

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

SHERITHON MARTINS DE PAULA

EFEITO DE HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA EM CROTALÁRIAS

CHAPADÃO DO SUL – MS
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

SHERITHON MARTINS DE PAULA

EFEITO DE HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA EM CROTALÁRIAS

Orientadora: Profa. Dra. Rita de Cassia Félix Alvarez

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia, área de
concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS
2015



Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Câmpus de Chapadão do Sul

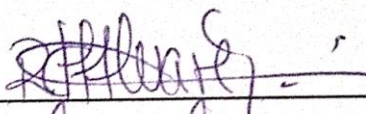


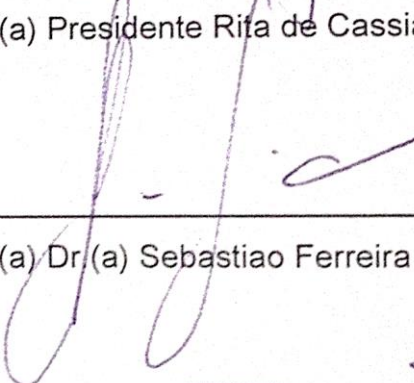
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

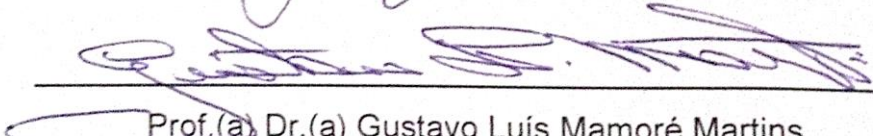
DISCENTE: SHERITHON MARTINS DE PAULA

ORIENTADOR(A): Profa. Dra. Rita de Cassia Félix Alvarez

TÍTULO: EFEITO DE HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA EM CROTALÁRIAS



Prof.(a) Dr.(a) Presidente Rita de Cassia Felix Alvarez


Prof.(a) Dr.(a) Sebastiao Ferreira de Lima


Prof.(a) Dr.(a) Gustavo Luís Mamoré Martins

Chapadão do Sul, 18 de Dezembro de 2015.

DEDICATÓRIA

***Aos meus pais Nilton e Joana,
juntamente com minha irmã
Bruna Laís e meus sobrinhos
Lucas Nilton e Ana Beatriz pelo
apoio e incentivo, sou
eternamente grato.***

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela preciosa dádiva da minha existência, por me fortalecer, ser meu porto seguro e por trilhar meu caminho para a realização dos meus sonhos.

Aos meus pais, Nilton Oliveira e Joana Martins, por todo apoio, confiança e grande incentivo. Obrigado pelos ensinamentos e exemplo de vida.

A minha irmã Bruna Laís e meus sobrinhos Lucas Nilton e Ana Beatriz, por todo carinho, cuidado, incentivo e confiança.

À Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – Campus Chapadão do Sul (UFMS - CPCS), pela oportunidade de ensino e pesquisas, assim como todo o programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e aos seus professores, pela contribuição na minha formação profissional.

A minha orientadora, Profa. Dra. Rita de Cassia Felix Alvarez, por todo apoio, confiança e incentivo durante toda essa jornada, que contribuíram para o meu crescimento profissional. Muito obrigado por tudo!

Aos Professores, Dr. Sebastião Ferreira de Lima e Dr. Germison Vital Tomquelski, pelo apoio e contribuições nas pesquisas, ao qual fizeram muito por mim. Muito obrigado por tudo!

À Fundação Chapadão, juntamente com o Pesquisador Germison Vital Tomquelski, com os estagiários, trainees e funcionários, pela colaboração nas pesquisas e pelas amizades realizadas. Foram de grande importância nessa etapa.

Aos membros da banca examinadora da qualificação e da defesa, por suas contribuições.

A todas as pessoas que de forma direta e indireta contribuíram, com força, conselhos e incentivos que me motivaram e muito contribuíram para essa realização.

EPÍGRAFE

"Se o relógio indica a existência do relojoeiro, se o palácio anuncia o arquiteto, como poderia o universo não demonstrar a inteligência suprema? Que planta, que animal, que elemento, que astro, não traz a marca daquele a quem Platão chamava o Eterno Geômetra?... Provas contra a existência de uma Inteligência Suprema nunca ninguém as deu."

Voltaire

RESUMO

PAULA, Sherithon Martins. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Efeito de Herbicidas em Pós-Emergência em Crotalárias.

