação de fomesafen, obtiveram menor área foliar em relação às plantas que receberam a aplicação de fluazifop e sethoxydim (Tabela 7). De acordo com Linhares e outros (2014), após o período de efeito do fomesafen, tem-se a retomada do aumento da área foliar, porém com atraso em relação aos demais tratamentos.

Tabela 7-Altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas (Nº FOL), área foliar total (AFT) e massa seca da parte aérea (MSPA) do feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

TRATAMENTOS	ALT (cm)	DIÂM (mm)	Nº FOL	AFT (cm ²)	MSPA (g)
testemunha	66,63 A	7,94 A	39,25 A	1487,78 AB	22,25 A
bentazon	59,08 A	8,23 A	39,50 A	1301,98 AB	19,91 A
fluazifop	53,38 A	7,81 A	42,00 A	1575,75 A	18,64 A
fomesafen	54,81 A	8,05 A	42,00 A	1137,98 B	18,06 A
imazamox	55,55 A	8,37 A	44,00 A	1509,27 AB	16,10 A
sethoxydim	76,15 A	8,56 A	41,75 A	1602,94 A	15,60 A

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Para as características fisiológicas (índice SPAD, fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂ e a eficiência do uso da água) das plantas de feijão-caupi, constatou-se que as variâncias da concentração interna de dióxido de carbono foram afetadas pela aplicação dos herbicidas (Tabela 8).

No entanto, as plantas de feijão-caupi mostraram-se insensíveis à aplicação dos tratamentos nas seguintes variáveis: fotossíntese, transpiração, condutância estomática e eficiência de uso da água (Tabela 8).

Tabela 8 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação para o índice SPAD, fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs) e concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA) do feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque aos 14 DAA dos herbicidas. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		SPAD	A ¹	E ²	GS ³	Ci ⁴	EUA ⁵
TRAT	5	6,94 ^{NS}	7,21 ^{NS}	0,09 ^{NS}	0,01 ^{NS}	972,84*	0,56 ^{NS}
BLOC	3	13,67 ^{NS}	13,81*	0,72*	0,04 ^{NS}	1804,15*	4,14*
RES	15	12,92	3,37	0,06	0,01	238,75	0,45
CV (%)		6,54	8,69	8,19	23,45	6,68	9,72

* Significativo a 5%, ^{NS} não significativo.

¹ μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, ² mmol H₂O m⁻² s⁻¹, ³ mol H₂O m⁻² s⁻¹, ⁴ μmol CO₂ mol⁻¹, ⁵ μmol de CO₂ mmol⁻¹ de H₂O.

Verifica-se na Tabela 9 que a condutância estomática, fotossíntese líquida e transpiração não foram alteradas, bem como os fatores dependentes. Como a eficiência do uso da água é fator dependente da relação entre transpiração e fotossíntese, também não houve variação em função da aplicação dos herbicidas.

Para a concentração interna de dióxido de carbono, não foi observada diferença entre os herbicidas aplicados e a testemunha. No entanto, entre herbicidas, verificou-se que a concentração de CO₂ foi maior em plantas que receberam a aplicação de sethoxydim em relação às que receberam a aplicação de imazamox (Tabela 9).

O consumo de CO₂ está relacionado à maior taxa fotossintética; por consequência, a concentração interna de CO₂ será menor, o que supõe um fechamento dos estômatos. As diferenças da concentração do CO₂ no interior e exterior das folhas relacionam-se com o consumo desse gás; então, quanto maiores essas diferenças, maior será o influxo de CO₂ para o interior da folha após a abertura dos estômatos, em função do gradiente de concentração (Silveira e outros, 2013).

Tabela 9 – Índice SPAD, fotossíntese líquida (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) condutância estomática (GS - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência do uso da água (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) do feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque aos 14 DAA dos herbicidas. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

TRATAMENTOS	SPAD	A	E	GS	Ci	EUA
testemunha	55,38A	21,93A	3,05A	0,54A	244,50AB	7,22A
bentazon	54,53A	19,74A	3,14A	0,56A	236,00AB	6,31A
fluazifop	53,55A	22,13A	3,08A	0,52A	221,00AB	7,32A
fomesafen	57,38A	22,12A	3,30A	0,53A	222,75AB	6,85A
imazamox	54,50A	21,69A	3,08A	0,44A	211,00B	7,17A
sethoxydim	54,43A	19,10A	2,83A	0,42A	252,00A	6,77A

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$). ¹ $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ² $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ³ $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ⁴ $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$, ⁵ $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ de H}_2\text{O}$.

