

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA

**DESEMPENHO DE CULTURAS CULTIVADAS EM
SUCESSÃO À SOJA TRATADA COM DIFERENTES
HERBICIDAS RESIDUAIS**

Autora: Jackellyne Bruna Sousa
Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira

RIO VERDE - GO
FEVEREIRO - 2016

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA

**DESEMPENHO DE CULTURAS CULTIVADAS EM SUCESSÃO À
SOJA TRATADA COM DIFERENTES HERBICIDAS RESIDUAIS**

Mestranda: Jackellyne Bruna Sousa
Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Área de concentração Produção Vegetal Sustentável do Cerrado.

RIO VERDE - GO
FEVEREIRO – 2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
Elaborada por Izaura Ferreira Neta: Bibliotecária CRB1-2771**

S725d Sousa, Jackellyne Bruna.

Desempenho de culturas cultivadas em sucessão à soja tratada com diferentes herbicidas residuais / Jackellyne Bruna Sousa. Rio Verde – 2016.

53 f. fig. tabs.

Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2016.

Bibliografia

1. *Vigna angularis*. 2. *Crambe abyssinica*. 3. Cultura sucessora. I. Herbicidas residuais. II. Soybean.

CDU: 633.3

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA**

**DESEMPENHO DE CULTURAS CULTIVADAS EM
SUCESSÃO À SOJA TRATADA COM DIFERENTES
HERBICIDAS RESIDUAIS**

Autora: Jackellyne Bruna Sousa
Orientador: Dr. Marconi Batista Teixeira

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias - Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 12 de Fevereiro de 2016.

Prof. Dr. Hugo de Almeida Dan
Avaliador externo
UniRV

Prof. Dr. Adriano Jakelaitis
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Avaliador Interno
IFGoiano-RV

A minha irmã Ísis Danielle Sousa,
A minha avó Divina da Silva Gonçalves,
Ao meu Orientador Marconi Batista Teixeira.

OFEREÇO

Aos meus pais Maria Dalva Silva e Sousa e Adair Fonseca de Sousa.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus Pai Misericordioso que eternamente é o ápice de tudo. Agradeço por ser essencial em minha caminhada, autor de meu destino, meu guia, socorro na hora da angústia, pela sua presença constante sem que eu precisasse pedir e ser o motivo das vitórias que tive.

Aos meus amáveis e sábios pais Adair Fonseca de Sousa e Maria Dalva Silva e Sousa, a quem rogo todos os dias minha existência. Foram cruciais em toda a minha jornada acadêmica, oferecendo apoio incondicional, dedicando todo o tempo que tinham para propiciar sempre o melhor, o inteligente e o sagrado. A minha formação como profissional não poderia ter sido concretizada sem a persistência de ambos que no decorrer de toda minha vida, proporcionaram-me além de humildade e amor, os conhecimentos de integridade, da perseverança e de procurar sempre em Deus a força maior para meu desenvolvimento como ser humano.

A minha melhor amiga, confidente e irmã Ísis Danielle Sousa, que foi por todos esses longos anos longe de casa a minha companheira, é a pessoa que compartilho desde os momentos de tristeza até os mais maravilhosos que me aconteceram. Sempre me trouxe paz, conforto e nos momentos de fraqueza ao lado de minha avó Divina da Silva Gonçalves me trouxeram Fé.

Ao meu orientador Marconi Batista Teixeira, que foi o principal responsável pelas minhas conquistas, conhecimento e realização desta pesquisa. É sem dúvida a pessoa que mais me motivou a crescer que me inspira e retribui gratuitamente caráter e simpatia no ambiente de trabalho.

Ao meu namorado Fernando Vesohoski, que esteve assiduamente ao meu lado, incentivando, apostando nos meus estudos me concedendo amadurecimento pessoal e profissional.

Ao meu coorientador Adriano Jakelaitis, que além de mentor foi indispensável na condução do trabalho. Não mediu esforços em executar os ensaios, participou ativamente em todas as etapas do experimento e esbanjou sabedoria nas dúvidas que surgiam.

Aos meus colegas do Laboratório de Plantas Daninhas e de Irrigação e Drenagem, que auxiliaram em toda a parte prática da pesquisa, trabalho bastante árduo e demorado. Agradeço em especial a colega Deborah Amorim Martins, que abriu mão de seus afazeres e estudos para contribuir nas avaliações e coletas do trabalho como um todo.

As minhas amigas Larissa Pacheco, Polyanna Trindade, Verônica Barbosa e Ana Carolina, que apesar de conhecê-las no mestrado, já eternizaram em meu coração como minhas irmãs. A companhia de vocês nas intensas noites de estudos foi fundamental na realização das disciplinas.

A todos vocês eu agradeço com carinho a contribuição direta e indiretamente na concretização deste trabalho tão importante em minha vida!

BIOGRAFIA DA AUTORA

Jackellyne Bruna Sousa, nascida em Arenópolis-Goiás em 15 de julho de 1991. Concluiu o ensino fundamental no Colégio Estadual Alfredo Nasser sendo último ano que morou nessa cidade e com seus pais. No ano de 2006, mudou-se com sua irmã mais nova Ísis Danielle Sousa para Iporá-Goiás, cidade em que finalizou o ensino médio.

Em 2009, foi aprovada no curso superior em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano na cidade de Rio Verde-Goiás, concluindo o mesmo em 2013. No ano seguinte ingressou pela mesma faculdade de ensino no programa de pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia, com linha de pesquisa: Tecnologias sustentáveis em sistemas de produção e uso do solo e água. Em novembro de 2015, foi aprovada na seleção de Doutorado em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP).

No ano de 2016, defendeu sua dissertação de Mestrado, parte indispensável para a obtenção do diploma de Mestre em Ciências Agrárias – Agronomia.

ÍNDICE GERAL

	Páginas
ÍNDICE DE TABELAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1. Soja Transgênica versus Soja Convencional.....	1
2. Controle de plantas daninhas e residual de herbicidas	2
3. Atividade residual em culturas sucessoras à soja.....	4
4. Culturas de safrinha.....	5
4.1 Feijão-azuki (<i>Vigna angularis</i> (Willd.)).....	6
4.2 Milheto (<i>Penisetum glaucum</i>).....	7
4.3 Crambe (<i>Crambe abyssinica</i> Hochst).....	7
4.4 Capim xaraés (<i>Urochloa brizantha</i> cv Xaraés).....	9
OBJETIVOS	11
1. Geral	11
2. Específicos.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
Atividade residual de herbicidas aplicados na soja sobre as culturas de feijão-azuki, crambe, milheto e pastagem	16
1.0 INTRODUÇÃO	18
1.1 MATERIAL E MÉTODOS	19
1.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
1.3 CONCLUSÕES	32
1.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS	38

ÍNDICE DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Rendimento de grãos e massa de cem grãos de soja em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência cultivada antecedendo os cultivos de feijão-azuki, crambe, milho e pastagem de <i>Urochloa brizantha</i> cv Xaraés	25
Tabela 2. Densidade e massa seca da comunidade de plantas daninhas avaliadas aos trinta dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas aplicados em pós-emergência na soja e aos 20 dias após a emergência (DAE) dos cultivos de milho, feijão-azuki, crambe e pastagem de <i>Urochloa brizantha</i> cv Xaraés cultivada em sucessão a soja.	26
Tabela 3. Número de plantas por metro linear (NP), número de vagens por planta (VP), número de grãos por vagem (GV), massa de cem sementes (MCS) e rendimento de grãos (RG) de feijão-azuki e número de plantas por metro linear (NP1), número de sementes por planta (SP), massa de mil sementes (MMS) e rendimento de grãos (RG1) de crambe cultivados em sucessão a soja em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência na soja.....	28
Tabela 4. Massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), número de panículas (NP), massa de panículas (MP), comprimento de panículas (CP), massa de mil sementes (MMS) e rendimento de grãos (RG) do milho cultivado em sucessão a soja em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência na soja.....	30
Tabela 5. Altura de plantas (AP), relação folha colmo (RFC) e massa seca total, de folhas, de colmos e de material morto da forrageira <i>Urochloa brizantha</i> cv Xaraés avaliadas no 1º e 2º corte após o cultivo da soja em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência na soja.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1 - Precipitação pluvial e temperatura média no período de novembro de 2014 a julho de 2015, em Rio Verde, GO.	20

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo / Sigla	Significado
Mapa	Ministério da Agricultura, Pecuária e Pesca
OMG	Organismos geneticamente modificados
pH	Potencial hidrogeniano
pKa	Constante de acidez
K _{ow}	Coefficiente de Partição-água
°C	Graus Celsius
ha	Hectare
SPD	Sistema de Plantio Direto
RR2PRO	Roundup Ready
™	Trade Mark
NS	Sementes Nidera
IPro	Tecnologia Intacta
AW	Clima tropical
Cm	Centímetro
Kg	Quilograma
CaCl ₂	Cloreto de Cálcio
P	Fósforo
mg	Miligrama
dm	Decímetro
k	Potássio
Ca	Cálcio
cmol	Centimol
Mg	Magnésio
Al	Alumínio
V%	Saturação por bases
g	Gramma
MS	Mato Grosso do Sul
CO ₂	Gás carbônico
L	Litro
bar	Pressão de fluídos
m	Metro
®	Marca registrada
DAE	Dias após a emergência
N	Nitrogênio
P ₂ O ₅	Pentóxido de fósforo
K ₂ O	Óxido de potássio

DAS	Dias após a semeadura
FV	Fontes de variação
GL	Grau de Liberdade
QM	Quadrado Médio
M100G	Massa (peso) de 100 grãos
RG	Rendimento de grãos
CV (%)	Coefficiente de variação
NP	Número de plantas
NV	Número de vagens
NG	Número de grãos
ADR	Sementes Adriana
mm	Milímetro
CP	Comprimento Panícula
NPM	Número de panícula por metro
PP	Peso de panícula
PMF	Peso da Matéria Fresca
PMS	Peso da Matéria Fresca
DP	Diâmetro de Panícula
DAA	Dias após aplicação (tratamentos)
RGM	Rendimento de grãos da cultura
MMG	Massa de mil grãos
MCG	Massa de cem grãos
RGs	Rendimento de Grãos da Soja
RMSC	Rendimento de Matéria Seca de Colmo
RMSF	Rendimento de Matéria Seca de Folha
RMSMM	Rendimento de Matéria seca de material morto
RMS	Rendimento de Matéria seca
ALT	Altura de Planta
RFC	Relação folha/colmo

RESUMO

SOUSA, JACKELLYNE BRUNA. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, fevereiro de 2016. **Desempenho de culturas cultivadas em sucessão à soja tratada com diferentes herbicidas residuais.** Orientador: Dr. Marconi Batista Teixeira. Coorientador: Dr. Adriano Jakelaitis.

RESUMO - Herbicidas com atividade residual aplicados na cultura da soja podem afetar o desenvolvimento de culturas de safrinha cultivadas em sucessão. Assim, objetivou-se nesta pesquisa avaliar o desempenho agrônômico das culturas de feijão-azuki, crambe, milho e forragem de capim-xaraés cultivadas em sucessão à cultura da soja tratada com herbicidas residuais, bem como avaliar a contribuição no manejo de plantas daninhas. Quatro ensaios foram realizados condições de campo com a cultura da soja na safra, sendo em seguida sucedida pelos cultivos do feijão-azuki, crambe, milho e pastagem de capim-xaraés como safrinha. Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições e nove tratamentos representados pela aplicação dos herbicidas residuais: imazethapyr (1,0 e 1,5 L de i.a. ha⁻¹), chlorimuron (60 e 90 g de i.a ha⁻¹), fomesafen (1,0 e 1,5 L de i.a ha⁻¹) e chloransulan methyl (74,6 e 71,4 g de i.a ha⁻¹) e a testemunha sem herbicida, mantida sob capina manual. Os herbicidas foram eficientes no controle de plantas daninhas na cultura da soja, não afetando a produtividade da cultura. Os herbicidas não promoveram fitotoxicidade às culturas de crambe, feijão-azuki, milho e pastagem de capim-xaraés quando foram comparadas com a testemunha sem herbicida. O feijão-azuki tratado com chloransulan methyl, independente da dose, apresentou maior rendimento de grãos. A ausência de fitotoxicidade nas culturas pode estar associada à precipitação pluviométrica incidente sobre a soja que contribuiu na dissipação dos herbicidas.

