

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

FREDERICO ALVES PINTO VELOSO

**ESTABELECIMENTO DE SORGO GRANÍFERO E MILHO APÓS A APLICAÇÃO
DE HERBICIDAS UTILIZADOS NA CULTURA DA SOJA**

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2017

FREDERICO ALVES PINTO VELOSO

**ESTABELECIMENTO DE SORGO GRANÍFERO E MILHO APÓS A APLICAÇÃO
DE HERBICIDAS UTILIZADOS NA CULTURA DA SOJA**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Viçosa como parte das
exigências para a obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo. Modalidade: trabalho científico.**

Orientador: Professor Leonardo Duarte Pimentel

Coorientador: Matheus Ferreira França Teixeira

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2017

FREDERICO ALVES PINTO VELOSO

**ESTABELECIMENTO DE SORGO GRANÍFERO E MILHO APÓS A APLICAÇÃO
DE HERBICIDAS UTILIZADOS NA CULTURA DA SOJA**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Viçosa como parte das
exigências para a obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo. Modalidade: trabalho científico.**

APROVADO:

Prof. Dr. Leonardo Duarte Pimentel
(Orientador)
(UFV)

*A Deus, meus familiares e aos
meus amigos...
companheiros de todas as horas...*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Rui Veloso Filho (*in memoriam*) e Maria Geralda de Fátima Pinto Veloso e aos meus irmãos Pierre Vinícius Pinto Gonçalves e Isadora Alves Pinto Veloso pela paciência e apoio nesses anos de graduação.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial, aos Mestres que me incentivaram durante todo o caminho.

Ao Professor Leonardo Duarte Pimentel pela orientação e apoio.

Ao Doutorando Matheus Ferreira França Teixeira pela co-orientação, paciência e apoio

Ao Professor Moacil Alves de Souza pelo carinho, apoio e conselhos durante toda caminhada.

As Professoras, Sonia Corina Hess e Gloria Regina Botelho pelo carinho e amizade.

Aos amigos e amigas da Agro 14 pela amizade e companheirismo ao longo desses anos.

Aos amigos das repúblicas, em especial, à família FUD³ que me acolheu.

Aos meus familiares, pelo apoio incondicional.

Aos amigos do Sul, Uberlândia e Brasilândia de Minas.

A todos, que de alguma maneira contribuíram para conclusão do curso e realização desse trabalho.

“Um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou TV. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é o seu. Para um dia plantar as suas próprias árvores e dar-lhes valor. Conhecer o frio para desfrutar o calor. E o oposto. Sentir a distância e o desabrigo para estar bem sob o próprio teto. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser. Que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver”

Amyr Klink

RESUMO

A principal cultura produzida no Brasil é a soja. Dentre as medidas tomadas para o aumento da produtividade por área, destaca-se o controle de plantas daninhas. O controle plantas de daninhas na cultura é realizado por meio da aplicação de herbicidas, normalmente com efeito residual longo. No entanto, culturas como o milho e sorgo são cultivadas logo após a e podem ter o seu desenvolvimento comprometido devido ao efeito residual desses herbicidas. Objetivou-se com este trabalho avaliar o estabelecimento das culturas do sorgo e milho após a aplicação de herbicidas utilizados na cultura da soja. Foram conduzidos 2 experimentos em vasos plásticos preenchidos com 20 litros de solo, avaliando-se o efeito residual na cultura do sorgo e do milho. O esquema fatorial adotado foi $5 \times 5 \times 2 + 1$, sendo: 5 herbicidas (sulfentrazone, chlorimuron, clomazone, imazethapyr e fomesafen); 5 épocas de semeadura (75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação dos herbicidas), 2 solos (arenoso e argiloso) e uma testemunha onde não foi feita aplicação de herbicidas. Para o tratamento realizado em solo argiloso com a cultura do sorgo, apenas com os herbicidas sulfentrazone e chlorimuron foi possível obter plantas sem sintomas de fitotoxicidade, aos 120 dias após a aplicação (DAA). O mesmo ocorre para o solo arenoso entretanto, nesse caso aos 105 DAA, devido à baixa sorção dos herbicidas nesse solo. Para a cultura do milho foi possível obter plantas sem sintomas fitotoxicidade em solo argiloso a partir dos 105 dias após aplicação dos herbicidas imazethapyr, sulfentrazone e chlorimuron. No experimento realizado em solo arenoso, os herbicidas sulfentrazone e chlorimuron não apresentaram quaisquer efeitos à cultura do milho, provavelmente devido à lixiviação. O herbicida imazethapyr apresentou os mesmos resultados em solo argiloso, onde foi possível obter plantas saudáveis aos 105 DAA. Portanto, só é indicado o cultivo de sorgo em solo argiloso após 120 DAA dos herbicidas sulfentrazone e chlorimuron; e em solo arenoso aos 105 DAA. Já para a cultura do milho, sugere-se a realização do plantio em solo argiloso 105 DAA dos herbicidas imazethapyr, sulfentrazone e chlorimuron; em solo arenoso, a indicação é de 75 DAA para o sulfentrazone e chlorimuron e de 105 DAA para o imazethapyr.

Palavras-chave: Safrinha, sulfentrazone, chlorimuron, fomesafen, fitotoxicidade.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1. LOCALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	11
2.2. EXPERIMENTOS	11
2.3. Delineamento experimental.....	12
2.4. Implantação e condução.....	13
2.5. Características avaliadas	13
2.5.1. Fitotoxicidade.....	13
2.5.2. Acúmulo de matéria seca	13
2.6. Análises estatísticas.....	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
3.1. EXPERIMENTO I: EFEITO DOS HERBICIDAS NA CULTURA DO SORGO.....	14
3.2. EXPERIMENTO II: EFEITO DOS HERBICIDAS NA CULTURA DO MILHO.....	17
4. CONCLUSÃO	22
5. REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por alimentos e fibras impõe uma constante pressão sobre áreas agrícolas e recursos naturais, direcionando a agricultura moderna para sistemas de produção que garantam a elevação da produtividade das culturas e reduzam os impactos negativos sobre o meio ambiente (CRUZ et al., 2010). Um dos problemas enfrentados pela agricultura moderna é a presença de resíduo de herbicidas na sucessão de culturas. Em sucessão, ocorre em determinadas épocas, problemas de fitotoxicidade a herbicidas, em função de resíduos encontrados no solo, provenientes de aplicações das culturas antecessoras. Essa condição é dependente de fatores ambientais e das características físico-químicas dos herbicidas (KARAM, 2007).