Ao observar a Ci (Tabela 9), verifica-se que as plantas tratadas com o sethoxydim, em relação às tratadas com o imazamox, apresentaram maior acúmulo de CO_2 no interior das folhas. Isso revela que determinados herbicidas podem modificar o metabolismo de assimilação de carbono, reduzindo a fotossíntese líquida e a condutância estomática, o que faz diminuir a taxa de abertura e fechamento dos estômatos, aumentando o CO_2 interno, o que não ocorreu com o imazamox. Essa resposta fisiológica pode ocorrer estrategicamente visando à prevenção de maiores danos ou até a morte da planta (Silveira e outros, 2013).

4.2 Experimento II: cultivar BRS Novaera

Os resumos dos quadros de análises de variâncias para a característica toxicidade média dos herbicidas na cultivar BRS Novaera estão apresentados na Tabela 10.

Pode-se observar que houve diferença significativa entre herbicidas nos três períodos de observação (7, 14 e 21 DAA).

Tabela 10 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação da característica fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 DAA dos herbicidas no feijão-caupi cv. BRS Novaera. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		7 DAA	14 DAA	21 DAA
TRAT	5	82,75 [*]	162,12 [*]	112,11 [*]
BLOC	3	12,05 ^{NS}	34,02 ^{NS}	19,78 ^{NS}
RES	15	8,18	17,50	8,58
CV(%)		52,65	54,34	47,56

* Significativo a 5 %, ^{NS} não significativo.

Na avaliação aos 7 DAA, as plantas da cultivar BRS Novaera que foram submetidas à aplicação com os herbicidas sethoxydim, fomesafen e o fluazifop-p-butílica apresentaram os maiores sintomas de fitotoxicidade (manchas amareladas) em relação à testemunha. Os índices de fitotoxicidade apresentados foram de 12,08 %, 7,33 % e 6,58 %, respectivamente (Tabela 11).

Quando os herbicidas foram comparados entre si, o sethoxydim e o fomesafen provocaram sintomas de fitotoxicidade superiores ao bentazon. Corroborando com os resultados obtidos neste estudo, Silva e outros (2014), ao avaliarem a eficiência de herbicidas no feijão caupi, com a aplicação do fluazifop-p-butílica (0,12 kg ha⁻¹), observaram que não houve sintomas de intoxicação ou alterações morfológicas das plantas.

Aos 14 DAA, o sethoxydim e o fomesafen promoveram sintomas de 18,50 % e 10,66 %, respectivamente, em relação ao tratamento sem

herbicida. Entre os herbicidas, essas duas moléculas apresentaram sintomas de fitotoxicidade superiores ao bentazon aos 7 DAA. Na avaliação referente aos 14 DAA, o sethoxydim demonstrou maior toxicidade que bentazon, fluazifop e imazamox.

Todas as plantas que receberam aplicação do herbicida sethoxydim apresentaram sintomas superiores àquelas que foram tratadas com outros herbicidas ou a testemunha (Tabela 11).

Mesquita (2011) relata em seu estudo que a produtividade da cultura do feijão caupi não foi alterada quando submetida à aplicação dos herbicidas/misturas: bentazon + fluazifop-p-butil, imazamox +fluazifop-p-butil, imazamox +bentazon + fluazifop-p-butil, imazetapyr +fluazifop-p-butil comparando-os à testemunha, em comum com o deste trabalho.