Palavras-chave: *carryover*, safrinha, plantas daninhas, herbicidas comerciais

ABSTRACT

SOUSA, JACKELLYNE BRUNA. Instituto Federal Goiano Goiás Federal Institute – Campus Rio Verde – GO, February de 2016. **Performance of crops grown in succession to soybeans treated with different residual herbicides.** Advisor: Dr. Marconi Batista Teixeira. Co-advisor: Dr. Adriano Jakelaitis.

ABSTRACT - Herbicides with residual activity applied in soybeans may affect the development of off-season crops grown in succession. Thus, the objective of this research was to evaluate the agronomic performance of adzuki bean, crambe and millet crops and xaraés forage grass grown in succession to soybean crop treated with residual herbicides, as well as assessing the contribution in weed management. Four trials were carried out in field conditions with soybean crop in the crop, and then succeeded by adzuki bean, crambe, millet and xaraés forage grass crop as off-season. The experimental design was randomized block design with four replications and nine treatments represented by the application of residual herbicides: imazethapyr (1.0 and 1.5 L i.a ha⁻¹), chlorimuron (60 and 90 g i.a ha⁻¹) fomesafen (1.0 and 1.5 L i.a ha⁻¹) and chloransulan methyl (74.6 and 71.4 g i.a ha⁻¹) and control treatments, kept in manual weeding. The herbicides were efficient in weed control in soybeans, not affecting crop yield. The herbicides did not promote phytotoxicity to crop crambe, beans, millet and xaraés grass pasture when they were compared with the other treatments. The beans treated with methyl chloransulan, independent of dose, showed a higher yield. The absence of phytotoxicity to crops can be associated with rainfall incident on soybean that contributed to dissipation of herbicides.

Key words: *carryover*, off-season, weeds, commercial herbicides.

INTRODUÇÃO GERAL

1. Soja Transgênica Vs Soja Convencional

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) alcançou a marca de 96,2 milhões de toneladas na safra brasileira de 2014-2015, num total de 32 milhões de hectares de área plantada, de acordo com os números registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Pesca (Mapa) (CONAB, 2015).

Na agricultura moderna, a soja tem se constituído como uma espécie estratégica para a viabilização do aumento da produtividade e da produção agrícola no Centro-Oeste brasileiro. Segundo o MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, o crescimento do cultivo da soja no Brasil tem sido impressionante ao longo das quatro últimas décadas, não tanto pela expansão da área de produção, mas pelo aumento da produtividade no campo, resultante do uso intensivo de tecnologias mais eficientes.

Menegatti (2007) cita a biotecnologia como a principal responsável pela disponibilização de novas variedades de plantas que possuem a capacidade de sintetizarem compostos que até então não se encontravam presentes em seus códigos genéticos, compostos estes que promovem vantagem à planta frente ao meio ambiente em que ela se desenvolve. Os organismos geneticamente modificados (OGM) são produzidos pela transferência de genes de um ser vivo para outro, e isso é feito para que o novo organismo desenvolvido seja mais resistente e diferenciado em relação a determinadas características do organismo original, sendo de interesse no estudo é a soja transgênica resistente à herbicida.

O cultivo da soja quanto a tecnologia pode ser feita de forma convencional ou transgênica. O grão convencional não possui alterações genéticas, ao contrário do organismo geneticamente modificado que não é, de forma alguma, mais produtiva que a

soja convencional, pois não possui nenhuma outra qualidade que possa diferenciá-la, com exceção da resistência ao herbicida. Bertolaccini (2015) em seu estudo destaca que a lógica desta tecnologia é a mesma usada na produção de soja convencional, já que ela está baseada na aplicação de herbicida e numa crescente dependência das empresas fornecedoras que, com isso, faturam duplamente: uma com a venda da semente e outra com a venda do herbicida.

Região leste do Mato Grosso aumentou em 13% a área de soja convencional na safra 2014-2015, isso é decorrente de algumas vantagens do grão: melhor remuneração e possibilidade de rotacionar herbicidas, o custo desse tipo de produção é quase o mesmo da soja transgênica, facilidade na comercialização optando pelo não pagamento de royalties à empresa que detém a patente das sementes (são obrigatórios no caso de sementes transgênicas), além da renda ser maior no bolso do produtor por ficar independente de tecnologias de empresas que monopolizam o mercado de sementes (BERTOLACCINI, 2015).

Por se tratar de uma inovação no modo de produção, o produto transgênico na safra de 2015-2016 ultrapassará 91% de todos os grãos semeados no Brasil. Dado que Fuscaldi (2011) considera não possuir diferenças visíveis em relação ao que é produzido de forma convencional, sendo impossível identificar se determinado produto é ou não transgênico com base em suas características morfológicas, sensoriais ou organolépticas, não estar conseguindo mais controlar os insetos na soja transgênica, além de ser um grão com percentuais competitivos que desfavorecem a soja convencional por ser utilizado por uma minoria dos agricultores no país.

2. Controle de plantas daninhas e residual de herbicidas

O rápido aumento populacional somado a abertura de novos mercados consumidores direcionaram o agronegócio brasileiro a patamares de produção mais elevados e a maior tecnificação da produção agrícola. Com isso, houve abertura de novas fronteiras agrícolas, intensificação do uso do solo, aumento no uso de fertilizantes e agroquímicos com cultivares melhoradas, além de outras tecnologias, visando a maior produção de alimentos (MANCUSO et al., 2011).

Buscando resultados satisfatórios em curto espaço de tempo, tornam-se necessárias soluções inovadoras que possibilitam o aumento da produtividade com

pouco impacto ao agroecossistema. A utilização de herbicidas é atualmente o método mais eficaz para o manejo e controle de plantas daninhas nos mais diversos sistemas produtivos integrados.

Os herbicidas devem ser usados de forma técnica e criteriosa, sempre buscando maximizar as suas vantagens e minimizar os seus riscos toxicológicos e ambientais. Porém, sua utilização não é isenta de riscos, como os resíduos dos herbicidas nos agroecossistemas e a toxicidade para plantas suscetíveis utilizadas como culturas sucedâneas à cultura tratada.

Apesar de considerados uma ferramenta indispensável no controle de plantas daninhas, diversos herbicidas possuem longa atividade residual no solo, sendo seu entendimento de grande complexidade no sistema solo-planta. Esses compostos, dependendo de sua estrutura química e das condições edafoclimáticas, podem não ser completamente dissipados durante o ciclo da cultura, deixando resíduos com atividade biológica que podem afetar culturas subsequentes, além de comprometerem o ambiente (INOUE et al., 2008). A persistência do produto pode sofrer variação em função de propriedades do solo, como o pH, umidade, teor de matéria orgânica e textura (BAUGHMAN & SHAW, 1996).

Lamego (2015) descreve as plantas daninhas como espécies que se caracterizam por interferirem no crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas. A competição interespecífica entre as culturas e as plantas daninhas limitam os recursos vitais do meio, como: nutrientes, luz, água e espaço, sendo que quando mais semelhantes forem as características morfofisiológicas entre as plantas cultivadas e as daninhas, maior será a perda de produtividade da cultura.

Em espécies cultivadas de maneira intensiva no período de safra, como a cultura da soja, a utilização de herbicidas para controle de plantas daninhas é uma técnica indispensável. Porém, Artuzi (2006) considera complexo o controle de plantas daninhas por meio de herbicidas pelo fato de terem aumentado substancialmente, principalmente pela diversidade de espécies, ao surgimento de biótipos resistentes e as novas moléculas introduzidas no mercado nos últimos anos.

O Brasil apresenta grande vantagem competitiva na agricultura em comparação a outros países, sendo possível colher, em uma mesma área, mais de uma safra de grãos por ano. Culturas como milho, sorgo, feijão, milheto, crambe e pastagem possuem maior expressão de cultivo na segunda safra, também conhecida como “safrinha”, principalmente em sucessão à cultura da soja. Dan (2012) e colaboradores sugerem

essas culturas baseando na rusticidade e adaptabilidade ao inverno da Região Centro-Oeste, e, apesar dessas sucessões de culturas serem uma realidade no Brasil, pouco tem sido feito a fim de avaliar os efeitos da atividade residual de herbicidas utilizados na cultura da soja sobre culturas cultivadas em sucessão.

3. Atividade residual em culturas sucessoras à soja

Silva (2014) e colaboradores definem a persistência de um herbicida no solo como o intervalo de tempo em que o produto fica ativo ou simplesmente permanece. Ela é bastante variável, pois muitos herbicidas se degradam em apenas alguns dias, enquanto outros podem persistir por vários meses ou anos. O herbicida ideal deve permanecer no ambiente o tempo suficiente para controlar as plantas daninhas e depois se dissipar completamente, evitando possíveis contaminações do ambiente e injúrias às culturas subsequentes.

O tempo de permanência de um herbicida no ambiente, relaciona-se à capacidade de sorção do solo, ao balanço hídrico, ao transporte de solutos e a sua taxa de degradação. Além disso, a persistência é também dependente de outros fatores: solo (teor de carbono orgânico, pH e textura), população de microrganismos, ambiente (temperatura e precipitação) e práticas culturais (sistemas de plantio e doses aplicadas).

Estudos realizados por Silva et al. (2013) esclarecem que apesar dos herbicidas facilitarem o manejo das plantas daninhas em culturas anuais e perenes, o efeito residual de um herbicida aplicado em uma cultura sobre a cultura sucessora (*carryover*) e o surgimento de biótipos resistentes têm tornado o controle químico cada vez mais complexo.

Entre os herbicidas utilizados na cultura da soja que podem permanecer no solo, afetando culturas subsequentes, destacam-se: imazethapyr, chlorimuron, fomesafen e chloransulan methyl (Silva et al., 2013). A atividade residual de herbicidas utilizados na cultura da soja sobre culturas em sucessão e até mesmo em rotação tem sido relatados nas culturas de feijão e milho (DAN et al., 2011).

Devido a grande adaptação e difusão no bioma dos cerrados, o milho vem ganhando destaque nos últimos anos, especialmente após o lançamento de híbridos de alto potencial produtivo; além de ser importante fonte para a produção de palha para o

sistema de plantio direto, pode ser utilizada como forragem para o pastejo no inverno (DAN et al., 2009).

Macedo (2015) estudou a atividade residual de imazaquin, diclosulam, sulfentrazone e flumioxazin aplicados em pré-emergência na cultura da soja, e chlorimuron-ethyl, imazethapyr e fomesafen aplicados em pós-emergência da soja, sobre o sorgo semeado em sucessão e observaram que o sorgo apresentou sensibilidade aos herbicidas sulfentrazone, diclosulam e imazethapyr, sendo que apenas no tratamento com imazethapyr na dose de 100 g ha⁻¹ esta sensibilidade foi traduzida em redução na produtividade.

Bressanim et al. (2014) destacam as plantas daninhas por serem vegetais que crescem onde não são desejadas e se caracterizam pela grande agressividade competitiva. Para o controle dessas plantas indesejáveis, o método químico com herbicidas na pós-semeadura da soja, tem frequentemente utilizado herbicidas convencionais. Pode-se utilizar um herbicida com base de chlorimuron-ethyl, pois além do efeito sobre as plantas daninhas emergidas, também apresenta ação sobre aquelas que vão emergir (efeito residual) (BRESSANIM, 2014).

Pesquisa realizada por Silva (2014) e colaboradores descreve o fomesafen como um ácido fraco com valor de pKa de 2,7 (sal de sódio), com solubilidade em água de 50mg L⁻¹ (a 20°C) e valor de log k_{ow} variando de acordo com o pH de 2,9 (pH 1) até -1,2 (pH 7). É um herbicida de pós-emergência utilizado em duas culturas de suma importância na agricultura do Brasil, (feijão e soja), entretanto, são poucos os estudos que descrevem seu comportamento em solos brasileiros.

Comparado com outros herbicidas, é o que possui maior tempo de residência no solo, com tempo de meia vida em torno de 100 dias, e, por causa de sua elevada sorção, baixa mobilidade e moderada persistência em solos, o fomesafen permanece ativo no solo mesmo após o ciclo da cultura em que foi utilizado, apresentando dessa forma efeito residual para as culturas subsequentes (OLIVEIRA, 2014).