A produção das principais culturas agrícolas ocorre ao longo de um ano e não necessariamente coincide com o início do mês de janeiro e o fim de dezembro (PEREIRA FILHO, 2015). O milho ou sorgo “safrinha” são definidos como culturas de sequeiro cultivado extemporaneamente, de janeiro a abril, quase sempre depois da soja precoce e em pequena proporção, após o milho de verão e o feijão das águas (DUARTE, 2001). Esse sistema de cultivo, além do estímulo econômico, também consiste numa prática de uso racional da terra, possibilitando melhor aproveitamento da adubação residual da cultura principal, maior produção de grãos/ha/ano e otimização do uso dos equipamentos agrícolas (SILVA, 1999).

Segundo Silva et al. (1999), nessa exploração tanto na cultura antecessora como na sucessora, o controle das plantas daninhas é feito normalmente através do método químico. Os herbicidas, dependendo de sua estrutura química e das condições edafoclimáticas, podem não ser completamente degradados durante o ciclo da cultura principal, deixando resíduos indesejáveis no solo, os quais podem afetar a cultura subsequente e comprometer o ambiente. Dentre os herbicidas mais utilizados na cultura da soja destacam-se o chlorimuron, clomazone, fomesafen, imazethapyr e sulfentrazone.

O herbicida chlorimuron-ethyl atua na inibição da enzima acetolactato sintase (ALS), que atua na rota de síntese dos aminoácidos ramificados valina, leucina e isoleucina (PROCÓPIO et al, 2007). A redução dos níveis destes aminoácidos acarreta sérios distúrbios na produção de proteína celular, interferindo no crescimento celular, promovendo necrose no meristema apical e paralisação do mesmo (FLECK, 1993). É absorvido principalmente pelas folhas e translocado via xilema e floema. No solo apresenta adsorção e lixiviação moderada e meia-vida de 40 dias. A persistência é maior em solos com pH elevado; em solos ácidos e com clima quente, a persistência é baixa (VARGAS E ROMAN, 2006)

O Clomazone {2-[(2-clorofenil)metil]-4,4-dimetil-3-isoxazolidionona} é herbicida do grupo químico isoxazolidinona, recomendado à cultura de soja para controlar em pré-emergência gramíneas anuais e perenes e algumas folhas largas. É absorvido pelos meristemas apicais, raízes e colo da planta, translocando-se via xilema (VARGAS E ROMAN, 2006). O herbicida clomazone é moderadamente persistente no solo, com meia-vida variando de 5 a 29 dias é média de 19 dias, em função do tipo de solo. Algumas propriedades da molécula de clomazone são indicativos de que ele apresenta potencial de deslocamento no ambiente por

volatilização ou junto à lâmina de água durante a irrigação e drenagem, podendo ocasionar toxicidade às plantas sensíveis (NOLDIN, 2001).

O fomesafen é herbicida do grupo químico difeniléteres, cujo mecanismo de ação é a inibição de enzima Protox. É registrado no Brasil para controlar em pós-emergência precoce (2-4 folhas) as plantas daninhas de folhas largas nas culturas de soja e feijão. É absorvido pelas folhas e pouco pelas raízes. Adsorção e lixiviação sem informação. Possui persistência elevada na dose recomendada, com meia vida de 100 dias (VARGAS E ROMAN, 2006).

O imazethapyr é herbicida que pertence ao grupo químico imidazolinona e age inibindo a enzima ALS, resultando no bloqueio da síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. É registrado no Brasil para uso exclusivo na cultura de soja, no controle de plantas daninhas folhas largas e estreitas em pós-emergência. O imazethapyr é herbicida sistêmico, absorvidos pelas folhas e raízes. É fracamente adsorvido em solo com pH elevado, todavia, esta adsorção aumenta em pH baixo, sendo também pouco lixiviado. Apresenta lenta degradação no solo (meia-vida de 60 dias), podendo causar toxicidade a algumas culturas de inverno que forem cultivadas em sucessão à soja tratada com esse herbicida (VARGAS E ROMAN, 2006).

O herbicida sulfentrazone, pertencente ao grupo das aril-triazolinonas, é inibidor da protoporfirinogênio oxidase (Protox), a qual é responsável pela oxidação do protoporfirinogênio a protoporfirina IX, na biossíntese da clorofila. Esse herbicida possui excelente atividade pré-emergente no solo para controle de plantas daninhas dicotiledôneas e diversas espécies monocotiledôneas (FMC corp., 1995), sendo amplamente utilizado no controle de plantas daninhas de biótipos resistentes à acetolactato sintase – ALS, na cultura da soja. A sua meia-vida no solo é estimada entre 110 e 280 dias, variando a partir das condições edafoclimáticas locais (VIVIAN et al., 2006).

Embora os herbicidas apresentem grandes vantagens para o produtor, é muito importante conhecer o seu comportamento no ambiente, principalmente no solo, pois alguns podem apresentar longo período residual e causar danos à cultura subsequente, efeito chamado de “carryover” (ESCHER, 2001). Segundo SILVA et al., (2005), muitos herbicidas são aplicados diretamente no solo; outros, embora usados após a emergência das plantas, também acabam chegando até ele, direta ou indiretamente. Assim, é fundamental que se conheça a forma como essas substâncias se comportam em determinado ambiente.

Diante disso, faz-se necessário avaliar o efeito residual desses herbicidas no cultivo de milho e sorgo em sucessão. O uso seguro e eficiente desses herbicidas requer conhecimentos para detecção da presença de seus resíduos no solo, sua seletividade para as culturas (COBUCCI, 1996).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o estabelecimento das culturas do sorgo e milho após a aplicação de herbicidas utilizados na cultura da soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. LOCALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Dois experimentos foram conduzidos no município de Viçosa-MG, em ambiente ao ar livre localizado no campo experimental Diogo Alves de Melo (lat 20° 45' 14" S, long 42° 52' 55" O e alt 648 m), pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV). O período de execução do trabalho foi de setembro de 2016 a janeiro de 2017 e as condições climáticas referentes à época de realização do experimento estão apresentadas na Figuras 1.