Professora Orientadora: Dra. Rita de Cassia Félix Alvarez.

As crotalárias são muito cultivadas no sistema de plantio direto, sendo boas opções para rotação de culturas e adubação verde, além de possibilitar lucros com a comercialização de sementes. No entanto, assim como ocorre em todo cultivo, há a ocorrência e influência de plantas daninhas, havendo a necessidade de controle, mas há um complicador, a não existência de registros de herbicidas seletivos para estas culturas. O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos de alguns herbicidas aplicados em pós-emergência das culturas de *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria ochroleuca*. Os experimentos foram conduzidos em cultivo de segunda safra, utilizado duas espécies de crotalárias (*C. spectabilis* e *C. ochroleuca*) cultivadas separadamente a campo, ano agrícola 2014/2015. O delineamento experimental utilizado para os dois experimentos foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas no tempo com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 11, designado por: cinco épocas de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação) e 10 herbicidas aplicados (Piritiobaque-sódico dose 22,4 g i.a. ha⁻¹, Piritiobaque-sódico dose 42 g i.a. ha⁻¹, Mesotriona dose 72 g i.a. ha⁻¹, Etoxissulfurom dose 12 g i.a. ha⁻¹, Etoxissulfurom dose 24 g i.a. ha⁻¹, Bentazona dose 600 g i.a. ha⁻¹, 2,4-D dose 564 g i.a. ha⁻¹, Atrazina dose 1.250 g i.a. ha⁻¹, Flumicloraque pentílico dose 30 g i.a. ha⁻¹ e Imazetapir dose 30 g i.a. ha⁻¹), além da testemunha, sem aplicação. Foram avaliados a fitotoxicidade de plantas, altura de plantas, estande de plantas, número de folhas por planta, plantas em florescimento e massa seca da parte aérea. As análises do experimento com *C. spectabilis* indicaram que Bentazona, Flumicloraque pentílico, Imazetapir, e Piritiobaque-sódico proporcionaram menor fitointoxicação à *C. spectabilis*, assim como menores interferências em altura e estande de plantas, número de folhas, plantas em florescimento e fitomassa. Ao passo que Atrazina, Mesotriona e 2,4-D apontaram maior fitotoxidez, repercutindo em menores produções, e até a morte das plantas. No experimento com *C. ochroleuca* os herbicidas Bentazona, Imazetapir e Flumicloraque pentílico nas doses 600 g i.a., 30 g i.a. e 30 g i.a. respectivamente, promoveram baixo nível de fitotoxicidade, tendo menor interferência em altura e estande de plantas, plantas em florescimento e massa seca da parte aérea, o qual os prejuízos foram inferiores a 10%, demonstrando maior seletividade para a *Crotalaria ochroleuca*.

Palavras-chave: *Crotalaria spectabilis*. *Crotalaria ochroleuca*. Controle químico.

ABSTRACT

PAULA, Sherithon Martins. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Herbicides effect in Post-Emergency in crotalárias.

Author: Sherithon Martins de Paula.

Adviser: Rita de Cassia Félix Alvarez.

The crotalarias are most cultivated in no-tillage system, with good options for crop rotation and green manure, and enable profits from the marketing of seed. However, just as in every culture, there is the occurrence and influence of weeds, with the need for control, but there is a complication, the absence of selective herbicides records for these crops. This study aimed to evaluate the effects of some herbicides applied post-emergence of the crop *Crotalaria spectabilis* and *Crotalaria ochroleuca*. The experiment was conducted in second-crop cultivation, used two kinds of crotalárias (*C. spectabilis* and *C. ochroleuca*) grown separately in the field, agricultural year 2014/2015. The experimental design for both experiments was a randomized block in a split plot in time with four replications, in a factorial 5 x 11, called: five evaluation times (7, 14, 21, 28 and 35 days after application) and 10 applied herbicides (Pyrithiobac-sodium dose 22.4 g a.i. ha⁻¹, Pyrithiobac-sodium dose 42 g a.i. ha⁻¹, Mesotrione dose 72 g a.i. ha⁻¹, Etoxissulfurom dose 12 g a.i. ha⁻¹, Etoxissulfurom dose 24 g a.i. ha⁻¹, Bentazone dose 600 g a.i. ha⁻¹, 2,4-D dose 564 g a.i. ha⁻¹, Atrazine dose 1.250 g a.i. ha⁻¹, Flumiclorac pentyl dose 30 g a.i. ha⁻¹ and Imazethapyr dose 30 g a.i. ha⁻¹), plus the control without application. They evaluated the phytotoxicity of plants, plant height, plant stand, number of leaves per plant, plants in flowering and dry mass of shoots. The experiment analyzes with *C. spectabilis* indicated that Bentazon, Flumiclorac pentyl, Imazethapyr and Pyrithiobac provided lower-sodium phytointoxication to *C. spectabilis*, as well as smaller interference in height and plant stand, number of leaves, flowering plants and biomass. While Atrazine, Mesotrione and 2,4-D showed higher toxicity symptoms, reflecting in smaller productions, and even death of plants. In the experiment with *C. ochroleuca* the herbicides bentazone, Imazethapyr and flumiclorac Pentyl at doses 600 g a.i., 30 g a.i. and 30 g a.i. respectively, promoted low phytotoxicity, with less interference in height and plant stand, plants flowering and dry mass of shoots, which the losses were less than 10%, showing greater selectivity for the *Crotalaria ochroleuca*.