Tabela 11 – Fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 DAA dos herbicidas no feijão-caupi cv. BRS Novaera. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

TRATAMENTOS	FITOTOXIDADE (%)		
	7 DAA	14 DAA	21 DAA
testemunha	0C	0C	0B
bentazon	0,50BC	3,75BC	6,00B
fluazifop-p-butil	6,58AB	6,44BC	4,66B
fomesafen	7,33A	10,66AB	4,42B
imazamox	6,08ABC	6,83BC	5,89B
sethoxydim	12,08A	18,50A	16,00A

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Silva e outros (2000) citado por Fontes e outros(2010), ao trabalharem com aplicação do herbicida sethoxydim no feijão-caupi, variedade USA, observaram que as plantas da cultura estudada não sofreram injúria.

De acordo com a Tabela 12, não foi verificada diferença significativa dos herbicidas para as variáveis: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e massa seca da parte aérea.

Tabela12 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação para altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas (NºFOL), área foliar total (AFT) e massa seca da parte aérea (MSPA) do feijão-caupi cultivar BRS Novaera. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		ALT (cm)	DIAM (mm)	Nº FOL	AFT (cm ²)	MSPA (g)
TRAT	5	4,87 ^{NS}	0,70 ^{NS}	94,04 ^{NS}	127074,40 ^{NS}	28,06 ^{NS}
BLOC	3	30,85 ^{NS}	0,40 ^{NS}	151,26*	232556,70*	139,23*
RESÍD	15	32,30	0,67	44,06	67815,89	9,86
CV (%)		14,28	10,38	14,74	21,44	23,64

* Significativo a 5%, ^{NS} não significativo.

Para a avaliação morfológica realizada aos 60 DAE, no estágio fenológico R2, não foram observadas diferenças entre as médias pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade para altura de plantas, diâmetro do caule, número de folha, índice SPAD, área foliar e massa seca de parte aérea (Tabela 13).

Tabela 13 – Altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas (Nº FOL), área foliar total (AFT) e massa seca da parte aérea (MSPA) do feijão-caupi cv. BRS Novaera. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

TRATAMENTOS	ALT (cm)	DIÂM (mm)	Nº FOL	AFT (cm ²)	MSPA (g)
testemunha	39,50 A	7,75 A	38,00 A	1058,52 A	12,16 A
Bentazon	39,93 A	7,60 A	42,25 A	1038,27 A	9,26 A
fluazifop-p-butil	39,50 A	7,33 A	46,50 A	1165,25 A	14,75 A
fomesafen	41,43 A	8,54 A	52,50 A	1526,12 A	17,22 A
imazamox	40,33 A	8,10 A	46,50 A	1222,53 A	13,10 A
sethoxydim	38,08 A	7,86 A	44,50 A	1276,62 A	13,27 A

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

Para as características fisiológicas, só foi verificado efeito dos herbicidas para a característica eficiência do uso da água (Tabela 14).

Tabela 14 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação para o índice SPAD, fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs) e concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA) do feijão-caupi cv. BRS Novaera aos 14 DAA dos herbicidas. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		SPAD	A ¹	E ²	GS ³	Ci ⁴	EUA ⁵
TRAT	5	36,78 ^{NS}	5,01 ^{NS}	0,08 ^{NS}	0,00 ^{NS}	123,14 ^{NS}	1,31 [*]
BLOC	3	39,61 ^{NS}	11,32 ^{NS}	0,98 [*]	0,18 [*]	868,38 [*]	2,56 [*]
RES	15	24,51	5,90	0,06	0,00	219,74	0,41
CV (%)		9,23	14,26	7,94	10,43	5,94	11,31

* Significativo a 5%, ^{NS} não significativo.

¹ μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, ² mmol H₂O m⁻² s⁻¹, ³ mol H₂O m⁻² s⁻¹, ⁴ μmol CO₂ mol⁻¹, ⁵ μmol de CO₂ mmol⁻¹ de H₂O.

Não foram verificadas diferenças entre os tratamentos para fotossíntese, transpiração, condutância estomática e concentração interna de dióxido de carbono. A eficiência de uso da água foi maior no tratamento que recebeu a aplicação de fomesafen em relação à aplicação de bentazon, os demais tratamentos se mantiveram iguais entre si (Tabela 15).