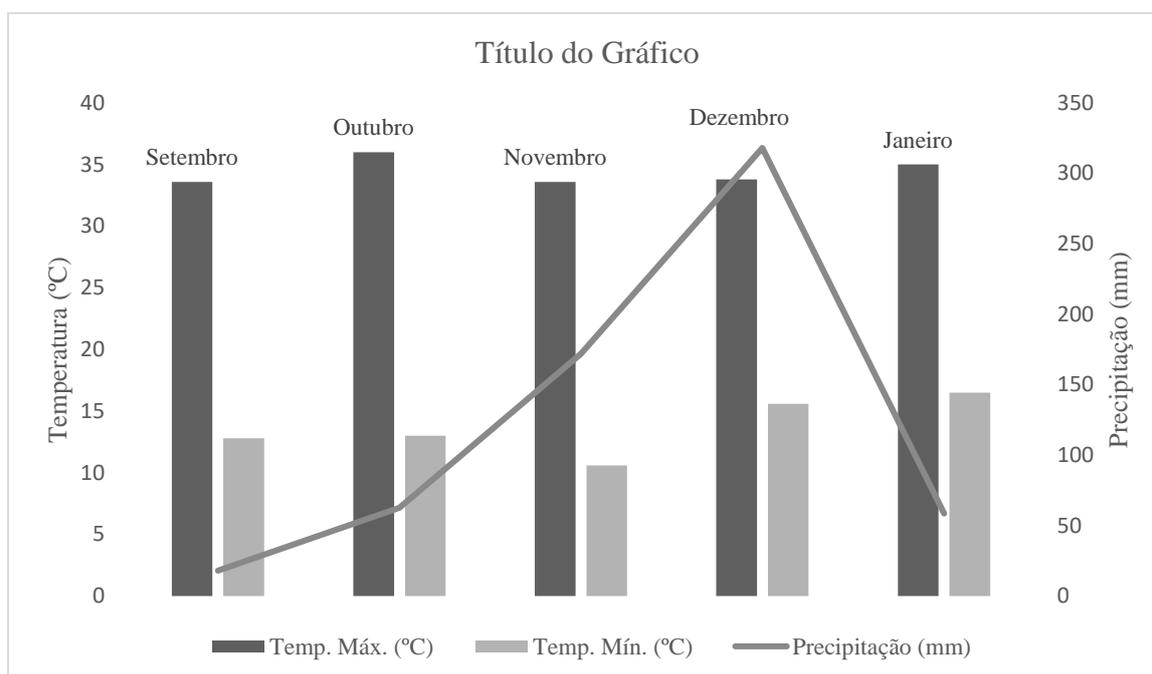


Figura 1. Distribuição mensal da precipitação (chuva) e das médias das temperaturas máxima e mínima, durante o período de condução dos experimentos. Viçosa, 2016/17.

2.2. EXPERIMENTOS

No primeiro experimento, foi avaliado o desenvolvimento de plantas de sorgo cultivar BM 737 (Biomatrix) em solo arenoso e argiloso semeadas aos 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação (DAA) de herbicidas registrados para uso na cultura da soja.

No segundo experimento, foi avaliado o desenvolvimento de plantas de milho cultivar DKB 230 PRO3 (Dekalb) em solo arenoso e argiloso semeadas aos 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação (DAA) de herbicidas registrados para uso na cultura da soja.

Os solos utilizados no experimento foram coletados em regiões agrícolas do cerrado brasileiro (Sorriso-MT e Correntina-BA) (Tabelas 1 e 2). Os herbicidas e suas respectivas doses estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 1. Resultados da análise física de amostra do solo dos municípios de Sorriso-MT e Correntina-BA para profundidade de 0-20 cm.

Solo	Análise física			
	Argila	Silte	Areia	Classe textural
	(Dag Kg ⁻¹)			
Sorriso (MT) 0-20 cm	46	8	46	Argila
Correntina (BA) 0-20 cm	9	10	81	Areia-franca

Tabela 2. Resultados da análise química de amostra do solo dos municípios de Sorriso-MT e Correntina-BA para profundidade de 0-20 cm.

Solo	Análise química												
	pH	P	K	Ca	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al	SB	T	T	V	M	MO
	(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)					(Cmolc dm ⁻³)				(%)		(Dag kg ⁻¹)
Sorriso (MT) 0-20 cm	5,5	14,1	157	1,9	0,9	0,1	5,1	3,2	3,3	8,3	39	3	3,5
Correntina (BA) 0-20 cm	5,8	17,1	32	2,3	0,3	0	2,6	3,7	3,7	6,3	59	0	2,3

Análises realizadas no Laboratório de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. pH em água, KCl e CaCl₂: relação 1:2,5. P, Na, K, Fe, Zn, Mn, Cu: extrator Mehlich-1. Al, Ca e Mg: extrator KCl – 1 mol L⁻¹. H + Al: extrator Ca (OAc)₂ 0,5 mol L⁻¹ pH 7,0.

Tabela 3. Herbicidas e respectivas doses de ingrediente ativo por hectare (valores segundo dosagem comercial).

Nome comercial	Nome comum	Dose (i.a. ha ⁻¹) ¹
Boral 500 SC	Sulfentrazone	0,6 kg
Classic	Chlorimuron	0,02 kg
Gamit	Clomazone	0,8 kg
Pivot DG	Imazethapyr	0,2 kg
Flex	Fomesafen	0,25 kg

¹ Ingrediente ativo (i.a.) aplicado por hectare (ha)

2.3. Delineamento experimental

Para cada ensaio, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições. Os dois experimentos (sorgo e milho) foram arranjados em esquema fatorial 5x5x2+1 sendo: 5 herbicidas (sulfentrazone, chlorimuron, clomazone, imazethapyr e fomesafen); 5 épocas de semeadura (75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação dos herbicidas), 2 solos (arenoso e argiloso) e uma testemunha onde não foi feita aplicação de herbicidas. Para os experimentos, cada unidade experimental constituiu-se por vasos plásticos com capacidade de 20 litros preenchidos com os solos.

2.4. Implantação e condução

A aplicação dos herbicidas foi realizada com auxílio de um pulverizador costal equipado uma barra contendo duas pontas de pulverização 8002, pressurizado a CO₂, calibrado na pressão 3 bar, aplicando o equivalente a 100 L ha⁻¹ de calda para todos os herbicidas testados.

Na ocasião da semeadura em cada época estabelecida, foram utilizadas 4 sementes de sorgo e milho respectivamente. As adubações de plantio para cada espécie foram feitas com base na análise de cada solo e referenciadas pela 5ª aproximação (CFSMG, 1999).