Martins (2012) menciona o cloransulam-methyl como um herbicida pós-emergente recomendado para o controle de plantas infestantes de folhas largas na cultura da soja, tendo como princípio ativo seletivo e sistêmico pertencente ao grupo das sulfonanilida triazolopirimidina.

4. Culturas de safrinha

Pela importância da utilização de herbicidas e a variedade de produtos disponíveis no mercado para a realização de programas de rotação de produtos e de manejo de plantas daninhas, nas culturas de safra e em culturas de entressafra, é necessária a realização de pesquisas, a fim de detectar possível susceptibilidade da cultura da soja, bem como efeitos residuais de herbicidas sobre culturas semeadas em cultivos subsequentes como o feijão, milho e crame (PEREIRA et al., 2000).

Os herbicidas podem persistir no solo após o cultivo, em quantidade que pode comprometer a utilização futura da área com outras culturas suscetíveis. Os danos causados às culturas em sucessão são variáveis, dependendo das condições físicas, químicas, do manejo do solo e tipo de cultura.

4.1 Feijão azuki (*Vigna angularis* (Willd.))

O feijão-azuki (gênero *Vigna*) é uma espécie que está sendo cultivada em quase todos os países de clima tropical e subtropical, é de suma importância na alimentação humana, devido, fundamentalmente, ao seu baixo custo e por ser um alimento balanceado nutricionalmente (RIOS et al., 2003).

O feijão-azuki é uma cultura subtropical que requer temperaturas entre 15 e 30 °C durante o ciclo, e tolera maiores taxas de precipitação que o feijão comum (VIEIRA et al., 2000). Na região do sudoeste de Goiás, adapta-se bem ao cultivo de primeira safra (semeadura em outubro ou novembro), chegando a produtividades de 1.638,41 kg ha⁻¹ (GUARESCHI et al., 2009).

Diferencia-se dos outros tipos de feijão por ser de fácil digestão e possuir bom valor nutritivo, sendo rico em cálcio, fósforo, ferro e vitaminas do complexo B. Possui propriedades diuréticas além de fermentar menos que os outros feijões. Pode ser utilizado em qualquer receita, como na elaboração de feijoada vegetariana e em deliciosos doces (BRASIL, 2007).

No caso do feijão comum, antes tido como cultura de subsistência, hoje é também explorado por agricultores que adotam alta tecnologia, sucedendo culturas como a soja em período entressafra, e sendo os plantios realizados sob a irrigação nos campos de produção do Brasil Central, onde se têm observado altas produtividades. Assim como em outras espécies de feijão, as plantas daninhas podem interferir

negativamente na cultura do feijão-azuki. Há escassez de trabalhos relacionando a interferência de plantas daninhas nesta cultura, contudo no feijoeiro comum a queda na produtividade entre 15 a 97% é relatada (FONTES et al., 2006) e atribuída a competição pelos fatores de crescimento disponíveis e da liberação de substâncias alelopáticas. Além disso, as plantas daninhas podem atuar como hospedeiras intermediárias de pragas e doenças, assim como dificultar ou até mesmo inviabilizar a colheita (PITELLI, 1985).

4.2 Milheto (*Penisetum glaucum*)

O milheto (*Penisetum glaucum*) é considerado uma gramínea muito utilizada nas regiões de clima tropical, utilizado em sua grande maioria como cultura sucessora de soja e abundantemente visado na alimentação humana como para animal. É uma planta de ciclo anual, de hábito de crescimento ereto, porte alto, com desenvolvimento uniforme e bom perfilhamento, mesmo em condições de baixa disponibilidade hídrica (KISSMANN, 2007).

Devido a sua grande adaptação ao bioma dos Cerrados, o milheto vem ganhando destaque nos últimos anos, principalmente com a chegada de híbridos de alto potencial produtivo, oriundos do melhoramento genético. Isso fez com que essa planta deixasse de ser uma simples espécie de cobertura ou de produção de palha para o plantio direto, passando a ser considerada uma cultura de valor econômico para produção de grãos e forragem, tornando-se difundida nessa região (DAN et al., 2009).

É principalmente utilizado em cultivos extensivos, sendo o controle químico considerado ferramenta imprescindível no manejo integrado de plantas daninhas. Apesar de ser uma espécie que vem ganhando destaque na região dos Cerrados, não existem, no mercado brasileiro, herbicidas registrados para essa cultura. Embora o milheto esteja ganhando espaço na produção de grãos, na região dos Cerrados, poucos são os estudos referentes à seletividade de herbicidas para essa espécie. PEREIRA FILHO et al., (2003) relataram que o milheto é mais sensível a herbicidas que o sorgo, principalmente em relação aos graminicidas.

4.3 Crambe (*Crambe abyssinica Hochst*)

O crambe é um grão pertencente à família das crucíferas, originário da Etiópia que é um país tipicamente de clima quente e seco (CORADI, 2012). Características como: tolerância à seca, à geada depois que germinada, baixo custo de produção, cultivo mecanizado, elevada precocidade, alta concentração de proteína, alto teor de óleo (34% a 38%) e pelo grande potencial de cultivo durante a sucessão de culturas, chamaram muita a atenção por parte da pesquisa e agricultoras que além ser considerada uma das alternativas para produção de biodiesel (óleo utilizado como lubrificante, fabricação de filmes plásticos, fármacos, etc.) é também uma fonte de rotatividade de culturas, como pasto ou grão.

Faria (2014) e colaboradores relatam em sua pesquisa que por ser uma cultura tolerante a seca, o crambe é uma oleaginosa que apresenta grande potencial de cultivo em solos brasileiros, sobretudo, para safrinha na região do Centro-Oeste do país, principalmente no sudoeste goiano, notadamente no polo agroindustrial Rio Verde-Jataí, onde sua incorporação ao processo produtivo irá acrescentar mais uma opção de cultivo à limitada lista de espécies disponíveis para “safrinha”.

Segundo Sousa et al. (2014) a baixa produtividade do crambe pode estar associada a vários fatores e, dentre estes, a ausência do controle das plantas daninhas, que reduz a produtividade da cultura, afeta a colheita e contribui para o aumento da umidade das sementes. O fato de ter desenvolvimento inicial lento, durante as três ou quatro primeiras semanas após a emergência das plântulas, a competição com as plantas invasoras é crítica e a semeadura em áreas relativamente livres das mesmas é recomendado.

Estudos realizados por Concenço (2014) relatam que apesar do período crítico de prevenção à interferência com as infestantes para a cultura do crambe ainda não esteja definido, a cultura deve ser mantida livre de infestantes por quatro semanas a partir da emergência. Na maioria das culturas de interesse econômico, a aplicação de herbicidas é o método mais utilizado para controle de infestantes. Isso ocorre porque esse método é geralmente eficiente e rápido, e mais econômico, tornando possível o cultivo de grandes áreas, com pouca dependência de mão-de-obra (ROCHA et al., 2010). Todavia, a fim de utilizar o método químico de controle de infestantes, são necessários estudos para selecionar herbicidas seletivos à cultura.

Uma opção plausível para minimizar a reinfestação de plantas daninhas no estabelecimento das culturas, tem sido adotada a associação de herbicidas com efeito residual ao glyphosate no momento da dessecação da vegetação para implantação da

cultura, normalmente em sistema de plantio direto (TIMOSSI et al., 2013). Assim, em regiões em que há possibilidade de cultivo de duas safras em um mesmo ano agrícola, o efeito *carryover* dos herbicidas pode se tornar mais evidente.

Para a cultura de crambe são raras as pesquisas que indicam herbicidas para o manejo das plantas daninhas. No Brasil, não existe se quer herbicidas registrados para a cultura do crambe. Entretanto, de acordo com Oliveira Neto et al. (2011), há possibilidade de utilização de herbicidas em aplicação de pré-emergência como trifluralin, pendimethalin e alachlor, além de herbicidas graminicidas em pós-emergência. No entanto, quanto ao efeito *carryover* de herbicidas na cultura de crambe, há poucas informações disponíveis para as condições brasileiras.

4.4 Capim xaraés (*Urochloa brizantha* cv Xaraés)

O clima no Cerrado brasileiro é caracterizado por ser inverno seco, possuir altas temperaturas no decorrer do ano e estação seca prolongada, dificultando dessa forma a implantação de plantas de cobertura e principalmente a permanência da palhada na área de cultivo, sendo estes fatores, um dos maiores entraves na manutenção do Sistema de Plantio Direto (SPD) (COSTA, 2015). Isso torna um dos principais entraves na implantação da palhada e, principalmente, a permanência dos resíduos vegetais sobre a superfície do solo (Pacheco et al., 2008). Assim sendo, para o sucesso do sistema plantio direto (SPD), um dos requisitos indispensáveis é a boa formação da palhada, em que a escolha correta da espécie a ser utilizada é extremamente importante, uma vez que devem ser considerados os fatores climáticos característicos de cada região e tipo de solo.

As forrageiras do gênero *Urochloa* são mais eficientes na supressão de plantas daninhas e resultaram em maior produtividade de soja quando utilizadas em sistemas de manejo que as empregam em sucessão à cultura de verão. Elas vêm sendo utilizadas do outono à primavera para fornecimento de forragem e palhada para o SPD (COSTA et al., 2014). Com base nisso, a utilização de culturas na entressafra objetivando a cobertura do solo e a ciclagem de nutrientes, torna-se importante na diversificação da produção agrícola com sustentabilidade, assim como a permanência da palhada na superfície do solo para a manutenção e a proteção do sistema solo-planta, beneficiando a manutenção da umidade e favorecendo a biota do solo (COSTA, 2015).

Semelhantemente ao que foi descrito para as culturas graníferas cultivadas em sucessão a soja, também são poucas as pesquisas que descrevem quais produtos que aplicados em culturas de safras acarretam malefícios a forrageiras do gênero *Urochloa* cultivada em sucessão, já que é uma espécie em expansão na pastagem de gado e muito procurada também para produção de forragem.

Esses fatos, em conjunto, possibilitaram um cultivo da soja na safra altamente lucrativo, obtendo valor econômico expressivo. A sucessão de culturas vem sendo muito utilizada no Brasil, porém pouco tem sido feito a fim de se avaliar o efeito residual dos herbicidas utilizados na cultura da soja sobre culturas cultivadas em sequência, como o milho, crumbe, capim-xaraés e o feijão-azuki. Sabe-se que a atividade residual dessas moléculas apresenta grande complexidade, sendo os efeitos negativos da atividade residual de herbicidas aplicados à cultura da soja sobre culturas em sucessão relatadas.

OBJETIVOS

1. Geral

- Avaliar o desempenho agronômico das culturas de crambe, feijão-azuki, milho e capim-xaraés cultivadas em sucessão na cultura de soja tratada com herbicidas residuais e a contribuição destes herbicidas no controle de plantas daninhas nas culturas de safrinha.

2. Específicos

- Mensurar a produção da cultura da soja no período de safra em função dos herbicidas residuais aplicados em pós-emergência;

- Avaliar os efeitos dos herbicidas sobre a comunidade de plantas daninhas avaliadas na cultura da soja e na emergência das culturas subsequentes;

- Avaliar a biométrica, o acúmulo de massa seca e a produção nas culturas de feijão-azuki, crambe, milho e capim-xaraés cultivadas após a soja tratada com herbicidas residuais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTUZI, J.P.; CONTIERO, R.L. Herbicidas aplicados na soja e produtividade do milho em sucessão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41, n. 7, p. 1119-1123, 2006.

BAUGHMAN, T.A.; SHAW, D.R. Effect of wetting/drying cycles on dissipation patterns of bioavailable imazaquin. **Weed Science**, v. 44, n. 2, p. 380-382, 1996.

BERTOLACCINI, F. **Leste do Mato Grosso deve aumentar 13% a área de soja convencional na safra 2014-2015.** Disponível em: <http://www.projetosojabrasil.com.br/leste-do-mt-deve-aumentar-13-a-area-de-soja-convencional-nesta-safra/>. Acesso em 20 de janeiro de 2016. Artigo publicado em julho de 2015.

BRASIL; **Informações técnicas para o feijão azuki na Região do Brasil Central – Safras 2006 e 2007.**

BRESSANIN, F.N., NETO, N.J., MARTINS, J.F., MARTINS, J.V.F., ALVES, P.L.D.C.A. Controle de biótipos resistentes de *Conyza bonariensis* com glyphosate+ clorimuron-etílico em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 1, p. 68-72, 2014.