KEY WORDS: *Crotalaria spectabilis*. *Crotalaria ochroleuca*. Chemical control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

FIGURA		PÁGINA
1	Fitotoxidade (%) em plantas de <i>C. spectabilis</i> resultante das aplicações dos herbicidas ao longo do tempo (7, 14, 21, 28 e 35 DAA). Chapadão do Sul, MS - 2015	44
2	Altura de plantas (cm) de <i>C. spectabilis</i> resultante das aplicações dos herbicidas ao longo do tempo (7, 14, 21, 28 e 35 DAA). Chapadão do Sul, MS – 2015	45

CAPÍTULO II

1	Fitotoxidade (%) em plantas de <i>C. ochroleuca</i> resultante das aplicações dos herbicidas ao longo do tempo (7, 14, 21, 28 e 35 DAA). Chapadão do Sul, MS - 2015	60
2	Altura de plantas (cm) de <i>C. ochroleuca</i> resultante das aplicações dos herbicidas ao longo do tempo (7, 14, 21, 28 e 35 DAA). Chapadão do Sul, MS - 2015	61

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

TABELA		PÁGINA
1	Relação dos herbicidas com as respectivas doses aplicadas na cultura de <i>Crotalaria spectabilis</i> . Chapadão do Sul, MS – 2015	43
2	Fitotoxicidade (%) de plantas de <i>C. spectabilis</i> em cada época de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 DAA) resultante das aplicações dos herbicidas. Chapadão do Sul, MS – 2015	46
3	Altura de plantas (cm) de <i>C. spectabilis</i> em cada época de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 DAA) resultante das aplicações dos herbicidas. Chapadão do Sul, MS – 2015	46
4	Efeitos de herbicidas aplicados em <i>C. spectabilis</i> , sobre massa seca, estande de plantas, número de folhas por planta e % de plantas em florescimento, aos 35 DAA. Chapadão do Sul, MS – 2015	47

CAPÍTULO II

1	Relação dos herbicidas com as respectivas doses aplicadas na cultura de <i>Crotalaria ochroleuca</i> . Chapadão do Sul, MS - 2015.	59
2	Fitotoxicidade (%) de plantas de <i>C. ochroleuca</i> em cada época de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 DAA) resultante das aplicações dos herbicidas. Chapadão do Sul, MS - 2015.	61
3	Altura de plantas (cm) de <i>C. ochroleuca</i> em cada época de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 DAA) resultante das aplicações dos herbicidas. Chapadão do Sul, MS - 2015.	62
4	Efeitos de herbicidas aplicados em <i>C. ochroleuca</i> , sobre massa seca da parte aérea, estande de plantas, número de folhas por planta e % de plantas em florescimento, aos 35 dias após aplicação. Chapadão do Sul, MS - 2015.	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	Plantas de cobertura ou adubo verde.....	12
2.2	Crotalárias	14
2.3	Controle químico sobre plantas daninhas e seletividade	16
2.4	Mecanismos de ação dos herbicidas.....	18
2.4.1	Herbicidas inibidores da enzima ALS	18
2.4.2	Herbicidas inibidores do fotossistema II	19
2.4.3	Herbicidas inibidores da síntese de caroteno	20
2.4.4	Herbicidas inibidores da PROTOX	22
2.4.5	Herbicidas mimetizadores de auxina	24
3	REFERÊNCIAS	26
	CAPÍTULO 1 - EFEITO DE HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA EM <i>Crotalaria spectabilis</i>.....	32
	INTRODUÇÃO	33
	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
	LITERATURA CITADA	40
	CAPÍTULO 2 – EFEITO DE HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA EM <i>Crotalaria ochroleuca</i>.....	48
	INTRODUÇÃO	49
	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
	LITERATURA CITADA	56