Após a semeadura, os vasos foram irrigados diariamente e a cada sete dias foram realizadas irrigações com solução balanceada e completa de macro e micronutrientes, com as seguintes concentrações (mg L⁻¹): macronutrientes: 182 de N-NO₃; 42 de N-NH₄; 31 de P; 195 de K; 120 de Ca; 48 de Mg; 64 de S-SO₄; e micronutrientes: 0,5 de B; 0,02 de Cu; 5,0 de Fe; 0,5 de Mn; 0,05 de Zn e 0,01 de Mo da mesma forma para as duas espécies (Salvador et al., 1999).

A colheita e as tomadas de dados referentes à fitotoxicidade e acúmulo de matéria seca foram realizados aos 28 dias após a semeadura das espécies em cada época de avaliação.

2.5. Características avaliadas

2.5.1. Fitotoxicidade

Foram avaliados visualmente os sintomas de fitotoxicidade nas plantas de sorgo e milho aos 28 dias após semeadura de cada espécie, adotando-se a escala de notas de 0 a 100, proposta pela EWRC (1964) modificada por Frans (1972), onde 0 representa a ausência de sintomas e 100 representa a morte da planta.

2.5.2. Acúmulo de matéria seca

Aos 28 dias após a semeadura das espécies, as plantas foram cortadas rente à superfície do substrato e a raiz lavada para remoção do solo a esta aderido. O material foi levado a estufa com circulação forçada de ar a 72°C, até massa constante, para determinação da matéria seca total.

2.6. Análises estatísticas

Realizou-se a análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. As médias dos tratamentos para acúmulo de matéria seca foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Realizou-se a análise de regressão para fitotoxicidade ao longo do tempo. Para as análises mencionadas utilizaram-se os softwares SAS e SIGMAPLOT 12.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. EXPERIMENTO I: EFEITO DOS HERBICIDAS NA CULTURA DO SORGO

Na Figura 3.a, estão apresentadas as notas de fitotoxicidade no solo argiloso do município de Sorriso-MT, observa-se que o herbicida chlorimuron, utilizado na dose recomendada (0,02 kg/ha), causou toxicidade às plantas de sorgo quando essas foram semeadas 75 dias após a aplicação (DAA). Dentre os sintomas observados nas plântulas, destacam a redução na altura e clorose acentuada nas folhas, baixo percentual de emergência de plântulas e germinação e emergência lentas. Nos seguintes dias após a aplicação, houve um decréscimo na taxa de fitotoxicidade das plântulas, observando que na semeadura de 135 DAA os sintomas de fitotoxicidade aproximam-se da nulidade, caracterizando a ausência quase que total do herbicida. A mesma tendência é acompanhada pelo herbicida sulfentrazone, que apesar de apresentar um percentual de fitotoxicidade maior aos 75 DAA e apresenta um baixo nível de fitotoxicidade aos 135 DAA.

Por outro lado, para os herbicidas fomesafen, clomazone e imazethapyr, os sintomas de fitotoxicidade alcançaram a totalidade de plântulas aos 75 DAA, sintomas como a não germinação, clorose acentuada nas folhas e epicótilo e redução do tamanho foram detectados.

Dentre os citados, o herbicida fomesafen foi o que apresentou maior nível de fitotoxicidade, os sintomas citados foram detectados na totalidade de plântulas nas semeaduras de 90 e 105 DAA, observou-se uma leve queda no grau de toxicidade aos 120 e 135 DAA, porém, cerca de 90% das plântulas ainda apresentaram sintomas de fitotoxicidade. De acordo com JOHNSON e TALBERT (1993), a degradação do fomesafen em solos anaeróbicos ocorre em menos de três semanas, enquanto em condições aeróbicas ele requer de 6 a 12 meses. Devido as condições de capacidade de campo ao qual os solos foram mantidos juntamente com as características físico-químicas, a degradação do fomesafen pode ter sido influenciada.

Na figura 3.b, está representado o percentual da fitotoxicidade em solo arenoso oriundo do município de Correntina-BA. Apesar de se tratar de um solo com características químicas e físicas distintas do tratamento anterior, nota-se que os herbicidas com maior e menor sintomas de fitotoxicidade foram os mesmos. Os herbicidas chlorimuron e sulfentrazone aos 75 DAA obtiveram aproximadamente 50 % de fitotoxicidade e a perda por lixiviação acompanha o solo

anterior; sintomas de fitotoxicidade foram aparentes. Aos 135 DAA essa taxa se aproxima da nulidade em ambos, o que corrobora com o observado anteriormente. Diferente do que ocorreu com as moléculas anteriores, tratando dos herbicidas com níveis mais tóxicos, aos 75 DAA nota-se que em sua totalidade ambos foram extremamente fitotóxicos as plantas de sorgo, atingindo o nível de 100% de fitotoxicidade. Porém, por se tratar de um solo mais arenoso fica nítido que o potencial de lixiviação é maior nessa situação.

O herbicida fomesafen manteve-se como o mais tóxico entre os demais; é possível notar que aos 90 DAA o herbicida ainda causa 100 % de fitotoxicidade no sorgo. Santos (1991) em trabalho realizado em sistema convencional de plantio de feijão, constatou que o fomesafen causou redução significativa no crescimento da parte aérea de plantas de sorgo até 100 dias, corroborando com este trabalho. Diferente do solo argiloso houve uma ligeira melhora do nível aos 105, 120 e 135 DAA. Esses resultados corroboram com os observados por SILVA (2012), em que aos 183 DAA ainda foram verificados sintomas de intoxicação.

Em geral, os solos arenosos apresentam teores de matéria orgânica relativamente baixos e são constituídos por minerais de argila de baixa reatividade (FONTES et. al., 2001); o que implica maior tendência de perda de produtos fitossanitários por lixiviação e/ou por arraste superficial (PASSOS et. al., 2011).