CONCENÇO, G., FERREIRA, E.A., MARQUES, R.F., NUNES, T.C., SANTOS, S.A., PALHARINI, W.G., MENDONÇA, C.G. Características fisiológicas de *Crambe abyssinica* sob aplicação de herbicidas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 3, p. 361-369, 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Levantamento da produtividade da safra 2014/2015.** Disponível em <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em 20 de janeiro de 2016.

CORADI, G. V. (2012). **Produção de lipase por *Fusarium oxysporum* em fermentação em estado sólido e sua aplicação em reações de síntese de ésteres de biodiesel.** Dissertação de Mestrado pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). 83 f.

COSTA, N.R; ANDREOTTI, M; ULIAN, N.D.A; COSTA, B.S; PARIZ, C.M; TEIXEIRA FILHO, M.C.M; Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da

palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 818-829, 2015.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; FERNANDES, J.C.; CAVASANO, F.A.; ULIAN, N. D.A.; PARIZ, C.M; SANTOS, F.G; Acúmulo de nutrientes e decomposição da palhada de braquiárias em função do manejo de corte e produção do milho em sucessão. **Revista Brasileira Ciência Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 166-73, 2014.

DAN, H.A.; DAN, L.G.M.; BARROSO, A.L.L.; PROCÓPIO, S.O.; OLIVEIRA JR.; R.S. ASSIS; R.L. SILVA, A.G. FELDKIRCHER, C; Atividade residual de herbicidas pré-emergentes aplicados na cultura da soja sobre o milho cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v.29, n.2, p. 437-445, 2011.

DAN, H.A.; DAN, L.G.D.M.; BARROSO, A.L.D.L.; PROCÓPIO, S.D.O.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.D.; BRAZ, G.B.P.; ALONSO, D.G.; Atividade residual de herbicidas usados na soja sobre o girassol cultivado em sucessão. **Ciência Rural**, v. 9, n. 2, p. 1929-1935, 2012.

DAN, H.A.; BARROSO, A.L.L.; DAN, L.G.M.; PROCÓPIO, S.O.; OLIVEIRA JR.; R.S.; SIMON, G.A.; E MUNHOZ, D.M.; Atividade residual de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura da soja sobre o milho cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 663-671, 2009.

FARIA, R.Q.; TEXEIRA, I.R. DA CUNHA, D.A.; HONORATO, J. M.; DEVILLA, I.A.; Qualidade fisiológica de sementes de crambe submetidas à secagem. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 3, p., 453-460, 2014.

FUSCALDI, K.C.; MEDEIROS, J.X.; PONTOJA, M.J. Soja convencional e transgênica: percepção de atores do SAG da soja sobre esta coexistência. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 49, n. 04, p. 991-1020, 2011..

GUARESCHI, R.F.; ARAUJO, M.J.C.; GAZOLLA, P.R.; ROCHA, A.C. Produtividade de feijão azuki em função de doses de potássio em cobertura. **Global Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 67 -72, 2009.

INOUE, M.H. OLIVEIRA JÚNIOR, R.S., CONSTANTIN, J., ALONSO, D.C., SANTANA, D.C. Lixiviação e degradação de diuron em dois solos de textura contrastante. **Acta Science**, v. 30, n. 5, p. 631-638, 2008.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, 2007. v. 1, 824 p.

LAMEGO, F.P., CARATTI, F.C., REINEHR, M., GALLON, M., SANTI, A.L., BASSO, C.J. Potencial de supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura de verão. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 97-105, 2015.

MACEDO, G. D. C. (2015). **Efeitos de sistemas de manejo pré-semeadura da soja sobre a dinâmica no solo e eficácia de herbicidas** (Doctoral dissertation, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”). 125 f.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no

solo (“Carryover”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 2, p.151-164, 2011.

MARTINS, D. (2012). **Tolerância de amendoim forrageiro (Arachis pintoi cv. Alqueire) à aplicação de herbicidas pós-emergentes**. Trabalho de Conclusão do curso de Agronomia pela universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 43 f.

MENEGATTI, A.L.A.; BARROS, A.L.M.D. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 1, p., 163-183. 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Contribuição da soja no PIB brasileiro e seu vínculo com o Japão, Artigo de 03 de Julho de 2015**. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/noticias/2015/07/contribuicao-da-soja-no-pib-brasileiro-e-seu-vinculo-com-o-japao>. Acesso em 20 de janeiro de 2016.

OLIVEIRA NETO, A.M., NAIARA GUERRA, N., MACIEL, C.D.G., SILVA, T.R.B., LIMA, G.G.R.. Seletividade de herbicidas utilizados em pré-emergência na cultura do crambe. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.1, p.49-56, 2011.

OLIVEIRA, V. D. S. D. (2014). **Dinâmica do Fomesafen no solo e impacto de Tiametoxam e Fomesafen sobre três espécies de macrófitas aquáticas**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras. 103 f.

PACHECO, L.P.; PIRES, F.R.; MONTEIRO, F.P.; PROCOPIO, S.O.; ASSIS, R.L.; CARMO, M.L.; PETTER, F.A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.815-823, 2008. .

PEREIRA FILHO, I.A.; FERREIRA, A.S.; COELHO, A.M.; CASELA, C.R.; KARAM, D.; RODRIGUES, J.A.S.; CRUZ, J.C.; WAQUIL, J.M. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 17 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 29).

PEREIRA, F.A.R.; ALVARENGA, S.L.A.; OTUBO, S.; MORCELI, A.; BAZONI, B. Seletividade de sulfentrazone em cultivares de soja e efeitos residuais sobre culturas sucessivas em solos de cerrado. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.1, n. 3, p.219-224, 2000.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, p. 16-27, 1985.

RIOS, A.O.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.supl, p.39-45. 2003.

ROCHA, P.R.R, SILVA, A.F, FARIA, A.T, GALON, L, FERREIRA, E.A, FELIPE, R.S, SILVA, A.A, DIAS, L.A.S. Seletividade de herbicidas pré-emergentes ao pinhão-manso (*Jatropha curcas*). **Planta Daninha**, vol. 28, n. 4, p. 801-806. 2010.

SILVA, G., D'ANTONINO, L., FAUSTINO, L., FERREIRA, F., & TEIXEIRA, C. Persistência do fomesafen em argissolo vermelho-amarelo em dois sistemas de cultivo. **Planta daninha**. v. 32, n. 2, p. 377-384, 2014.

SILVA, V.P., FERREIRA, L.R., D'ANTONINO, L., CARNEIRO, J.E., SILVA, G.R. E FONTES, D.R. Eficiência e residual no solo de herbicidas na cultura do feijão. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 4, p. 961-970, 2013.

SOUZA, F., SASSO, G., VITORINO, H.D.S., COSTA, L., FIOREZE, A.C.D., ROCHA PEREIRA, M.R., MARTINS, D. Seletividade de herbicidas na cultura de crambe. **Semina-ciencias Agrarias**, v. 35, n. 1. p. 161-168, 2014.

TIMOSSI, P.C., SILVA, W.S., LIMA, S.F., ALVES, V.F., ALMEIDA, D.P. Efeito residual de herbicidas na cultura do crambe em sucessão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 3, p. 277-284. 2013

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; MOURA, W.M. Comportamento do feijão azuki em diferentes épocas de plantio em Coimbra e Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v.47, n.272, p. 411-420, 2000.

ATIVIDADE RESIDUAL DE HERBICIDAS APLICADOS NA SOJA SOBRE AS CULTURAS DE FEIJÃO-AZUKI, CRAMBE, MILHETO E PASTAGEM

RESUMO - Herbicidas com efeito residual aplicados na cultura da soja podem afetar o desenvolvimento de culturas de safrinha cultivadas em sucessão. Assim, objetivou-se nesta pesquisa avaliar o desempenho agrônômico das culturas de feijão-azuki, crambe, milho e pastagem de capim-xaraés cultivadas em sucessão à cultura da soja tratada com herbicidas residuais, bem como avaliar a contribuição no manejo de plantas daninhas. Quatro ensaios foram realizados em condições de campo com a cultura da soja na safra, sendo em seguida sucedida pelos cultivos do feijão-azuki, crambe, milho e pastagem de capim-xaraés como safrinha. Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições e nove tratamentos representados pela aplicação dos herbicidas: imazethapyr (1,0 e 1,5 L i.a. ha⁻¹), chlorimuron (60 e 90 g i.a. ha⁻¹), fomesafen (1,0 e 1,5 L i.a. ha⁻¹) e chloransulân metil (74,6 e 71,4 g i.a. ha⁻¹) e a testemunha sem herbicida, mantida sob capina manual. Os herbicidas foram eficientes no controle de plantas daninhas na cultura da soja, não afetando a produtividade da cultura. Contudo, não houve contribuição da atividade residual dos herbicidas na redução da infestação nas culturas de safrinha. Os herbicidas não promoveram fitotoxicidade às culturas de crambe, feijão-azuki, milho e pastagem de capim-xaraés quando foram comparadas com a testemunha sem herbicida. O feijão-azuki tratado com chloransulân metil, independente da dose, apresentou maior rendimento de grãos. A ausência de fitotoxicidade nas culturas pode estar associada à precipitação pluviométrica incidente sobre a soja que contribuiu na dissipação dos herbicidas.

Palavras-chave: *Vigna angularis*. *Crambe abyssinica* Hochst. ex Fries. Cultura sucessora. Herbicidas residuais.

ACTIVITY OF RESIDUAL HERBICIDES APPLIED IN SOY BEANS ON AZUKI,
CRAMBE, MILLET CROPS AND PASTURES

ABSTRACT - Herbicides with residual activity applied in soybeans may affect the development of off-season crops grown in succession. Thus, the objective of this research was to evaluate the agronomic performance of adzuki bean crops, crambe, millet and xaraés grass pasture grown in succession to soybean crop treated with residual herbicides, as well as assessing the contribution in weed management. Four trials were carried out field conditions with soybean crop in the crop, and then succeeded by adzuki bean crops, crambe, millet and xaraés forage grass crop as off-season. The experimental design was randomized block design with four replications and nine treatments represented by the application of residual herbicides: imazethapyr (1.0 and 1.5 L i.a. ha⁻¹), chlorimuron (60 and 90 g i.a. ha⁻¹) fomesafen (1.0 and 1.5 L i.a. ha⁻¹) and chloransulan methyl (74.6 and 71.4 g i.a. ha⁻¹) and control treatment, kept in manual weeding. The herbicides were efficient in weed control in soybeans, not affecting crop yield. The herbicides did not promote phytotoxicity to crop crambe, beans, millet and xaraés grass pasture when they were compared with the other treatments. The beans treated with methyl chloransulan, independent of dose, showed a higher yield. The absence of phytotoxicity to crops can be associated with rainfall incident on soybean that contributed to dissipation of herbicides.

Key words: *Vigna angularis*. *Crambe abyssinica* Hochst. ex Fries. Successor culture. Residual herbicides.

1.1 INTRODUÇÃO

Na região oeste do Brasil, é comum ter duas safras agrícolas no mesmo ano por causa da adequada condição ambiental (FIETZ e RANGEL, 2008). A soja é plantada normalmente como cultura principal, pela sua maior rentabilidade em comparação com o milho. A maior parte da soja é colhida no final de fevereiro ou início de março e a segunda safra, é imediatamente plantada. Porém, nos últimos anos têm surgido algumas outras culturas que têm mostrado potencial para cultivar em sucessão à soja.

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. ex Fries) é uma espécie nativa do Mediterrâneo, que vem sendo cultivada em algumas regiões tropicais e subtropicais pelo interesse industrial no óleo extraído de suas sementes, recentemente utilizado para produção de biodiesel (FUNDAÇÃO MS, 2009; CARNEIRO et al., 2009). No entanto, com o advento da produção de biodiesel essa oleaginosa se tornou opção bastante interessante por apresentar vantagens como precocidade, tolerância à seca e a geadas, baixo custo de produção, produtividade entre 1000 e 1500 kg ha⁻¹ (BAEZ, 2007; JASPER et al., 2010).