Via de regra, o uso eficiente da água (EUA) está diretamente relacionado com a taxa de abertura e fechamento dos estômatos, pois, enquanto há o influxo de CO₂ para o interior da folha, requerido na fotossíntese, tem-se a perda da água por transpiração, com magnitude variável, dependendo do gradiente de potencial entre a superfície foliar e a atmosfera (Concenço e outros, 2014), como pode ser observado para o efeito do herbicida bentazon em relação ao fomesafen (Tabela 15).

Tabela 15 – Índice SPAD, fotossíntese líquida (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) condutância estomática (GS - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência do uso da água (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) do feijão-caupi cv. BRS Novaeraaos 14 DAAdos herbicidas. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

TRATAMENTOS	SPAD	A ¹	E ²	GS ³	Ci ⁴	EUA ⁵
testemunha	53,78A	16,77A	3,20A	0,49A	250,50A	5,26AB
bentazon	52,25A	18,58A	3,16A	0,45A	254,00A	5,05B
fluazifop-p-butil	57,20A	19,75A	2,83A	0,46A	243,75A	6,04AB
fomesafen	55,30A	18,58A	2,90A	0,54A	242,25A	6,63A
imazamox	54,83A	17,50A	3,06A	0,51A	251,75A	5,52AB
sethoxydim	48,43A	22,13A	3,05A	0,50A	256,00A	5,60AB

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey ($P>0,05$). ¹ $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ² $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ³ $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ⁴ $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$, ⁵ $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ de H}_2\text{O}$

4.3 Experimento III: cultivar BRS Rouxinol

Os resumos dos quadros de análises de variâncias para a característica toxicidade média dos herbicidas na cultivar BRS Rouxinol estão apresentados na Tabela 16. Verifica-se a influência significativa dos herbicidas sob a cultivar aos 7, 14 e 21 DAA.

Tabela 16 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação da característica fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 DAA dos herbicidas no feijão-caupi cv. BRS Rouxinol. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		7 DAA	14 DAA	21 DAA
TRAT	5	78,09 [*]	206,01 [*]	57,30 [*]
BLOC	3	3,67 ^{NS}	3,20 ^{NS}	13,17 ^{NS}
RES	15	7,68	36,79	14,42
CV(%)		60,36	75,82	71,01

^{*} Significativo a 5%, ^{NS} não significativo.

Para a cultivar BRS Rouxinol aos 7 DAA dos herbicidas, o sethoxydim ocasionou fitotoxicidade de 10,17 %, superior aos demais tratamentos (Tabela 17).

Aos 14 DAA, o herbicida sethoxydim mostrou-se mais fitotóxico que os demais herbicidas, excetuando-se o fomesafen, pois não se diferiu significativamente ao compará-los entre si. Por fim, aos 21 DAA dos herbicidas, o sethoxydim apresentou maior fitotoxicidade que os demais tratamentos.

Tabela 17 – Fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 DAA dos herbicidas no feijão-caupi cv. BRS Rouxinol. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

TRATAMENTOS	FITOTOXIDADE (%)		
	7 DAA	14 DAA	21 DAA
testemunha	0B	0B	0B
bentazon	4,77B	5,67B	5,00AB
fluazifop-p-butil	3,25B	5,58B	2,92AB
fomesafen	3,75B	12,08AB	7,58AB
imazamox	2,77B	4,33B	5,58AB
sethoxydim	10,17A	20,33A	11,00A

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey ($P>0,05$).

Este estudo corrobora com o de Olofyntonye e Adesiyun (1989), pois, de forma semelhante, constataram que as plantas de feijão caupi não sofreram fitotoxicidade quando submetidos às doses de 0,3 – 1,5 kg i.a. ha⁻¹ de sethoxydim, mostrando-se eficaz no controle das plantas daninhas.

Silva e outros (2014), ao aplicar o herbicida imazamox, em pós-emergência, nas doses 21, 42 e 63 g ha⁻¹, associado ao glyphosate e/ou paraquat como dessecante antes da semeadura, constataram que, mesmo sendo usado em conjunto com o dessecante, não se observaram sintomas visuais de fitotoxicidade às folhas das plantas de feijão-de-corda, característicos desses herbicidas.

Os resumos das análises de variâncias das características altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e massa seca da parte aérea para a cultivar BRS Rouxinol estão representados na Tabela 18.