A – Solo argiloso

B – Solo arenoso

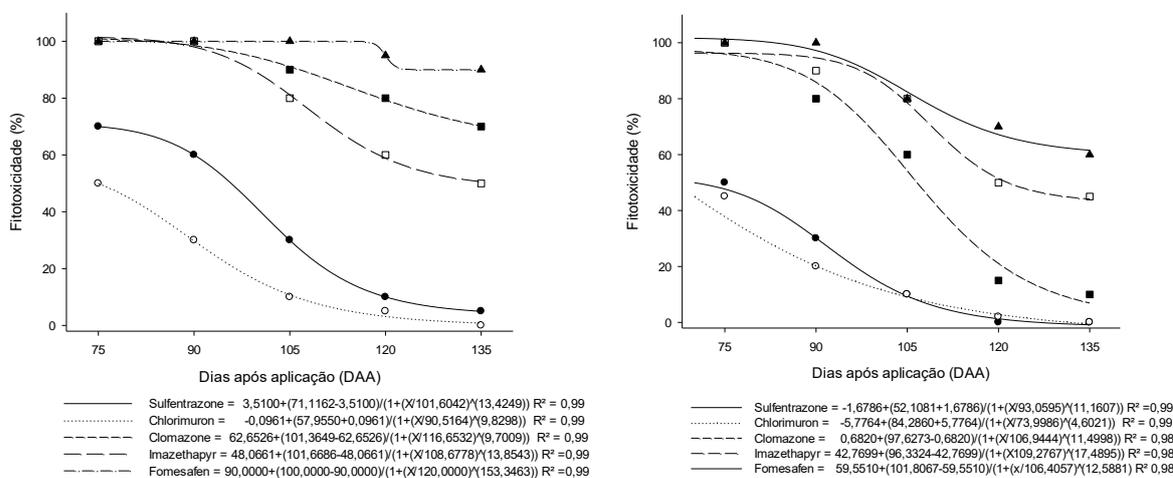


Figura 2. Níveis de fitotoxicidade (%) no sorgo aos 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação em dose única nos solos argiloso e arenoso dos herbicidas sulfentrazone, chlorimuron, clomazone, imazethapyr e fomesafen.

Na tabela 2, a qual apresenta os resultados de matéria seca, é possível observar que nenhum dos herbicidas obteve resultado positivo quanto a massa seca até os 105 DAA. Correlacionando esses resultados com as características do solo argiloso, nota-se que em ambos os tratamentos não houve tempo hábil para degradação e/ou lixiviação das moléculas no solo nas condições do experimento. A partir 120 DAA, nos tratamentos com os herbicidas sulfentrazone e chlorimuron nota-se que os valores de massa seca se igualam aos da testemunha e não há diferença estatística entre os valores observados, indicando que o solo está apto para o cultivo de sorgo a partir desse período nas condições do experimento. Para os tratamentos

com os herbicidas fomesafen e clomazone observa-se valores menores para a massa seca ao comparar com a testemunha, o que indica que em última avaliação realizada (135 DAA), ainda há influência desses herbicidas no desenvolvimento de plantas de sorgo.

Tabela 2. Efeitos dos tratamentos sobre a massa seca do sorgo em avaliação realizada aos 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação (DAA) em solo argiloso e referidos valores da testemunha.

DAA	Herbicidas					
	Sulfentrazone	Chlorimuron	Clomazone	Imazethapyr	Fomesafen	TCC
75	17 Cc	25 Bc	0 Dc	0 Dd	0 Db	48 Aa
90	20 Cc	37 Bb	0 Dc	0 Dd	0 Db	51 Aa
105	33 Cb	41 Bb	12 Db	14 Dd	0 Eb	48 Aa
120	46 Aa	48 Aa	14 Cab	25 Bb	8 Ca	50A a
135	46 Aa	50 Aa	18 Ca	30 Ba	10 Da	50 Aa
CV (%)	3,17	4,72	3,12	5,23	4,43	1,99

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

Nos resultados apresentados de massa seca para cultura do sorgo no solo arenoso (tabela 3), é possível constatar para os herbicidas sulfentrazone e chlorimuron que a partir dos 105 DAA não houve diferença significativa entre os resultados encontrados para testemunha, o que indica que a partir desse período houve a degradação das moléculas, sendo possível a realização do plantio nesse tipo de solo sem influência significativa do efeito residual destes herbicidas na produção de massa seca. Para o restante dos herbicidas não foi possível observar valores de massa seca próximos ao da testemunha, o que demonstra que mesmo após 135 DAA ainda há efeito dos herbicidas no solo, o que impede seu uso para o plantio e bom desenvolvimento da cultura.

Tabela 3. Efeitos dos tratamentos sobre a massa seca do sorgo em avaliação realizada aos 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação (DAA) em solo arenoso e referidos valores da testemunha.

DAA	Herbicidas					
	Sulfentrazone	Chlorimuron	Clomazone	Imazethapyr	Fomesafen	TCC
75	24 Bd	30 Bc	0 Cd	0 Cbc	0 Cc	52 Aa
90	35 Cc	42 Bb	12 Dc	7 Db	0 Ec	51 Aa
105	48 Ab	45 Aab	20B b	7 Cb	10 Cb	50 Aa
120	55 Aa	50 Aa	38 Ba	20 Ca	16 Ca	54 Aa
135	54 Aa	52 Aa	43 Ba	22 Ca	18C a	52 Aa
CV (%)	3,58	2,49	4,3	3,03	4,82	1,40

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

De acordo com os resultados apresentados, seguem as épocas adequadas ao plantio da cultura do sorgo em solo argiloso (Tabela 4) e arenoso (Tabela 5) onde houve aplicação dos herbicidas.

Tabela 4. Resultados obtidos após aplicação dos herbicidas fomesafen, clomazone, imazethapyr, sulfentrazone e chlorimuron referente as avaliações realizadas na cultura do sorgo aos 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação (DAA) em solo argiloso.

DAA	Fomesafen	Clomazone	Imazethapyr	Sulfentrazone	Chlorimuron
75	✘	✘	✘	✘	✘
90	✘	✘	✘	✘	✘
105	✘	✘	✘	✘	✘
120	✘	✘	✘	➡	➡
135	✘	✘	✘	➡	➡

*“✘” corresponde a não viabilidade de cultivo; “➡” corresponde ao cultivo sem fitotoxicidade.

Tabela 5. Resultados obtidos após aplicação dos herbicidas fomesafen, clomazone, imazethapyr, sulfentrazone e chlorimuron referente as avaliações realizadas na cultura do sorgo aos 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação (DAA) em solo arenoso.

DAA	Fomesafen	Clomazone	Imazethapyr	Sulfentrazone	Chlorimuron
75	✘	✘	✘	✘	✘
90	✘	✘	✘	✘	✘
105	✘	✘	✘	➡	➡
120	✘	✘	✘	➡	➡
135	✘	✘	✘	➡	➡

*“✘” corresponde a não viabilidade de cultivo; “➡” corresponde ao cultivo sem fitotoxicidade.