Dentre as culturas cultivadas no Cerrado brasileiro em sucessão, destaca-se o milheto, e o seu cultivo tem se expandido, por sua rusticidade, crescimento acelerado, a adaptação aos solos de baixa fertilidade e a própria capacidade de produção de biomassa vegetal (SILVA et al., 2012). Outra possibilidade, além do milheto, são as forrageiras como o capim-xaraés [*Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés)]. O potencial de produção de forragem na entressafra em sucessão à soja, varia entre os genótipos de *Urochloa brizantha*, mas o capim-xaraés possui vantagens em relação aos outros cultivares de *Urochloa* por causa da maior velocidade de rebrota e maior produção de forragem, assegurando alta capacidade de suporte e maior produtividade por área (FLORES ET AL., 2008; MACHADO E VALLE, 2011).

O feijão-azuki (*Vigna angularis*), uma espécie originária da China, onde é cultivada há séculos e vem ganhando espaço no Brasil, sendo cultivado, sobretudo, pelos colonos japoneses (VIEIRA et al., 2000). Trata-se de um alimento rico em proteína, com plena aceitação nos mais diversos hábitos alimentares e seu cultivo se encontra disseminado em todo o país (RESENDE, 2010).

Entre os problemas que afetam a produtividade das culturas, destaca-se a interferência das plantas daninhas (PROCÓPIO et al., 2009). O uso de herbicidas é o

método de controle mais utilizado na agricultura mais tecnificada, principalmente porque proporcionam maior eficiência e, em muitos casos, redução de custos de controle de plantas daninhas (WALPERES et al., 2015).

Apesar da crescente adoção do controle químico de plantas daninhas nas lavouras, a disponibilidade atual de herbicidas registrados no Brasil para aplicação após a emergência destas culturas é pequena. Além disso, são escassas as informações sobre a seletividade de herbicidas pré-emergentes ou residuais para os principais cultivares de feijão comum (PROCÓPIO et al., 2009), e sendo praticamente inexistente nas regiões tropicais para o feijão-azuki. Similarmente, para as culturas do crambe e do milheto, não existem no Brasil, herbicidas registrados, e as estratégias de controle de plantas daninhas precisam ser identificadas para tornar essa cultura viável (DAN et al., 2011; OLIVEIRA NETO et al., 2011).

Dentre as estratégias para otimizar a eficácia do controle de plantas daninhas, incluem-se a utilização de herbicidas que possuem atividade residual no solo. Por exemplo, o uso de herbicidas residuais no feijoeiro por exemplo pode ser muito oportuno, reduzindo em até 90% a infestação dessas espécies (SOLTANI et al., 2010).

A prática de sucessão de culturas, associada ao uso de herbicidas, é utilizada como meio de prevenir infestações de algumas espécies de plantas daninhas e assume importante papel no controle daquelas plantas daninhas adaptadas em determinado sistema de cultivo (COBUCCI et al., 2006). Portanto, a escolha das espécies a serem utilizadas no sistema de sucessão deve levar em consideração características complementares no processo de adaptação ao sistema proposto, de modo que uma cultura ou herbicida utilizado na cultura antecessora, não interfiram no desenvolvimento da cultura sucessora.

Neste contexto, partindo da hipótese de que herbicidas com efeito residual, aplicados na pós-emergência do cultivo da soja no verão, não afetam o desenvolvimento e produtividade das culturas de safrinha. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho agrônômico das culturas de feijão-azuki, crambe, milheto e capim-xaraés cultivadas em sucessão à cultura de soja tratada com herbicidas residuais.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, GO, localizada na latitude 17°48'67"S e longitude 50°54'18"W, com altitude média de 758 metros e relevo suave ondulado (6% de declividade). O clima da região foi classificado conforme Köppen-Geiger, como Aw (tropical), com precipitação no verão (outubro a abril) e um período seco bem definido nos meses de inverno (maio a setembro). A temperatura média anual varia de 20 a 35°C e as precipitações pluviárias oscilam de 1200 a 1500 mm anuais. Os dados climatológicos ocorridos durante a condução do experimento se encontram na Figura 1.

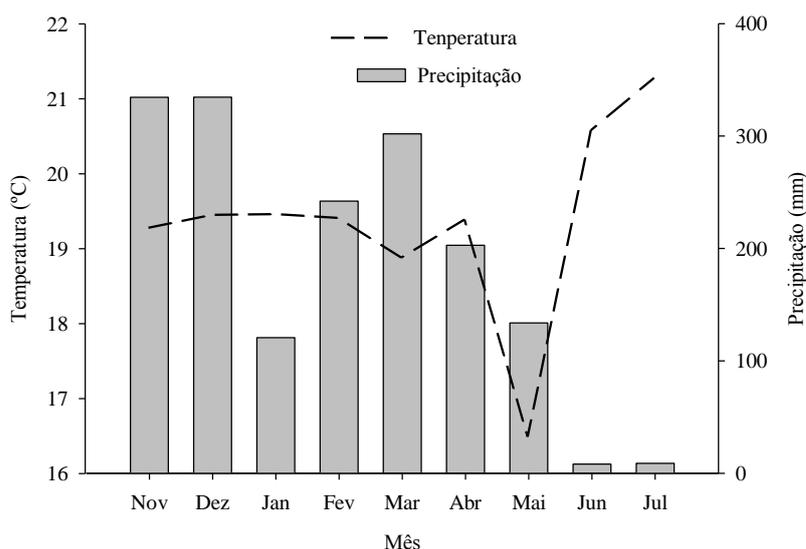


Figura 1 - Precipitação pluvial e temperatura média no período de novembro de 2014 a julho de 2015, em Rio Verde, GO.

Quatro ensaios foram realizados simultaneamente em condições de campo sobre Latossolo Vermelho distroférrico, cujas características físico-químicas, na profundidade de 0 a 20 cm, foram: pH (CaCl₂) de 5,2; P de 11 mg dm⁻³; K de 246 mg dm⁻³; Ca de 5,77 cmol_c dm⁻³; Mg de 1,63 cmol_c dm⁻³; Al de 0,03 cmol_c dm⁻³; V% de 64,6 e granulometria de 460, 100 e 440 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente. Foi utilizada a variedade da soja Nidera Intacta RR2 PROTM (NS 7337 IPRO) para plantio em período de safra, sendo que os ensaios tiveram como culturas sucessoras o feijão-azuki, o crambe (FMS Brilhante), o milho (ADR 300) e o capim-xaraés (*Urochloa brizantha* cv Xaraés).

O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, com quatro repetições, sendo testados os herbicidas: imazethapyr na dose de 1,0 L ha⁻¹ de Zethapyr® (T1), imazethapyr na dose de 1,5 L ha⁻¹ de Zethapyr® (T2), chlorimuron na

dose de 60 g ha⁻¹ de Classic® (T3), chlorimuron na dose de 90 g ha⁻¹ de Classic® (T4), fomesafen na dose de 1,0 L ha⁻¹ de Flex® (T5), fomesafen na dose de 1,0 L ha⁻¹ de Flex® (T6), chloransulan methyl na dose de 47,6 de g ha⁻¹ de Pacto® (T7) e chloransulan methyl na dose de 71,4 de g ha⁻¹ de Pacto® (T8) representando as doses comerciais e 50% acrescidos da dose comercial. Tratamento T9 foi testemunha sem herbicida mantida sob capina, totalizando, dessa forma, 36 parcelas cada ensaio.

O controle de plantas daninhas na testemunha capinada foi realizado através de capinas manuais (duas) até o fechamento do dossel da cultura, fase em que a soja passou a suprimir o desenvolvimento de plantas daninhas através do controle cultural. As aplicações dos produtos foram realizadas com pulverizador costal com pressão constante mantida por CO₂ comprimido, munido de barra com quatro pontas de pulverização e bico da série TT 110.02. Aplicou-se 145 L ha⁻¹ de calda a pressão constante de 2,5 bar. As condições climáticas no início da aplicação foram: temperatura do ar de 23°C, a velocidade do vento de 0,93 m s⁻¹ e umidade relativa de 78%. A aplicação dos herbicidas foi em pós-emergência, no período de 25 dias após a emergência (DAE) da soja.

As parcelas experimentais foram constituídas por oito fileiras de soja, espaçadas em 0,45 metros entre si, com cinco metros linear de comprimento, totalizando a área de dezoito metros quadrados. Como área útil para amostragens e avaliações, foram consideradas as quatro linhas centrais, descartando as bordaduras e também 0,50 metros de cada extremidade.

O preparo do solo foi efetuado por meio de aração e gradagens, com uma gradagem três dias antes da semeadura da soja. As sementes de soja foram tratadas com Standak Top® (100L/100 kg de sementes) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* (300 ml/100 kg de sementes), e sua semeadura foi realizada em 07/11/2014 com o uso de semeadora múltipla, de cinco linhas e a densidade de 18 sementes por metro linear, numa profundidade de 3 cm. A adubação de base realizada no sulco de semeadura foi de 350 kg ha⁻¹ da formulação 8-28-18 (N, P₂O₅, K₂O). Após 25 dias da semeadura (DAS), foi realizada a adubação de cobertura com 60 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia. Como tratamento fitossanitário, foi realizada aos 28 DAS a aplicação do fungicida piraclostrobina, na dose de 0,075 kg ha⁻¹.

A colheita manual da soja foi realizada em 13/03/2015, nessa ocasião foi avaliado o rendimento de grãos na área útil da parcela (4 linhas de 2 metros) e a massa específica das sementes. As plantas de soja foram debulhadas por trilhadeira acoplada

ao trator para separação dos grãos, determinando o peso total da área útil de cada unidade experimental. Duzentos grãos de cada parcela foram selecionados aleatoriamente, pesados e colocados em “cadinhos” e mantidos em estufa a 105°C por 24 horas, para a determinação de umidade.

Após a colheita da soja, em 16/03/2015, foi realizada a semeadura do feijão-azuki, crambe, milho e do capim-xaraés nas parcelas anteriormente tratadas com herbicidas residuais. Com a mesma semeadora de cinco linhas utilizada na semeadura da soja, foram sulcadas ou demarcadas as linhas dos dois ensaios sucessores, de forma com que a área foi adubada logo a seguir com 200 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-18 (N, P₂O₅, K₂O) como adubação de base. Foram semeadas manualmente seis linhas centrais de ambas as culturas, utilizando 15 kg ha⁻¹ de sementes para o crambe, 20 kg ha⁻¹ de sementes para o milho, 5 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis de valor cultural de 76% para o capim-xaraés e a densidade de 15 sementes por metro linear de sulco para o feijão-azuki. Após 25 dias da semeadura foi realizada a adubação de cobertura com 60 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia.

As parcelas experimentais das culturas sucessoras foram constituídas por seis fileiras, espaçadas em 0,45 metros, com cinco metros de comprimento linear, totalizando a área de 13,5 metros quadrados. Como área útil para amostragens e avaliações, foram consideradas as duas linhas centrais, descartando as bordaduras e também 0,50 metros de cada extremidade.

Em relação às plantas daninhas, foram realizadas duas avaliações, cuja primeira foi aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas na soja e a segunda aos 20 dias após a emergência das culturas subsequentes. Foi aplicado o método do quadrado inventário de ferro vazado, que se baseia na utilização de um quadrado de 0,5 x 0,5 m, colocado ao acaso no interior das parcelas. Foram coletadas duas amostras em cada parcela, e as plantas daninhas presentes foram identificadas por espécie, contadas e colocadas em sacos de papel Kraft para secagem em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas a 75°C, sendo posteriormente pesadas. Após a avaliação de plantas daninhas (20 DAE) foram retomadas as capinas na testemunha sem herbicida e nos demais tratamentos as parcelas foram mantidas capinadas até a colheita das culturas de safrinha.

A colheita do feijão-azuki foi realizada em 16/06/2015, e do crambe em 17/06/2015, todas de forma manual. Em ambas as colheitas, foram contadas todas as plantas da área útil da parcela (2 linhas de 2 metros) e escolhidas cinco plantas ao acaso

em cada parcela de crambe e de feijão-azuki para determinar os componentes de rendimento. Após a colheita, foram avaliados em ambas as culturas: total de grãos por parcela na área útil (quantidade), o peso da alíquota das cinco plantas e rendimento da parcela (peso total dos grãos da parcela). Além disso, no feijão-azuki foram contadas todas as vagens da área útil da parcela, determinando dessa forma, o número de grãos por vagem e número de vagens por planta. No crambe, obteve-se o número de sementes por planta. Nas duas culturas, mensurou-se o número de plantas por metro linear e o rendimento de grãos kg ha^{-1} .