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas de cobertura ou adubo verde, tem sido prática muito utilizada na região dos Chapadões, sendo alternativa promissora para formação e manutenção de palhada sobre o solo, na rotação de cultura entre outras finalidades, contribuindo para uma agricultura sustentável. A presença da cobertura morta é de grande importância, justamente por proporcionar proteção do solo contra erosão, auxiliar no controle de plantas daninhas, aumentar o teor de matéria orgânica no solo e conseqüentemente, auxiliar na formação de um ambiente favorável ao bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas (GALVÃO, 2011).

Entre as várias espécies que são cultivadas como plantas de cobertura e para adubação verde, destacam-se as pertencentes à família das leguminosas, por apresentarem a capacidade de associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio, a qual resulta em aporte de quantidades expressivas deste nutriente ao sistema solo-planta, contribuindo com a nutrição das culturas subsequentes (ANDREOLA et al., 2000; PERIN et al., 2003; SILVA et al., 2009). Dentre as espécies de leguminosas recomendadas para cobertura, a *Crotalaria spectabilis* e a *Crotalaria ochroleuca* vem sendo muito utilizadas pelos agricultores, dentre suas vantagens, apresentam ciclo curto, sendo semeadas na entressafra logo após colheita da cultura principal. O produtor pode ainda empregar essas culturas visando à obtenção de lucro através da comercialização de sementes (DOURADO et al., 2001).

Porém, assim como as demais culturas, as crotalárias também podem apresentar perdas significativas na produção quando em competição com plantas daninhas e, por estarem sendo semeadas como cultura, esse fator precisa ser considerado (BRAZ et al., 2015).

No manejo de plantas daninhas, o controle químico é um dos mais utilizados, por ser viável e proporcionar bom rendimento operacional em extensas áreas (SILVA et al., 2014). A utilização de herbicidas já na cultura antecessora, controlando as plantas daninhas, proporciona também a redução de bancos de sementes nas áreas cultivadas, isso porque impedirá a produção e dispersão de novas sementes infestantes na área. Além de contribuir para uma boa produtividade de fitomassa e sementes da cultura, pela não competição entre plantas, desta forma se colherá sementes com maior pureza, devido a não contaminação por outras sementes

produzidas pelas plantas daninhas, proporcionando uma produção de sementes de qualidade.

Entretanto, encontra-se dificuldade na definição e recomendação de herbicidas para as culturas de crotalárias, uma vez que no Brasil, nenhum herbicida possui registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para o uso seletivo em áreas com cultivo das mesmas (AGUIAR et al., 2014). A escassez de informações e trabalhos relacionados à seletividade de herbicidas a esta cultura, dificulta ainda mais.

Os herbicidas nicosulfuron e bentazon foram considerados seletivos a *C. juncea* e *C. spectabilis* dependendo da dosagem utilizada (Nogueira et al., 2015). Braz et al. (2015) avaliaram a utilização de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência de *C. spectabilis*, concluindo que os herbicidas Clorimuron-etil, Diclosulan, Imazetapir, Piritiobac sódico, Trifloxisulfuron-sódico, Clomazone, Pendimethalin, S-metalochlor e Trifluralina, acarretaram em baixos níveis de injúrias a crotalária, contudo, os autores ressaltam a importância de mais pesquisas na área, visando assegurar a seletividade desses produtos e, futuramente, a sua recomendação.

Diante do contexto, objetivou-se no presente trabalho avaliar o potencial de utilização de herbicidas aplicados em pós-emergência da *C. spectabilis* e *C. ochroleuca*, sobre interferências em fitotoxicidade, altura e estande de plantas, produção de fitomassa e folhas e florescimento, visando seletividade a estas espécies.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Plantas de cobertura ou adubo verde

O cultivo de plantas de cobertura tem sido uma boa alternativa para a manutenção da sustentabilidade dos recursos naturais na utilização dos solos (OLIVEIRA et al., 2002). Contribui para inúmeros benefícios à melhoria da qualidade do solo e a resposta dos cultivos comerciais com o passar do tempo, obtendo maiores produtividades pelo maior aproveitamento da água e nutrientes do solo (CANALLI, 2009; CECCON, 2011).