3.2.EXPERIMENTO II: EFEITO DOS HERBICIDAS NA CULTURA DO MILHO

Na figura 5.a, estão apresentados os resultados obtidos em solo argiloso para a cultura do milho. Elencando os herbicidas em grau de fitotoxicidade, têm-se novamente a molécula fomesafen como a mais severa aos 75 DAA, alcançando o grau de 100% de fitotoxicidade. Segundo ALEXANDER (1999), a sorção do fomesafen à superfície do coloide do solo, ou a proteção física dentro de agregados pode inibir a sua degradação, fazendo com que o herbicida fique biologicamente indisponível. A baixa polaridade e solubilidade em água, em pH baixo permite ao fomesafen formar ligações hidrofóbicas com materiais lipofílicos (matéria orgânica). Já em altos valores de pH, a solubilidade e a biodisponibilidade do fomesafen são aumentadas (WEBER, 1993). A queda do grau de fitotoxicidade do herbicida só é observado entre os 90 e 105 DAA; onde os sintomas de toxidade atinge aproximadamente 70% das plantas. Em última avaliação aos 135 DAA o percentual atinge 60% das plantas de milho que apresentaram sintomas de toxicidade na parte aérea (clorose interneval).

Para o herbicida clomazone, observa-se que o grau de fitoxicidade para a cultura do milho é menor que para o sorgo. O herbicida clomazone é moderadamente persistente no solo,

com meia-vida variando de 5 a 29 dias é média de 19 dias, em função do tipo de solo. Algumas propriedades da molécula de clomazone são indicativos de que ele apresenta potencial de deslocamento no ambiente por volatilização ou junto à lâmina de água durante a irrigação e drenagem, podendo ocasionar toxicidade às plantas sensíveis (NOLDIN, 2001). Aos 75 DAA o total de plantas que apresentou os sintomas de fitotoxicidade está próximo de 70%, esse valor decresce devido a movimentação do herbicida no solo, em última análise o percentual se aproxima de 20% de fitotoxicidade.

Dentre os demais herbicidas o chlorimuron foi o que apresentou menor grau de fitotoxicidade com valor próximo a 20% das plantas avaliadas aos 75 DAA. Segundo BECKIE E MCKERCHER (1989) e VIDAL (1997), o chlorimuron possui persistência média a longa no solo, influenciado principalmente pela decomposição química e adsorção aos colóides do solo, além da degradação microbiana. Em trabalho realizado ARTUZI E CONTIERO (2006), constataram que a semeadura do milho após 60 DAA o chlorimuron-ethyl não tem efeito sobre a produtividade do milho. O nível de fitotoxicidade se aproxima de zero a partir de 105 DAA. Para o herbicida sulfentrazone o nível de fitotoxicidade se aproxima-se de 30% aos 75 DAA, com decréscimo muito similar ao chlorimuron, com o nível de fitotoxicidade próximo de zero a partir de 105 DAA. REDDY E LOCKE (1998), observam que independentemente do tipo de manejo (convencional ou plantio direto), a taxa de sorção é maior em solos argilosos e a dessorção se dá de forma mais lenta.

No ensaio com a cultura do milho em solo arenoso (Figura 5.b), os sintomas de fitotoxicidade diferem dos demais devido aos aspectos do próprio solo, já citados no presente trabalho e ainda devido às características da cultura, que já vem sendo melhorada ao longo de anos e já possui certa tolerância ao uso de alguns herbicidas. Com exceção do fomesafen, onde as folhas apresentaram clorose intensa e necrose nas extremidades das folhas em 100% das plantas avaliadas, os demais herbicidas apresentaram níveis de fitotoxicidade abaixo de 50% aos 75 DAA. Esse percentual se aproxima da nulidade para os herbicidas sulfentrazone, chlorimuron e imazethapyr a partir dos 105 DAA, o que indica a boa capacidade das plantas de milho de se desenvolverem em solos arenosos onde esses herbicidas foram aplicados. No entanto, para o herbicida fomesafen o nível de fitotoxicidade está próxima dos 40% na avaliação de 135 DAA. Em trabalho realizado por ESCHER (2001) verifica-se a baixa mobilidade do fomesafen no solo, permanecendo na camada superficial. WEISSLER e POOLE (1982) e CABUCCI (1996) também observaram pouca mobilidade do fomesafen. O menor movimento vertical do fomesafen no solo se deve à sua maior adsorção à matéria orgânica e às cargas positivas dos óxidos de Fe e Al, variando de solo para solo, conforme as características físicas e químicas (WEBER, 1993).

A – Solo argiloso

B – Solo arenoso

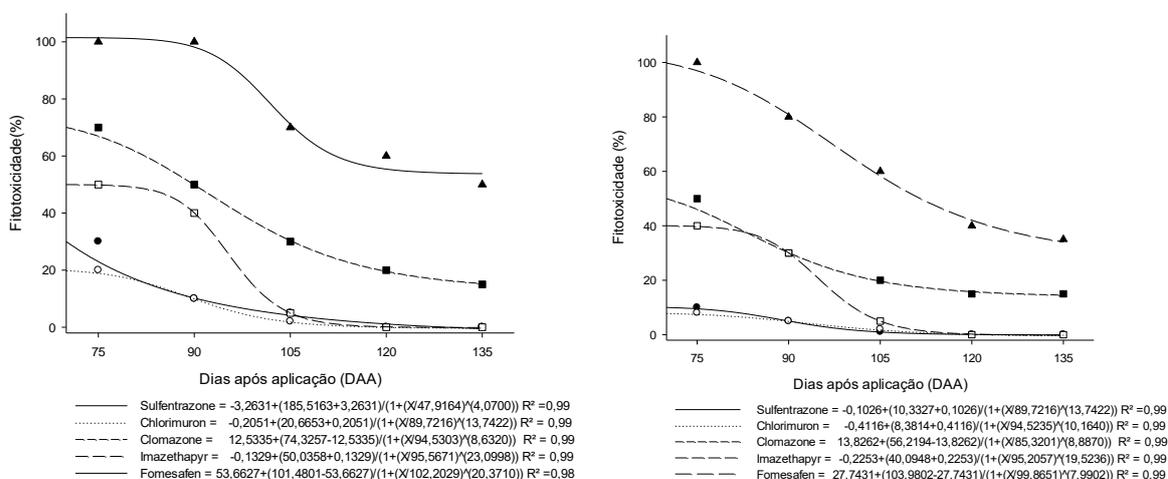


Figura 4. Níveis de fitotoxicidade (%) no milho aos 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação em dose única em solo argiloso e arenoso dos herbicidas sulfentrazone, chlorimuron, clomazone, imazethapyr e fomesafen.