As plantas de crambe e de feijão-azuki foram debulhadas por trilhadeira específica de ambas as culturas, cedida pela Fundação MS. Uma amostra de grãos do crambe e do feijão-azuki de cada parcela foram selecionados aleatoriamente, pesados e colocados em “cadinhos”, que foram mantidos em estufa a 105°C por 24 horas para a determinação de umidade.

A colheita manual do milho foi realizada no dia 19/06/2015. Na área útil (2 linhas de 2 m) foi realizada a pesagem de uma alíquota de cinco plantas, a contagem de todas as panículas e a coleta aleatória de cinco panículas uniformes. As alíquotas foram colocadas em sacos de papel e, a seguir, procedeu-se a secagem em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas a 75°C , obtendo, dessa forma, a massa seca.

Das panículas coletadas foram feitas as avaliações dos componentes de rendimento da cultura, sendo determinadas a massa seca, o diâmetro e a altura. Logo em seguida foram debulhadas manualmente e contadas todas as sementes. Determinaram a massa de mil grãos, massa da matéria seca e fresca da alíquota e da parcela e o rendimento de grãos em kg ha^{-1} . Para a massa de mil grãos, foram selecionados aleatoriamente, pesados e colocados em “cadinhos” que foram mantidos em estufa a 105°C por 24 horas, para determinação de umidade.

Para o capim-xaraés foram realizados dois cortes de uniformização a 25 cm do solo na área útil de cada parcela (2 linhas de 2 m), sendo o primeiro no dia 20 de maio de 2015 e o segundo no dia 18 de setembro de 2015. Antes de cada corte, foram retirados 10 perfilhos homogêneos para avaliação da relação lâmina: colmo. Foi mensurada a altura média da forrageira e retirada a parte aérea do capim para determinação do rendimento de forragem. A altura do dossel foi feita em cinco pontos aleatórios por parcela, utilizando régua graduada em centímetros. As leituras foram feitas com a régua posicionada sobre a superfície do solo e adotando como referência o horizonte das folhas ao redor da régua.

Para o rendimento de forragem e relação folha colmo foram feitas a pesagem de todo o capim fresco, pesagem dos dez perfilhos e a retirada de uma alíquota de aproximadamente 700 g e a pesagem desta. Para avaliação da relação lâmina:colmo, os 10 perfilhos coletados por parcela foram separados manualmente em lâminas foliares, colmos (colmos + bainhas foliares) e material morto, acondicionadas em sacos de papel, pesadas e depois encaminhadas para secagem em estufa de ventilação forçada a 65 °C por 72 horas até atingirem massa constante, e novamente pesadas. A relação lâmina:colmo foi calculada como sendo o quociente entre a massa seca de lâminas foliares e a massa seca de colmos.

Nas avaliações das características agronômicas do capim-xaraés, após separação dos componentes morfológicos, a alíquota foi retirada para determinação da matéria seca total e dos componentes lâmina foliar, colmo e material morto. Estas amostras também foram levadas à estufa a 65°C por 72 horas até atingir massa constante, obtendo-se a massa seca. A produtividade foi determinada a partir da área e da massa de forragem contida na área útil de amostragem e convertida em kg ha⁻¹.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$), e em casos de significância, as médias foram comparadas entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando o programa estatístico ASSISTAT[®] versão 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2009).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cultivo da soja, antecessora aos cultivos de safrinha, as variáveis rendimento de grãos e massa de cem grãos não apresentaram efeitos significativos para os herbicidas com efeito residual usados no controle das plantas daninhas na cultura da soja (Tabela 1). Estes efeitos não significativos são explicados pela seletividade dos herbicidas à cultura da soja. Apesar disso, autores como Artuzi e Contiero (2006); Dan *et al.* (2010); Melo *et al.* (2010) e Mancuso *et al.* (2011), afirmam que os herbicidas podem permanecer com um efeito residual sobre o solo, isto é, permanecer ativos permitindo o controle de plantas daninhas por um período de tempo mais longo do que o recomendado e causar fitointoxicação das culturas cultivadas em sucessão.

Tabela 1. Rendimento de grãos e massa de cem grãos de soja em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência cultivada antecedendo os cultivos de feijão-azuki, crambe, milho e pastagem de *Urochloa brizantha* cv Xaraés. Rio Verde, GO.

Tratamentos	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)				Massa de cem grãos (g)			
	Feijão-azuki	Crambe	Milho	Pastagem	Feijão-azuki	Crambe	Milho	Pastagem
T1	3.502,01	3.354,61	3.845,70	3.442,60	9,02	14,31	9,56	12,32
T2	3.438,29	3.352,03	3.803,50	3.586,02	13,16	10,80	10,54	11,16
T3	3.490,87	3.228,36	3.656,30	3.663,55	12,17	7,61	10,39	10,82
T4	3.256,63	3.449,83	3.506,60	3.384,15	8,22	13,03	9,54	10,04
T5	3.251,45	3.069,40	3.103,64	3.698,44	10,23	7,70	9,32	8,98
T6	3.397,70	3.396,90	3.532,50	3.766,80	10,42	11,12	10,40	8,42
T7	3.571,83	3.686,85	3.284,64	3.582,19	9,61	9,78	12,33	10,66
T8	3.344,49	3.408,32	3.298,13	3.537,62	11,03	12,82	12,61	10,72
T9	3.384,00	3.042,88	3.373,44	3.531,00	9,08	10,90	9,13	8,41
F	0,37 ^{ns}	1,66 ^{ns}	1,49 ^{ns}	0,46 ^{ns}	1,35 ^{ns}	1,51 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,59 ^{ns}
CV (%)	10,50	9,21	11,69	9,99	26,48	35,20	30,37	33,98

T1 - Imazethapyr (1,0 L ha⁻¹); T2 - Imazethapyr (1,5 L ha⁻¹); T3 - Fomesafen (60 g ha⁻¹); T4 - Fomesafen (90 g ha⁻¹); T5 - Chlorimuron (1,0 L ha⁻¹); T6 - Chlorimuron (1,5 L ha⁻¹); T7 - Chloransulan (47,6 g ha⁻¹); T8 - Chloransulan (71,4 g ha⁻¹) e T9 - Testemunha. ^{ns} não significativo segundo teste F. CV - Coeficiente de Variação.

A comunidade de plantas daninhas presente nos quatro ensaios foi composta por 20 espécies representadas por: *Ageratum conyzoides* (mentrasto), *Alternanthera tenella* (apaga-fogo), *Axonopus purpusii* (capim-mimoso), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho), *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Desmodium tortuosum* (desmódio), *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), *Eleusine indica* (pé-de-galinha), *Galinsoga parviflora* (botão-de-ouro), *Ipomoea purpurea* (corda-de-viola), *Nicandra physaloides* (joá-de-capote), *Panicum maximum* (capim-colonião), *Pennisetum setosum* (capim-custódio), *Phyllanthus tenellus* (quebra-pedra), *Ricinus communis* (mamona), *Sida rhombifolia* (guanxuma), *Solanum americanum* (maria-pretinha), *Tridax procumbens* (erva-de-touro) e *Urochloa plantaginea* (capim-marmelada).

Aos 30 DAA dos herbicidas, verifica-se os efeitos positivos no controle da comunidade de plantas daninhas, manifestada pela atividade residual dos herbicidas, se comparado a testemunha, que foi capinada até o fechamento da cultura da soja (Tabela 2). Mesmo não havendo efeitos significativos entre herbicidas e doses, nota-se baixa densidade de indivíduos e de acúmulo de massa seca da comunidade infestante nos quatro ensaios aos 30 DAA (Tabela 2). E estes efeitos perduraram durante o ciclo da

soja, apresentada pelas produtividades da cultura em todos os tratamentos e ensaios (Tabela 1).

Tabela 2. Densidade e massa seca da comunidade de plantas daninhas avaliadas aos trinta dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas aplicados em pós-emergência na soja e aos 20 dias após a emergência (DAE) dos cultivos de milho, feijão-azuki, crambe e pastagem de *Urochloa brizantha* cv Xaraés cultivada em sucessão a soja. Rio Verde, GO.

Tratamentos	30 DAA da soja							
	Densidade (n m ⁻²)				Massa seca (g m ⁻²)			
	Feijão-azuki	Crambe	Milheto	Pastagem	Feijão-azuki	Crambe	Milheto	Pastagem
T1	6,5	6,0	4,3*	12,0	0,37	0,66	0,46*	0,65
T2	2,5	4,0	7,0	9,0	0,06	0,22	0,12	0,27
T3	11,0	6,8	5,0	10,0	0,47	0,27	0,08	2,25
T4	3,8	7,3	9,3	11,0	0,16	0,28	0,25	0,77
T5	6,8	12,0	6,5	12,0	0,27	1,02	0,55	1,86
T6	9,5	5,8	5,8	5,0	0,33	0,34	0,12	5,20
T7	5,8	8,0	7,8	18,0	0,27	0,26	0,89	0,71
T8	9,0	6,5	5,3	11,0	0,28	0,39	0,95	2,25
T9	5,3	5,3	4,5	8,0	0,24	0,72	0,20	2,15
F	0,95 ^{ns}	2,03 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,65 ^{ns}	2,33 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,45 ^{ns}
CV (%)	9,32	6,81	8,02	8,58	10,69	9,14	10,78	12,35
Tratamentos	20 DAE das plantas cultivadas em sucessão							
	Densidade (n m ⁻²)				Massa seca (g m ⁻²)			
	Feijão-azuki	Crambe	Milheto	Pastagem	Feijão-azuki	Crambe	Milheto	Pastagem
T1	100,5	76,0	94,0*	15,0	23,54	9,32	8,54*	1,05
T2	87,5	55,5	114,0	11,0	17,95	4,52	12,92	0,73
T3	100,5	76,5	99,5	16,5	20,33	7,28	10,12	1,99
T4	98,0	75,0	104,0	24,0	20,31	10,17	14,45	1,96
T5	82,0	68,5	103,5	28,0	15,49	7,78	9,71	3,32
T6	79,5	83,5	141,0	24,0	10,83	8,05	11,46	3,07
T7	70,0	70,5	108,0	24,5	13,21	8,39	11,02	3,01
T8	73,0	62,0	105,0	38,5	13,62	8,34	9,11	2,06
T9	73,5	80,5	104,0	22,0	15,56	8,59	11,28	1,74
F	1,08 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,48 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1,23 ^{ns}
CV (%)	5,22	6,28	5,57	7,82	6,49	7,62	6,27	8,57

T1 - Imazethapyr (1,0 L ha⁻¹); T2 - Imazethapyr (1,5 L ha⁻¹); T3 - Fomesafen (60 g ha⁻¹); T4 - Fomesafen (90 g ha⁻¹); T5 - Chlorimuron (1,0 L ha⁻¹); T6 - Chlorimuron (1,5 L ha⁻¹); T7 - Chloransulan (47,6 g ha⁻¹); T8 - Chloransulan (71,4 g ha⁻¹) e T9 - Testemunha. ^{ns} não significativo segundo teste F. CV - Coeficiente de Variação. * Dados transformados em raiz (x) para análise.

Contudo, após a colheita da soja até os 20 DAE das culturas cultivadas em sucessão, percebe-se que não houve efeitos significativos dos herbicidas sobre a

comunidade de plantas daninhas nos quatro ensaios; porém, foram verificadas maiores densidades de indivíduos em relação as avaliações feitas aos 30 DAA (Tabela 2). Mesmo havendo baixo acúmulo de massa seca pela comunidade infestante aos 20 DAE, nota-se redução da atividade residual dos herbicidas para o controle de plantas daninhas ao comparar o fluxo germinativo destas a testemunha e também pela ausência de significância entre tratamentos (Tabela 2).