Tabela 18 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação para altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas (Nº FOL), área foliar total (AFT) e massa seca da parte aérea (MSPA) do feijão-caupi cultivar BRS Rouxinol. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		ALT (cm)	DIAM (mm)	Nº FOL	AFT (cm ²)	MSPA (g)
TRAT	5	15,78 ^{NS}	0,69 ^{NS}	95,77 ^{NS}	44647,41 ^{NS}	11,85 ^{NS}
BLOC	3	13,61 ^{NS}	1,53 ^{NS}	66,50 ^{NS}	8634,46 ^{NS}	19,43 ^{NS}
RES	15	6,06	1,19	39,57	66488,55	22,18
CV (%)		5,97	13,60	14,77	20,42	38,13

* Significativo a 5%, ^{NS} não significativo.

As médias da altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e massa seca da parte aérea da cv. BRS Rouxinol estão apresentadas na Tabela 19. Foi verificado que, quando as plantas foram submetidas à aplicação do herbicida imazamox, ocorreu menor dano em relação às tratadas com o fomesafen. O índice encontrado nos dois tratamentos equivale estatisticamente ao tratamento controle, sem aplicação de herbicidas.

Tabela 19 – Altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas (Nº FOL), área foliar total (AFT) e massa seca da parte aérea (MSPA) do feijão-caupi cv. BRS Rouxinol. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

TRATAMENTOS	ALT (cm)	DIÂM (mm)	Nº FOL	AFT (cm ²)	MSPA (g)
testemunha	42,18 A	8,02 A	37,50 A	1395,95 A	11,45 A
bentazon	38,60 A	8,66 A	44,50 A	1243,14 A	13,03 A
fluazifop-p-butil	43,35 A	7,84 A	43,75 A	1202,72 A	11,58 A
fomesafen	42,65 A	8,26 A	35,75 A	1142,04 A	9,81 A
imazamox	41,80 A	7,88 A	45,75 A	1204,72 A	13,77 A
sethoxydim	38,98 A	7,43 A	48,25 A	1389,80 A	14,47 A

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

Na Tabela 20, estão apresentados os resumos das análises de variâncias. Essas características não apresentaram diferenças significativas; comprova-se, então, que os tratamentos aplicados não influenciaram nas variâncias dos dados.

Tabela 20 – Resumos das análises de variâncias e coeficientes de variação para o índice SPAD, fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs) e concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA) do feijão-caupi cv. BRS Rouxinol aos 14 DAA dos herbicidas. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		SPAD	A ¹	E ²	GS ³	Ci ⁴	EUA ⁵
TRAT	5	65,85*	14,62 ^{NS}	0,15 ^{NS}	0,03 ^{NS}	627,57 ^{NS}	0,85 ^{NS}
BLOC	3	20,85 ^{NS}	13,52 ^{NS}	0,40 ^{NS}	0,08*	828,28 ^{NS}	2,70 ^{NS}
RES	15	18,06	12,65	0,15	0,02	287,28	1,13
CV (%)		8,12	21,79	12,80	20,74	6,64	19,48

* Significativo a 5%, ^{NS} não significativo.

¹ μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, ² mmol H₂O m⁻² s⁻¹, ³ mol H₂O m⁻² s⁻¹, ⁴ μmol CO₂ mol⁻¹, ⁵ μmol de CO₂ mmol⁻¹ de H₂O.

Ao analisar os resultados do teste F para a cv. BRS Rouxinol, não se observou efeito significativo para as características investigadas, com exceção do efeito significativo para o parâmetro SPAD.

Para características pertinentes às trocas gasosas analisadas (Tabela 21), foi observado em cada parâmetro que a utilização dos tratamentos pode ser um indicativo de alguma tolerância aos herbicidas aplicados nas doses utilizadas.

As mudanças na resistência estomática são importantes para a regulação para o controle da taxa absorção de dióxido de carbono e da perda de água pela planta (TAIZ e ZEIGER, 2009). Ao comparar com a testemunha, espera-se que, se a condutância estomática não for afetada, as demais características fotossintéticas também não sejam influenciadas.