Tem sua utilização em grande parte como culturas sucessoras, na rotação de cultura, sendo implantadas no outono (FIDELIS et al., 2003). Promovem proteção superficial, bem como à manutenção e melhoria das características físicas, químicas

e biológicas do solo, inclusive a profundidades significativas (CALEGARI et al., 1993). Sendo consideradas uma forma viável de amenizar os impactos da agricultura, além de proporcionar aumentos consideráveis nos teores de matéria orgânica e nutrientes, beneficiando os agroecossistemas e reconhecida como alternativa viável na busca de sustentabilidade dos solos agrícolas (ALCÂNTARA et al., 2000; MARTINS, 2009; LEITE et al., 2010).

As plantas de coberturas promovem biomassa, ao qual serão depositadas ao solo, contribuindo com efeitos na fertilidade do solo, como também contribuindo para maior capacidade de troca de cátions efetiva do solo; o favorecimento da produção de ácidos orgânicos, de fundamental importância para a solubilização de minerais; a diminuição dos teores de Al trocável pela sua complexação; e o incremento da capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que estejam nas camadas mais profundas do perfil (CALEGARI et al., 1993).

Estudos de Wildner (1992) com palhada sobre superfície do solo, mostraram a possibilidade do controle de erosão, além de contribuir para diminuição de incidência de plantas daninhas, redução das perdas de nutrientes e atenuação das flutuações da temperatura do solo, contribuindo para a recuperação de áreas degradadas pelo mau uso do solo.

Para que se tenha sucesso na utilização de plantas de coberturas que atendam às necessidades dos sistemas de produção, devem possuir características desejáveis como, boa produção de matéria seca, capacidade de incrementar nutrientes pela simbiose com microrganismos, boa cobertura do solo e reciclagem de nutrientes (CHAVES; CALEGARI, 2001).

De acordo com Miyasaka (1984), as leguminosas são as mais utilizadas como adubos verdes, a principal razão para esta preferência está na capacidade de fixar o N atmosférico mediante a simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* nas raízes, promovendo alto teor de compostos orgânicos nitrogenados na planta, e conseqüentemente uma baixa relação C/N, quando comparada a plantas de outras famílias, favorecendo a redução na aplicação de N via adubo químico para as demais culturas.

As plantas de coberturas, em sua grande maioria são cultivadas no período de entressafra, tendo o desenvolvimento das plantas após a cultura comercial, ou seja, no final da estação chuvosa, exigindo que tais plantas de cobertura apresentem estabelecimento rápido e grande capacidade de penetração do sistema radicular para

explorar um maior volume de solo e reduzir os efeitos de déficit hídrico (PITOL et al., 2006).

Dentre as plantas de cobertura, a crotalária é uma das utilizadas sob SPD e em adução verde, apresentando bom desempenho em condições de cerrado, o qual foi confirmado por Torres et al. (2008) obtendo resultados de boa produção de biomassa e acúmulo de nitrogênio.

2.2 Crotalárias

Entre as diversas leguminosas promissoras para adubação verde na região dos Cerrados, destacam-se as crotalárias (AMABILE et al., 2000; CARNEIRO et al., 2008). O nome se refere ao som de chocalho das vagens secas, semelhante ao da cascavel (*Crotalus* sp.). As espécies do gênero *Crotalaria* são de grande importância para a agricultura dos países tropicais e são utilizadas principalmente como adubo verde para cobertura do solo e combate à erosão, como fertilizante devido a sua capacidade de fixação de N atmosférico e como agente biológico no controle das áreas infestadas com nematoides, sendo não hospedeiras ou hospedeiras desfavoráveis a fitonematoídes; além disso, são utilizadas na produção de fibras e celulose de alta qualidade próprias para a indústria de papel e outros fins (MEDINA, 1959; POLHILL, 1982; PENTEADO, 2007; MORAIS, 2014). Também podem ser adotadas como plantas remediadoras de solos contaminados com herbicidas e metais pesados tóxicos (MADALÃO et al., 2012; LINDINO et al., 2012).