Segundo Raimondi et al. (2010) a atividade residual de herbicidas no solo é proporcional a dose empregada, a persistência e a capacidade do herbicida em permanecer na camada em que está o banco de sementes de plantas daninhas no solo, e que muitas vezes, a dose de um herbicida, eficiente para controle, pode apresentar restrita atividade residual. Neste caso, a atividade residual dos herbicidas foi suficiente para manter o controle de plantas daninhas na cultura da soja, mas não contribuíram na limitação do fluxo germinativo de plantas daninhas nas culturas sucessoras à soja (Tabela 2)

Na Tabela 3, são apresentados os resultados do desempenho agrônômico das culturas de feijão-azuki e do crambe cultivadas após a soja. No cultivo do feijão-azuki as variáveis número de plantas, número de vagens, número de grãos e massa de cem grãos não apresentaram efeitos significativos; já, a variável rendimento de grãos apresentou efeito significativo entre os diferentes herbicidas usados no controle das plantas daninhas na cultura da soja (Tabela 3). Foi observado que os herbicidas imazethapyr, fomesafen, chlorimuron e chloransulan, em ambas as doses testadas (100 e 150% da dose comercial), aplicados na soja não afetaram o rendimento de grãos do feijão-azuki cultivado em sucessão, pois não diferiram da testemunha capinada (Tabela 2).

Maiores rendimentos de grãos foram observados para os tratamentos com chloransulan em ambas as doses; contudo, não foi possível determinar, dentro da significância estatística, os prováveis efeitos associados a tais rendimentos, uma vez que, não houve diferenças estatísticas para a densidade e massa seca de plantas daninhas avaliadas aos 20 DAE da cultura (Tabela 2) e nem para os demais componentes de rendimento associados ao feijoeiro (Tabela 3).

Tabela 3. Número de plantas por metro linear (NP), número de vagens por planta (VP), número de grãos por vagem (GV), massa de cem sementes (MCS) e rendimento de grãos (RG) de feijão-azuki e número de plantas por metro linear (NP1), número de sementes por planta (SP), massa de mil sementes (MMS) e rendimento de grãos (RG1) de crambe cultivados em sucessão a soja em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência na soja. Rio Verde, GO.

Tratamentos	Feijão azuki					Crambe			
	NP	VP	GV	MCS	RG	NP1	SP	MMS	RG ¹
				g	kg ha ⁻¹			g	kg ha ⁻¹
T1	23,81	13,50	2,39	8,35	1.478,89 b	38,81	374,60	10,27	661,19
T2	23,88	17,35	2,75	7,16	1.419,51 b	42,81	414,50	10,48	568,11
T3	22,56	14,65	3,26	8,85	1.375,85 b	39,81	353,30	12,39	546,79
T4	22,25	15,55	3,53	7,26	1.647,95 b	38,25	401,50	11,06	648,57
T5	18,19	17,75	3,75	8,19	1.518,71 b	43,69	362,55	10,71	663,73
T6	22,00	14,70	3,97	8,48	1.659,41 b	37,56	365,65	10,00	595,26
T7	23,00	17,15	4,02	8,48	1.973,06 a	39,19	477,40	8,84	644,83
T8	25,50	16,10	3,74	8,43	1.992,58 a	34,75	373,95	12,67	588,10
T9	24,25	14,35	3,57	8,11	1.579,83 b	38,25	452,50	10,23	598,22
F	0,46 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1,49 ^{ns}	0,53 ^{ns}	3,10*	0,7 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,17 ^{ns}	0,26 ^{ns}
CV (%)	26,63	32,72	26,33	19,17	15,25	16,23	26,2	20,41	27,34

T1 - Imazethapyr (1,0 L ha⁻¹); T2 - Imazethapyr (1,5 L ha⁻¹); T3 - Fomesafen (60 g ha⁻¹); T4 - Fomesafen (90 g ha⁻¹); T5 - Chlorimuron (1,0 L ha⁻¹); T6 - Chlorimuron (1,5 L ha⁻¹); T7 - Chloransulan (47,6 g ha⁻¹); T8 - Chloransulan (71,4 g ha⁻¹) e T9 - Testemunha. ^{ns} não significativo, *significativo a 1% segundo teste F. CV - Coeficiente de Variação. Médias acompanhadas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Poucos são os trabalhos relatados na literatura sobre os efeitos ou a seletividade de herbicidas sobre o feijão-azuki. Em trabalhos com a seletividade do feijão-azuki com herbicidas aplicados em pós-emergência em Ontário, Canadá, Soltani et al. (2006) concluíram que a aplicação dos herbicidas fomesafen, sethoxydim, quizalofop-p-etil e imazamox mais fomesafen são seguros na cultura. Em aplicações em pré-plantio incorporado Soltani et al. (2005) concluíram que o imazethapyr foi o único herbicida que apresentou margem de segurança suficiente para seu uso no controle de plantas daninhas nesta cultura.

Também Shikkema et al. (2005) avaliando a performance de dimethenamid, clomazone, S-metolachlor e imazethapyr em aplicações em pré-emergência do feijão-azuki confirmaram a seletividade para o imazethapyr para esta modalidade de aplicação. Por outro lado, Sikkema et al. (2006) constataram que a aplicação de imazethapyr em pré-plantio em área cultivada com outras espécies de feijão reduziu a altura de plantas, a massa seca da parte aérea e a produtividade de grãos em 8, 18 e 12% na dose de 75 g ha⁻¹ e 19, 38 e 27% quando a dose do herbicida foi de 150 g ha⁻¹, respectivamente. Desta

forma, Soltani et al., (2005) recomendam a realização de experimentos em outras localidades, com diferentes condições climáticas e tipos de solo, envolvendo mais cultivares de feijão para formar um banco de dados seguro para o requerimento de registro do imazethapyr para aplicações em pré-plantio.

Para o feijoeiro comum, Procópio et al. (2009), trabalhando com a seletividade dos herbicidas chlorimuron, imazethapyr e cloransulam, aplicados em associação com o herbicida fomesafen em dez cultivares verificaram que os herbicidas foram fitotóxicos; porém, os sintomas mais severos foram observados no tratamento que continha chlorimuron. A associação de fomesafen com chlorimuron provocou reduções na altura das plantas e no acúmulo de massa seca da parte aérea, prolongando o ciclo de maturação de todos os cultivares.

Os autores verificaram também que o fomesafen isolado reduziu a produtividade de grãos dos cultivares BRS Timbó e BRS Vereda, e que adicionado ao imazethapyr reduziu a produtividade dos cultivares dos BRS Supremo, Timbó e Vereda. A adição de cloransulam, além de reduzir a produtividade desses três cultivares, também diminuiu a produtividade do cultivar BRS Requite. O imazethapyr mostrou potencial para ser utilizado na cultura do feijão.

No cultivo do crambe sucessor ao cultivo da soja, as variáveis número de plantas, número de grãos por planta, massa de cem grãos e rendimento de grãos não apresentaram efeito significativo para os diferentes herbicidas usados no controle das plantas daninhas na cultura da soja (Tabela 3). Para Kalsing e Vidal (2013), diversos fatores específicos, como as condições ambientais, os atributos do solo e o manejo da cultura, entre outros, podem afetar o nível de tolerância das culturas aos herbicidas para mais ou menos tolerante.

A atividade residual dos herbicidas não foi longa o suficiente para causar perdas da produtividade da cultura. Desta forma, para Timossi *et al.* (2013) a cultura do crambe se torna mais uma opção a ser cultivada em segunda safra, para áreas em que foram utilizadas as associações dos herbicidas na cultura da soja. De acordo com Oliveira Júnior (2002), o planejamento da rotação de culturas deve ser criterioso para evitar o efeito residual de herbicidas.

O rendimento de grãos de crambe ainda não está bem definido nas diferentes regiões de potencial para seu cultivo. Porém, conforme a Tabela 3, os valores obtidos foram considerados baixos quando comparado as médias obtidas por Pitol *et al.* (2010), de 500 a 1.500 kg ha⁻¹.

Em relação as variáveis avaliadas no milheto em decorrência dos tratamentos aplicados na soja não foram observados efeitos significativos para massa da matéria fresca e da matéria seca, número de panículas por metro, peso e comprimento de panícula e rendimento de grãos (Tabela 4). Em trabalho conduzido por Dan et al. (2011) com atividade residual de herbicidas pré-emergentes aplicados na cultura da soja os autores verificaram que os herbicidas imazethapyr e chlorimuron-ethyl não afetaram o rendimento da cultura, quando a semeadura do milheto foi realizada a partir de 80 dias após a aplicação e o fomesafen aos 120 dias, discordando dos resultados encontrados nesta pesquisa.

Tabela 4. Massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), número de panículas (NP), massa de panículas (MP), comprimento de panículas (CP), massa de mil sementes (MMS) e rendimento de grãos (RG) do milheto cultivado em sucessão a soja em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência na soja. Rio Verde, GO.

Tratamentos	MFT	MST	NP	MP	CP	MMS	RG ¹
	kg ha ⁻¹			g	cm	g	kg ha ⁻¹
T1	15.887,0	5.039,3	17,38	22,52	20,95	10,85	1.690,68
T2	16.418,7	5.908,0	15,44	26,64	22,55	11,32	1.559,32
T3	16.812,3	5.599,7	16,38	24,43	22,43	11,41	1.848,48
T4	19.006,1	5.656,0	18,94	26,07	23,87	10,43	1.869,22
T5	14.268,6	4.207,6	14,63	21,61	23,51	10,22	1.444,67
T6	14.368,5	4.741,7	14,81	22,30	23,39	11,02	1.501,76
T7	18.118,4	5.940,6	14,44	23,82	22,46	10,56	1.455,29
T8	14.755,9	4.575,5	13,31	21,55	22,46	10,41	1.694,52
T9	16.943,5	4.922,1	14,81	23,76	23,38	10,72	1.622,59
F	0,66 ^{ns}	0,52 ^{ns}	1,16 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,68 ^{ns}
CV (%)	24,47	23,51	20,48	15,75	9,18	10,46	23,41

T1 - Imazethapyr (1,0 L ha⁻¹); T2 - Imazethapyr (1,5 L ha⁻¹); T3 - Fomesafen (60 g ha⁻¹); T4 - Fomesafen (90 g ha⁻¹); T5 - Chlorimuron (1,0 L ha⁻¹); T6 - Chlorimuron (1,5 L ha⁻¹); T7 - Chloransulan (47,6 g ha⁻¹); T8 - Chloransulan (71,4 g ha⁻¹) e T9 - Testemunha. ^{ns} não significativo segundo teste F. CV - Coeficiente de Variação.

Semelhantemente ao que foi observado para o crambe a atividade residual dos herbicidas não foi suficiente para manifestar efeitos deletérios na cultura e afetar seu potencial produtivo. O rendimento de matéria seca da cultura e de grãos se encontram dentro da faixa considerada adequada para a cultura (Priesnitz et al., 2011; Queiroz et al., 2012).

Quanto as variáveis avaliadas na forrageira *U. brizantha* cv Xaraés estabelecida após o cultivo da soja, verificou-se que o uso de herbicidas residuais na

cultura antecessora não interferiu na altura de plantas, relação folha:colmo e no rendimento de massa seca de colmos, folhas, material morto e na massa seca da planta inteira nas duas épocas de corte, quando comparado a testemunha não tratada (Tabela 5), mostrando que a sucessão da soja com a forrageira se configura em alternativa promissora de cultivo, pois além da cultura do soja, ainda é possível obter o aproveitamento da braquiária tanto para alimentação animal, quanto como palhada para o sistema de plantio direto (TIMOSSI et al., 2007). Desta forma, verifica-se a importância de se avaliar o sistema de sucessão de culturas de forma integrada, para garantir a sustentabilidade em sistemas que envolvam agricultura e pecuária (PARIZ et al., 2009).

De forma geral não houve efeito da toxicidade dos herbicidas usados na soja sobre o crescimento e produção das culturas cultivadas em sucessão, bem como ausência de contribuição destes no controle de plantas daninhas nas culturas sucedâneas. Para Inoue et al. (2011) as diferenças entre os herbicidas podem ser atribuídas às características físicas e químicas específicas de cada produto e que lhes permitem persistir no solo por certos períodos de tempo. Tais características incluem, em especial, os valores da solubilidade em água e da partição octanol: água, que influenciam os processos de dissipação destes compostos no ambiente. Além disso, outros fatores, como as condições ambientais, os atributos do solo e o manejo da cultura, entre outros, afetam a dinâmica de herbicidas no solo. Particularmente, nesta pesquisa o excesso de precipitação ocorrida durante o ciclo da soja (Figura 1) pode ter contribuído para degradação mais rápida dos herbicidas abaixo da profundidade efetiva do sistema radicular das culturas de safrinha.