Tabela 21 – Índice SPAD, fotossíntese líquida (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) condutância estomática (GS - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência do uso da água (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) do feijão-caupi cv. BRS Rouxinol aos 14 DAA dos herbicidas. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016.

TRATAMENTOS	SPAD	A ¹	E ²	GS ³	Ci ⁴	EUA ⁵
testemunha	51,55 AB	14,82 A	2,87 A	0,73A	273,25A	5,19 A
bentazon	54,38 AB	19,07 A	3,12 A	0,69A	248,50A	6,13 A
fluazifop-p-butyl	55,60 AB	15,39 A	2,96 A	0,41A	252,75A	5,21 A
fomesafen	46,25 B	14,93 A	3,03 A	0,51A	268,00A	4,87 A
imazamox	56,98 A	18,46 A	3,28 A	0,48A	240,75A	5,76 A
sethoxydim	49,45 AB	15,27 A	2,73 A	0,39A	249,25A	5,66 A

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey ($P>0,05$).¹ $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ² $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ³ $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ Dados transformados \sqrt{x} , ⁴ $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$, ⁵ $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ de H}_2\text{O}$.

5. CONCLUSÕES

Os herbicidas, nas doses utilizadas, podem ser uma alternativa importante para o controle de plantas daninhas presentes em áreas cultivadas com feijão-caupi.

As cultivares BRS Tumucumaque, BRS Novaera e BRS Rouxinol mostraram-se tolerantes aos herbicidas avaliados, e os sintomas fitotóxicos não alteraram o seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, J. P.; ROCHA, E. M. M.; MARQUES, H. S.; N. NETO, J. G.; VASCONCELOS, O. L.; DOURADO, V. V.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; SILVA, E. P.; LIMA, J. G.; ALVES, J. R.; LOPES, P. V. L.; AMORIM, R., SILVA, W. P. **BRS Rouxinol**: nova cultivar de feijão-caupi. Itaberaba: EBDA; Teresina: Embrapa Meio-Norte; Brasília: Embrapa Transferência de Tecnologia, 2002.

BA, F.; PASQUET, R. S.; GEPTS, P. Genetic diversity in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] as revealed by RAPD markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 51, n. 5, p. 539-550, 2004.

BANDEIRA, A. S. **Interferência de plantas daninhas na produtividade e na qualidade de sementes de feijão-caupi**. 2015. 108 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – *Campus* Vitória da Conquista – BA.

BIFFE, D. F.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, 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.

BLACKSHAW, R. E.; BRANDT, R. N.; JANZEN, H. H.; ENTZ, T.; GRANT, C. A.; DERKSEN, D. A. Differential response of weed species to added nitrogen. **Weed Science**, v.51, n. 4, p.532-539, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normais Climatológicas. 1961-1990. Brasília: MA/SNI/INMET, 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 25 de julho de 2014.

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, n. 2, p. 315- 324, 2006.

CARVALHO, F. T.; VELINI, E. D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja. **Planta Daninha**, v.19, n. 3, p.317-322, 2001.

CARVALHO, L. B. **Herbicidas**. 1. ed. Lages, SC: Ed. do autor, 2013. 62p.

CASAROLI, D; JONG VAN LIER, Q. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 58-66, 2008.

CHAGAS, J. M.; BRAGA, J. M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L. T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B.; LANA, R. M. Q.; RIBEIRO, A. C.; **Feijão**. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ VIEGAS, V. H. (Ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2015/2016**. Décimo Levantamento. v.3, n.10. 2016.

CONCENÇO, G.; FERREIRA, E. A.; MARQUES, R. F.; NUNES, T. C.; SANTOS, S. A.; PALHARINI, W. G.; MARSCHALL, I. R.; ALVES, M. E.S.; MENDONÇA, C. G. Características fisiológicas de *Crambe abyssinica* sob aplicação de herbicidas. **Revista de Ciências Agrárias**, 37(3), 361-369, 2014.

CORTEZ, G. L. S.; SOUZA N. C. D. S.; SCHIMDT, K. F.; ANTONIEL, L. S.; COUTO, E. A. A.; BERGAMASCO, B. F.; BITENCOURT, R.; SUZUKI, I. J.; PAZ, P. M.; P. A. SILVA; SOARES, A.; TEIXEIRA, A. F.; LIMA, R. B.; MARCHIOSI, R.; SANTOS W. D. Mecanismos de ação dos herbicidas inibidores de enzimas. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 4, nº. especial, p.151-166, 2015.