Na tabela 5, no qual são apresentados os valores de matéria seca para cultura do milho em solo argiloso, é possível observar que os herbicidas sulfentrazone, chlorimuron e imazethapyr apresentam resultados similares a partir dos 105 DAA. Mesmo ao observarmos a presença desses herbicidas no solo, em nenhum dos tratamentos foi possível evidenciar efeitos negativos para o desenvolvimento das plantas de milho a partir da presente avaliação. Ao comparar a produção de massa seca nas diferentes datas, afere-se que há igualdade do ponto de vista estatístico nos valores obtidos. O mesmo ocorre ao confrontarmos com os valores da testemunha o que indica que a partir de 105 DAA é recomendado o plantio nas condições do experimento. Ao contrário dos demais, os herbicidas clomazone e fomesafen não obtiveram valores aceitáveis de produção de massa seca em ambas as datas de avaliação. Nota-se para o fomesafen que não há produção de massa seca até os 90 DAA e que mesmo na última avaliação o valor obtido é extremamente baixo ao ser comparado com a testemunha.

Tabela 5. Efeitos dos tratamentos sobre a massa seca do milho em avaliação realizada aos 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação (DAA) em solo argiloso e referidos valores da testemunha.

DAA	Herbicidas					TCC
	Sulfentrazone	Chlorimuron	Clomazone	Imazethapyr	Fomesafen	
70	45 Bc	50 Bb	18 Dd	37 Cb	0 Ed	70 Aa
90	58 Bb	56 Bb	33 Dc	43 Cb	0 Ed	67 Aa
105	64 Aab	65 Aa	47 Bb	65 Aa	14 Cc	67 Aa
120	66 Aa	66 Aa	49 Bab	67 Aa	22 Cb	68 Aa
135	65 Aa	68 Aa	55 Ba	70 Aa	35 Ca	70 Aa
CV (%)	4,14	3,06	4,29	4,75	3,54	2,61

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

Os resultados de massa seca para a cultura do milho em solo arenoso (Tabela 6) corroboram com os resultados observados para os níveis de fitotoxicidade para o mesmo tratamento. Os herbicidas sulfentrazone e chlorimuron apresentaram valores de massa seca

próximos da testemunha, observa-se que não houve variância ao serem comparados. Aos 105 e 120 DAA esses valores são ainda maiores que os da testemunha para o sulfentrazone, o que comprova que esse herbicida nas condições do experimento não tem influência negativa para produção de massa seca. No entanto, para os herbicidas fomesafen e clomazone, ao serem comparados com a testemunha, nota-se que em ambos os casos a média de massa seca difere dos valores encontrados para a testemunha, indicando que mesmo aos 135 DAA, esses herbicidas influenciam na produção de matéria seca nas condições do experimento. Ao analisar os valores obtidos para o imazethapyr, nota-se que há uma melhora significativa a partir dos 105 DAA, onde os valores observados não diferem dos valores obtidos nas testemunhas.

Tabela 6. Efeitos dos tratamentos sobre a massa seca do milho em avaliação realizada aos 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação (DAA) em solo arenoso e referidos valores da testemunha.

DAA	Herbicidas					
	Sulfentrazone	Chlorimuron	Clomazone	Imazethapyr	Fomesafen	TCC
70	55 Ab	65 Aa	31 Bb	35 Bb	0 Cb	68 Aa
90	65 Aab	69 A	38 Bab	49 Bb	10 Cb	70 Aa
105	70 Aa	67 Aa	48 Ba	69 Aa	26 Ca	68 Aa
120	72 Aa	67 Aa	47 Ba	66 Aa	30 Ca	69 Aa
135	68 Aa	70 Aa	50 Ba	65 Aa	38 Ca	70 Aa
CV (%)	5,74	4,44	5,56	5,93	5,30	3,49

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

De modo geral, a seletividade de um herbicida está relacionada a uma série de fatores, como características do produto, das plantas e métodos de aplicação (OLIVEIRA, 2001). Com relação à tolerância diferenciada entre as plantas, pode-se afirmar que existem diferenças tanto morfológicas quanto fisiológicas entre as espécies, exibindo diferenciados obstáculos que afetam desde sua entrada na planta, sua translocação, tempo e intensidade de exposição de partes da planta ao obstáculo, assim como diferenças na metabolização do produto (DEUBER, 1992).

Outros fatores como a temperatura, podem ter influenciado diretamente no modo de ação desses herbicidas, tendo o seu nível de fitotoxicidade e produção de matéria seca aumentados e/ou diminuídos. Segundo MURATA & LOS (1997), temperaturas baixas podem causar menor ativação do herbicida, menor volatilização e, conseqüentemente, menor atividade das enzimas citocromos P450 monoxigenases, o que normalmente causaria menor fitotoxicidade. Porém ao mesmo tempo, ocorre uma diminuição da fluidez de membranas, proporcionando decréscimo na taxa metabólica da planta e prejudicando a atividade de suas enzimas, havendo decréscimo no processo de detoxificação dos herbicidas.

De acordo com os resultados apresentados, seguem as épocas adequadas ao plantio da cultura do milho em solo argiloso (Tabela 7) e arenoso (Tabela 8) onde houve aplicação dos herbicidas.

Tabela 7. Resultados obtidos após aplicação dos herbicidas fomesafen, clomazone, imazethapyr, sulfentrazone e chlorimuron referente as avaliações realizadas na cultura do milho aos 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação (DAA) em solo argiloso.

DAA	Fomesafen	Clomazone	Imazethapyr	Sulfentrazone	Chlorimuron
75	✘	✘	✘	✘	✘
90	✘	✘	✘	✘	✘
105	✘	✘	➡	➡	➡
120	✘	✘	➡	➡	➡
135	✘	✘	➡	➡	➡

*“✘” corresponde a não viabilidade de cultivo; “➡” corresponde ao cultivo sem fitotoxicidade.