Tabela 5. Altura de plantas (AP), relação folha colmo (RFC) e massa seca total, de folhas, de colmos e de material morto da forrageira *Urochloa brizantha* cv Xaraés avaliadas no 1º e 2º corte após o cultivo da soja em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência na soja. Rio Verde, GO.

Tratamentos	1º corte					
	AP	RFC	Massa seca (kg ha ⁻¹)			
	cm		Total	Folha	Colmo	Material Morto
T1	84,85	1,26	3.618,95	1.943,09	1.583,73	92,13*
T2	87,55	1,15	3.811,89	1.953,71	1.707,01	151,17
T3	84,85	1,06	3.780,25	1.853,43	1.755,71	171,10
T4	77,65	1,17	3.945,03	1.993,45	1.781,03	170,55
T5	89,45	1,22	4.622,28	2.471,45	2.040,39	110,43
T6	84,70	1,14	3.989,45	2.030,97	1.792,54	165,93
T7	91,70	1,01	3.832,69	1.875,21	1.896,56	60,92
T8	87,50	1,14	4.352,52	2.229,96	1.969,11	153,45
T9	84,80	1,09	4.025,98	2366,88	1.449,64	209,46
F	0,83 ^{ns}	0,89 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,58 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,41 ^{ns}
CV (%)	10,06	14,43	14,16	17,02	24,06	10,01
Tratamentos	2º corte					
	AP	RFC	Massa seca (kg ha ⁻¹)			
	cm		Total	Folha	Colmo	Material Morto
T1	53,85	1,31	5.103,96	2.619,99	2.038,62	445,34
T2	48,90	1,32	4.519,69	2.374,94	1.780,30	364,45
T3	50,40	1,31	4.587,46	2.385,08	1.806,29	396,09
T4	50,40	1,33	4.324,54	2.046,75	1.632,65	645,13
T5	55,65	1,08	4.713,14	2.117,08	1.974,45	621,62
T6	55,15	1,24	4.262,17	1.979,41	1.653,64	629,13
T7	53,85	1,18	5.017,45	2.322,66	1.964,36	730,43
T8	56,05	1,12	4.794,74	2.174,57	2.163,58	456,59
T9	46,95	1,18	5.154,19	2.428,98	2.125,62	599,59
F	1,37 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,83 ^{ns}
CV (%)	10,67	25,32	22,30	25,61	28,81	8,01

T1 - Imazethapyr (1,0 L ha⁻¹); T2 - Imazethapyr (1,5 L ha⁻¹); T3 - Fomesafen (60 g ha⁻¹); T4 - Fomesafen (90 g ha⁻¹); T5 - Chlorimuron (1,0 L ha⁻¹); T6 - Chlorimuron (1,5 L ha⁻¹); T7 - Chloransulan (47,6 g ha⁻¹); T8 - Chloransulan (71,4 g ha⁻¹) e T9 - Testemunha. ^{ns} não significativo segundo teste F. CV - Coeficiente de Variação.* Dados transformados em raiz (x) para análise.

1.4 CONCLUSÕES

Os herbicidas nas doses testadas foram eficazes no controle de plantas daninhas na cultura da soja e não afetaram seu rendimento.

Não houve contribuição dos herbicidas aplicados na soja no controle de plantas daninhas nas culturas cultivadas em sucessão à soja.

A atividade residual dos herbicidas não afetou o desempenho das culturas de feijão-azuki, crambe, milheto e capim-xaraés, exceto o uso do chloransulan no feijão-azuki. Desta forma, é necessária a replicação das pesquisas em outras condições climáticas e edáficas para consolidação dos resultados.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTUZI, J.P.; CONTIERO, R.L. Herbicidas aplicados na soja e produtividade do milho em sucessão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1119-1123, 2006.

BAEZ, O. **Crambe a grande aposta das pesquisas no Mato Grosso do Sul**. Pantanal News, 2007. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/emfoco/crambe-a-grande-aposta-das-pesquisas-domato-grosso-do-sul.htm>> Acesso em: 20 jan. 2016.

COBUCCI, T. Plantas daninhas e seu manejo. In: SANTOS, A.B. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 633-682.

CONCENÇO, G., SILVA, C.J., STAUT, L.A., PONTES, C.S., LAURINDO, L.C.A.S., SOUZA, N.C.D.S. Weeds occurrence in areas submitted to distinct winter crops. **Planta Daninha**, v. 30, n. 4, p. 747-755, 2012.

DAN, H. de A.; DAN, L.G. de M.; BARROSO, A.L. de L.; OLIVEIRA NETO, A.M. de; GUERRA, N. Resíduos de herbicidas utilizados na cultura da soja sobre o milho cultivado em sucessão. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 86-91, 2012.

DAN, H.A.; DAN, L.G.M.; BARROSO, A.L.L.; PROCÓPIO, S.O.; OLIVEIRA JR., R.S.VI; SILVA, A.G.; LIMA, M.D.B.; FELDKIRCHER, C. Residual activity of herbicides used in soybean agriculture on grain sorghum crop succession. **Planta Daninha**, v. 28, n. 5, p. 1087-1095, 2010.

DAN, H.A., DAN, L.G.M., BARROSO, A.L.L., PROCÓPIO, S.O., OLIVEIRA JR., R.S., ASSIS, R.L., SILVA, A.G. FELDKIRCHER, C. Atividade residual de herbicidas pré-emergentes aplicados na cultura da soja sobre o milheto cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 437-445, 2011.

FIETZ, C.R.; RANGEL, M.A.S. Época de semeadura da soja para a região de Dourados - MS, com base na deficiência hídrica e no fotoperíodo. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 666-672, 2008.

FLORES, R.S.; EUCLIDES, V.P.B.; ABRÃO, M.P.C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R.A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1355-1365, 2008.

FUNDAÇÃO MS. **Crambe** (*Crambe abyssinica* Hochst) uma opção rentável para a safrinha. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

INOUE, M.H.; SANTANA, C.T.C., OLIVEIRA JR., R.S.; POSSAMAI, A.C.S.; SANTANA, D.C.; ARRUDA, R.A.D.; DALLACORT, R.; SZTOLTZ, C.L. Efeito residual de herbicidas aplicados em pré-emergência em diferentes solos. **Planta Daninha**, v. 29, n.2, p.429-435, 2011.

JASPER, S.P., BIAGGIONI, M.A.M., SILVA, P.R.A., SEKI, A.S., BUENO, O.S. Análise energética da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) produzida em plantio direto. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.3, p.395-403, 2010.

KALSING, A.; VIDAL, R.A. Seletividade de herbicidas residuais ao feijão-comum durante o período inicial da fase vegetativa. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 411-417, 2013.

MACHADO, L.A.Z.; VALLE, C.B. do. Desempenho agrônômico de genótipos de capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.11, p.1454-1462, nov. 2011.

MACHADO, L.A.Z.; ASSIS, P.G.G. de. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.415-422, 2010.

MANCUSO, M.A.C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“*Carryover*”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p.151-164, 2011.

MARQUES, R.P.; RODELLA, R.A.; MARTINS, D. Controle químico em pós-emergência de espécies de *Brachiaria* em três estádios vegetativos. **Arquivo Instituto Biológico**, v.78, n.3, p.409-416, 2011.

MELO, C.A.D.; MEDEIROS, W.N; TUFFI SANTOS, L.D; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, G.L; PAES, F.A.S. et al. Efeito residual de sulfentrazone, isoxaflutole e oxyfluorfen em três solos. **Planta Daninha**, v.28, n.4, p.835-842, 2010.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S. **Conceitos importantes no estudo do comportamento de herbicidas no solo**. Boletim informativo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.27, n.2, p.9-12, 2002.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M.A.A.; BERGAMASCHINE, A.F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLI, C.A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, n.4, p.360-370, 2009.

PINTO, J.J.O.; NOLDIN, J.A.; SOUSA, C.P.; AGOSTINETTO, D.; PIVETA, L.; DONIDA, A. Atividade residual de imazethapyr + imazapic em arroz semeado em rotação com o arroz Clearfield®. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 205-216, 2011.

PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: Crambe**. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60 p.

PRIESNITZ, R.; COSTA, A.C.T. da; JANDREY, P.E.; FRÉZ, J.R. da S.; DUARTE JÚNIOR, J.B.; Oliveira, P. S. R. de. Espaçamento entre linhas na produtividade de biomassa e de grãos em genótipos de milho pérola. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 485-494, 2011.

PROCOPIO, S.O.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CRUVINEL, K.L.; BETTA, M.; BRAZ, G.B.P.; FRAGA FILHO, J.J.S.; CUNHA JÚNIOR, L.D. Potencial de uso dos herbicidas chlorimuron-ethyl, imazethapyr e cloransulam-methyl na cultura do feijão. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 327-336, 2009.

QUEIROZ, D.S.; SANTANA, S.S.; MURÇA, T.B.; SILVA, E.A.; VIANA, M.C.M.; RUAS, J.R.M. Cultivares e épocas de semeadura de milho para produção de forragem. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.13, n.2, p.318-329, 2012.

RAIMONDI, M.A.; OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D.F.; ARANTES, J.G.Z.; FRANCHINI, L.H.; RIOS, F.A.; BLAINSKI, E.; OSIPE, J.B. Atividade residual de herbicidas aplicados ao solo em relação ao controle de quatro espécies de *Amaranthus*. **Planta Daninha**, v. 28, suplemento, p. 1073-1085, 2010.

RESENDE, O.; FERREIRA, L.U.; ALMEIDA, D.P. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem do feijão adzuki (*Vigna angularis*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.2, p.171-178, 2010.

SIKKEMA, P.H.; ROBINSON, D.E.; SHROPSHIRE, C.; SOLTANI, N. Tolerance of otebo bean (*Phaseolus vulgaris*) to new herbicides in Ontario. **Weed Technology**, v. 20, n. 4, p. 862-866, 2006.

SIKKEMA, P.H.; SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; ROBINSON, D.E. Response of adzuki bean to pre-emergence herbicides. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 86, n. 2, p. 601-604, 2006.

SILVA, A.G.; FARIAS JÚNIOR, O.L.; FRANÇA, A.F.S.; MIYAGI, E.S.; RIOS, L.C.; MORAES FILHO, C.G.; FERREIRA, J.L. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de milho sob adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.1, p. 67 - 75, 2012.

SOLTANI, N.; NURSE, R.E.; VAN EERD, L.L.; VYN, R.J.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P.H. Weed control, environmental impact and profitability with trifluralin plus reduced doses of imazethapyr in dry bean. **Crop Protection**, v.29, n.4, p.364- 368, 2010.

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

SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; ROBINSON, D.E.; SIKKEMA, P.H. Sensitivity of adzuki bean (*Vigna angularis*) to preplant-incorporated herbicides. **Weed Technology**, v. 19, n. 4, p. 897-901, 2005.

TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Revista Bragantia**, v. 66, n. 4, p.617-622, 2007.

TIMOSSI, P.C.; SILVA, W.S.; LIMA, S.F.; ALVES, V.F.; ALMEIDA, D.P. Efeito residual de herbicidas na cultura do crambe em sucessão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.3, p.277-284, 2013.

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; MOURA, W. M. Comportamento do feijão azuki em diferentes épocas de plantio em Coimbra e Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v.47, n.272, p. 411-420, 2000.

WALPERES, K.C.; REIS, M.R.; CARNEIRO, G.D.O.P.; ROCHA, B.H.; DIAS, R.C.; MELO, C.A.D.; GONÇALVES, C.D. Residual effect of metribuzin in the soil on the growth of garlic, onion and beans. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.14, n.1, p.64-72, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura da soja foi beneficiada com os herbicidas residuais usados em pós-emergência pela eficiência no controle de plantas daninhas. Porém, este controle pela atividade residual destes herbicidas não se estendeu até as culturas de safrinha. Todos os tratamentos usados não promoveram fitotoxicidade às culturas cultivadas após a soja, sendo que este efeito pode estar associado a intensidade pluviométrica que ocorreu durante o cultivo da soja, que pode ter contribuído na degradação ou lixiviação dos herbicidas.