DUTRA, A. S.; TEÓFILO, E. M. Envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de sementes de feijão caupi. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 193-197, 2007.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. BRS Guariba – Nova Cultivar de Feijão-Caupi para o Estado do Amazonas. **Comunicado Técnico**, Manaus, AM. Dezembro de 2009.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. BRS Marataoã – Cultivar de Feijão-Caupi com Grão Sempre Verde para o Amazonas. **Comunicado Técnico**, Manaus, AM. 2014.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Cultivares de feijão-caupi BRS Novaera: porte semiereto. **Comunicado Técnico**, Belém, PA. 2008.

FAO -Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. **CropsCowpeasdry**. 2010. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2016.

FONTES, J. R. A.; GONÇALVES, J. R. P.; MORAIS R. R. Tolerância do feijão-caupi ao herbicida oxadiazon. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 1, p. 110-115, 2010.

FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, I. J. Seletividade e eficácia de herbicidas para cultura do feijão-caupi. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 1, p. 47-55, 2013.

FREIRE FILHO, F. R. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011, 84p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. **Melhoramento Genético**. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: EMBRAPA, cap. 13, p. 487-497. 2005.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; RIBEIRO, V. Q.; NOGUEIRA, M. S. R. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético e perspectivas**. In: VIDAL NETO, F. C.; CAVALCANTE, J. J. V. **Melhoramento genético de plantas no Nordeste**. 1. ed. Brasília: Embrapa, v. 4, p. 85-149, 2013.

FREITAS, A. C. R. **Importância socioeconômica**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária–EMBRAPA. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/fejao-caupi/arvore/CONTAG01_14_510200683536.html> Acesso: 01 janeiro 2016.

FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, V. F. L. P.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, M. G. O.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; NUNES, G. H. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 241-247, 2009.

HOCHBERG, O.; SIBONY, M.; RUBIN, B. The response of ACCase-resistant *Phalarisparadoxa* populations involves two different target site mutations. **WeedResearch**, v. 49, n. 1. P. 37-46, 2009.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Estação Meteorológica (ESMET)**. Vitória da Conquista - BA, 2015.

KARAM, D.; CRUZ, M. B. Sem concorrentes - manter o terreno limpo, sem invasoras é o primeiro passo para garantir o desenvolvimento. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 6, n. 63, p. 1-10, 2004.

KOZLOWSKI, L. A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; PURISSIMO, C.; DAROS, E.; KOEHLER, H. S. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.

LAMEGO, F. P.; BASSO, C. J.; VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M.; SANTI, A. L.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T. E.; GALLON, M. Seletividade dos herbicidas S-metolachlor e alachlor para o feijão-carioca. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 877-883, 2011.

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

LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T. Resposta do feijão-caupi a salinidade da água de irrigação. **Revista Verde**, v. 2, n. 2, p. 79-86, 2007.

LIMA, M. A.; CASTRO, V. F.; VIDAL, J. B.; ENÉAS-FILHO, J. Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. **Revista Ciência agrônômica**, v. 42, n. 2, p. 398-403, 2011.

LINHARES, C. M. S.; FREITAS, F. C. L.; SILVA, K. S.; LIMA, M. F. P.; DOMBROSKI, J. L. D. Crescimento do feijão-caupi sob efeito dos herbicidas fomesafen e bentazon+imazamox. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 41-49, 2014.

LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; PENCKOWSKI, L. H.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistência de populações de capim-colchão (*Digitaria ciliaris*) aos herbicidas inibidores da Acetil Co-A Carboxilase. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 543-549, 2005.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 640 p.

MACHADO, A. F. L.; CAMARGO, A. P. M.; FERREIRA, L. R.; SEDIYAMA, T.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G. Misturas de herbicidas no manejo de plantas daninhas na cultura do feijão. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 107-114, 2006.