Tabela 8. Resultados obtidos após aplicação dos herbicidas fomesafen, clomazone, imazethapyr, sulfentrazone e chlorimuron referente as avaliações realizadas na cultura do milho aos 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a aplicação (DAA) em solo arenoso.

DAA	Fomesafen	Clomazone	Imazethapyr	Sulfentrazone	Chlorimuron
75	✘	✘	✘	➡	➡
90	✘	✘	✘	➡	➡
105	✘	✘	➡	➡	➡
120	✘	✘	➡	➡	➡
135	✘	✘	➡	➡	➡

*“✘” corresponde a não viabilidade de cultivo; “➡” corresponde ao cultivo sem fitotoxicidade.

4. CONCLUSÃO

É indicado o cultivo de sorgo em solo argiloso aos 120 DAA dos herbicidas sulfentrazone e chlorimuron; e em solo arenoso aos 105 DAA. Para a cultura do milho, sugere-se a realização do plantio em solo argiloso apenas após 105 DAA dos herbicidas imazethapyr, sulfentrazone e chlorimuron; em solo arenoso, a indicação é de 75 DAA para o sulfentrazone e chlorimuron e de 105 DAA para o imazethapyr.

5. REFERÊNCIAS

ALEXANDER, M. **Biodegradation and Bioremediation**. San Diego Academic. 1999

ARTUZI, J. P.; CONTIERO, Robinson Luiz. Herbicidas aplicados na soja e produtividade do milho em sucessão. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v. 41, n. 7, p. 1119-1123, July 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2006000700007&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 23 Nov. 2017.

BECKIE, H.J.; MCKERCHER, R.B. Soil residual properties of DPX-A7881 under laboratory conditions. **Weed Science**, v.37, p.412-418, 1989.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.. **Rotação de Culturas**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pv04k3s932q7k.html>>. Acessado em: 20 Jul. 2017.

COBUCCI, T. **Avaliação agrônômica dos herbicidas fomesafen e bentazon e efeito de seus resíduos no ambiente, no sistema irrigado feijão-milho**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 106p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. V.1, 431p.

DUARTE, A. P.; CRUZ, J. C. **Manejo do solo e semeadura do milho safrinha**. In: seminário nacional de milho safrinha, 6, 2001, Londrina. Anais... Londrina: IAPAR, 2001. p. 45-71

ESCHER, V. **Eficiência do fomesafen, isolado e em mistura com bentazon, na cultura do feijão e seus efeitos residuais na cultura do sorgo em sucessão**. 2001. 73 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

Frans, R.E. Measuring plant response. In: Wilkinson, R.E. (Ed.). Research methods in weed science [S.l.]: **Southern Weed Science Society**, 1972. p.28-41.

FLECK, N. G.; VIDAL, R. A. Injúria potencial de herbicidas de solo ao girassol. III - Imazaquin e imazethapyr. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 12, n. 1, p.39-43, jan. 1994. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v12n1/a06v12n1.pdf>>. Acessado em: 22 jul. 2017.

FMC corp. 1995

FONTES, M. P. F.; CAMARGO, O. A.; SPOSITO, G.. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 627-646, Sept. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010390162001000300029&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 23 Nov. 2017.

JOHNSON, D.H., TALBERT, R.E. Imazaquin, chlorimuron, and fomesafen may injure rotational vegetables and sunflower (*Helianthus annuus*). **Weed Technology**, Champaign, v.7, n.3, p.573-577, 1993.

KARAM, D. **Efeito residual dos herbicidas aplicados na cultura da soja no milho safrinha em sucessão**. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/52817/1/Efeito-residual.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

MURATA, N.; LOS, D.A. Membrane fluidity and temperature perception. **Plant Physiology**, v.115, n.3, p.875-879, 1997. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC158550/>>. Acesso em: 5 nov. 2017. doi: 10.1104/pp.115.3.875.

NOLDIN, J.A. et al. Persistência do herbicida clomazone no solo e na água quando aplicado na cultura do arroz irrigado, sistema pré-germinado. **Planta daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 401-408, Dec. 2001 Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010083582001000300013&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 23 Nov. 2017.

OLIVEIRA JR., R.S. Seletividade de herbicidas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA Jr., R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p.291-313.

PASSOS, A. T. M.; FOLONI, J. S. S.; FAGAN, E. R. Lixiviação no solo de herbicidas em razão da percolação de água. **Científica**, Jaboticabal, v. 39, n. 1/2, p.85-93, jan. 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50545/1/salvador.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **SORGO: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2015. 327 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1019313/sorgo-o-produtor-pergunta-a-embrapa-responde>>. Acesso em: 21 jul. 2017.

PROCOPIO, S.O. et al. Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 365-373, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582007000200017&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 23 Nov. 2017.

REDDY, K. N.; LOCKE, M. A. Sulfentrazone sorption, desorption, and mineralization in soils from two tillage systems. **Weed Sci.** v. 46, n. 4, p. 494-500, 1998.

SANTOS, J. G. M. **Controle químico de plantas daninhas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), no inverno**. 1991. 86 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.

SILVA, A. A. et al. Efeito residual no solo dos herbicidas imazamox e imazethapyr para as culturas de milho e sorgo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 3, p.345-354, jan. 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v17n3/03.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2017.

SILVA, V.P. et al. Eficiência e residual no solo de herbicidas na cultura do feijão. **Planta daninha**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 961-970, Dec. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582013000400022&lng=en&nrm=iso>. acesso:23 Nov. 2017

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manejo e controle de plantas daninhas na cultura de soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 23 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 62). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do62.htm

VIDAL, R.A. **Herbicidas**: mecanismo de ação e resistência de plantas. Porto Alegre: Ed. do Autor, 1997. 165p.

VIVIAN, R. et al . Persistência de sulfentrazone em Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Planta daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 741-750, Dec. 2006 . Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582006000400015&lng=en&nrm=iso. access on 07 Dec. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582006000400015>.

WEBER, J. B. **Ionization and sorption of Fomesafen and Atrazine by soils and soil Constituents**. Pest Management Science, v.39, p.31-38. 1993.

WEBER, J.B. **Mobility of fomesafen and atrazine in soil columns under saturated na unsaturated flow conditions**. Pesticide Science, v.39, p.39-46, 1993b.

WEISSLER, M.S., POOLE, N.J. **Mobility of fomesafen and degradation products in soil columns**. Report, Rj0241B. London: Imperial Chemicals Industry. 3p, 1982.