- MATOS, V. P.; SILVA, R. F.; VIEIRA, C.; SILVA, J. F. Período crítico de competição entre plantas daninhas e a cultura do caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 5, p. 737-743, 1991.
- MELO, H. B.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; MIRANDA, G. V.; ROCHA, V. S.; SILVA, C. M. M. Interferência das plantas daninhas na cultura da soja cultivada em dois espaçamentos entre linhas. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 187-192, 2001.
- MESCHEDE, D. K.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; SCAPIM, C. A. Período anterior à interferência de plantas daninhas em soja: estudo de caso com baixo estande e testemunhas duplas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 239-246, 2004.
- MESQUITA, H. C. **Seletividade e eficácia de herbicidas em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*(L.) Walp.)**. 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.
- MORAES, P. V. D.; AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; RIGOLE, R. P. Competitividade relativa de soja com arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 35-40, 2009.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, 348p. 2011.
- OLIVEIRA, J. T. S. **Seleção de genótipos tradicionais e melhorados de feijão-caupi adaptados à região semi-árida piauiense**. 2008. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- OLIVEIRA, O. M. S.; SILVA, J. F.; GONÇALVES, J. R. P.; KLEHM, C. S. Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p.523-530, 2010.
- PITELLI, R. A. O termo planta-daninha. **Planta daninha**, vol.33,nº.3,2015.
- RAMOS, L. R. M.; PITELLI, R. A. Efeitos de diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre a produtividade da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 10, p. 1523-1531, 1994.
- ROCHA, M. M.; OLIVEIRA, J. T. S.; FREIRE FILHO, F. R.; CAMARA, J. A. S.; RIBEIRO, V. Q.; OLIVEIRA, J. A. Purificação Genética e Seleção de Genótipos de Feijão-caupi para a Região Semi-Árida Piauiense. Boletim de pesquisa e desenvolvimento/EMBRAPA Meio Norte, 2008. 15p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de Herbicidas**. 6. ed. Londrina: Grafmarke, 2011.

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.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. OLIVEIRA, V. A. LUMBRERAS, J. F. COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2013.

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.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Estatística dos municípios Baianos**. v. 4, 2010. 450p. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=art%20icla&id=76&Itemid=110>. Acesso em 10 de Janeiro de 2016.

SILVA K. J. D. **Estatística da produção de feijão-caupi**. Agencia Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_16_510200683536.html>. Acesso em: 28 junho de 2015

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

SILVA, A. F.; SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E. A.; GALON, L.; COELHO, A. T. C. P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A. Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja. **Planta Daninha**, v. 27, n. 01, p. 75-84, 2009.

SILVA, K. S.; FREITAS, F. C. L.; SILVEIRA L. M.; LINHARES, C. S.; CARVALHO, D. R.; LIMA, M. F. P. Eficiência de herbicidas para a cultura do feijão-caupi. **Planta daninha**, v. 32, n.1, p. 197-205, 2014.

SILVEIRA, H.M.; FERREIRA, E.A.; SILVA, D.V.; NETO, M.D.C.; CARVALHO, F.P.; SANTOS, J.B.; SILVA, A.A. Características fisiológicas de cultivares de mandioca após aplicação do mesotrione. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 403-409, 2013.

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

SOLTANI, N.; ROBINSON, D. E.; SHROPSHIRE, C.; PETER, H. S. Adzuki bean (*Vigna angularis*) responses to post-emergence herbicides. **Crop Protection**, v. 25, p. 613-617, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; RIBEIRA-OLIVEIRA, J. P.; SILVA, A. G.; PELÁ, A. Desempenho agronômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 300-307, 2010.

TIMKO, M. P.; EHLERS, J. D.; ROBERTS, P. A. Cowpea: Pulses, sugar and tubercrops. In: KOLE, C. **Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants**, v. 3, p.49-67, 2007.

TIMKO, M.P.; SINGH, B.B. Cowpea, a multifunctional legume. In: MOORE, P.H.; MING, R. **Genomics of Tropical Crop Plants**. New York: Springer, p. 227-258, 2008.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da soja**. EMBRAPA – Documentos online, 2006.

ZIMDAHL, R. L. **Fundamentals of weed science**. 3.ed. Elsevier Inc. United States of America, 2007.