Como a crotalária é uma planta usada para prática da adubação verde, recebe menor atenção e cuidados pelo agricultor brasileiro que visa a implantação culturas rentáveis. Entretanto como opção de renda extra, pode-se cultivar a crotalária para fins de produção de sementes, proporcionando uma segunda fonte de renda aos produtores durante um período em que a maioria das áreas ficaria em pousio, à mercê da expansão do banco de sementes de plantas daninhas (DOURADO et al., 2001; SEVERINO; CHRISTOFFOLETI, 2001).

O gênero *Crotalaria* L., possui uma grande diversidade de espécies, com aproximadamente 600, localizadas principalmente nas regiões tropicais e subtropicais (MONDIN, 2003). O continente Africano é o centro primário de diversidade, onde 550 espécies foram descritas; o Americano é o centro secundário de diversidade onde foram descritas 70 espécies, e a Índia e Austrália também são consideradas centros

de diversidade, entretanto, não há descrições precisas sobre o número de espécies encontradas nestes dois países (MORALES, 2008).

Dentre as crotalárias, as espécies *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* são de grande usualidade dos agricultores dos Cerrados, por atender as características necessárias do plantio direto e adubação verde. Possuem ainda a capacidade de reduzirem significativamente o número e peso de matéria seca da população de plantas daninhas, tais como *Digitaria horizontalis*, *Hyptis lophanta* e *Amaranthus spinosus* (AMABILE et al., 2000; ERASMO et al., 2004).

A *Crotalaria spectabilis*, também conhecida popularmente como crotalária *spectabilis*, guizo de cascavel e chocalho de cascavel, não possui definição certa de sua origem, tendo relatos o Brasil, América do Sul e do Norte e a Índia (CALEGARI et al., 1993; PENTEADO, 2007). É descrita morfológicamente como planta subarborescente de crescimento ereto e determinado, de porte alto (0,6 a 1,5 m), ramificada, glabra; folhas simples, mucronadas no ápice, glabras na face superior e pubescentes na inferior, com 6 a 12 cm de comprimento e 2 a 4 cm de largura; estípulas com 5 a 7 cm de comprimento e apresenta inflorescências terminais, em racemos de 20 a 30 cm de comprimento de coloração amarela. As flores são completas, com a parte masculina e feminina na mesma flor, mas são autoestéreis, isto é, precisam de pólen de uma outra flor para que haja fecundação; o ciclo completo da cultura é entre 180 e 200 dias (CALEGARI et al., 1993).

Sobre as características agronômicas da *C. spectabilis*, é uma leguminosa anual, de crescimento inicial lento, possui raiz pivotante profunda, podendo romper camadas compactadas. É uma planta de clima tropical e subtropical de ampla adaptação ecológica, e tem apresentado bom comportamento nos diferentes tipos de textura de solo (argilosos - arenosos), inclusive em solos relativamente pobres em fósforo (CALEGARI et al., 1993). Também atua como planta-armadilha em solos infestados por fitonematoides formadores de galhas.

A Crotalária ocreoleuca (*Crotalaria ochroleuca* L.) é uma leguminosa anual de crescimento determinado, arbustiva, com hábito ereto, possui caule ereto semi-lenhoso, apresentando uma expressiva proporção de caule na composição da biomassa da parte aérea e suas folhas são estreitas (BARRETO; FERNANDES, 2001). Possui a capacidade de reduzir a população de nematoides em solos infestados, como *Meloidogyne spp.* e *Pratylenchus spp.* (DEBIASI et al., 2012).

2.3 Controle químico sobre plantas daninhas e seletividade

As plantas daninhas constituem-se em um problema sério para a agricultura, isso porque interferem nos cultivos em áreas agrícolas, competindo com plantas desejáveis, podendo ocasionar perdas de rendimento próximos a 100% (FREITAS et al. 2009). Ao qual necessitam para seu desenvolvimento, os mesmos fatores exigidos pela cultura, ou seja, água, luz, nutriente e espaço, estabelecendo um processo competitivo quando cultura e plantas daninhas se desenvolvem em um mesmo local (VASCONCELOS et al., 2012). Desta forma sendo necessário a intervenção para o controle.

Existem diferentes métodos para o controle das plantas daninhas. Na grande maioria das culturas, o controle químico vem sendo usado de forma ampla e constante, sendo a prática dominante no controle por vários motivos. Entre eles sua eficácia e o rendimento operacional elevado sobre as extensas áreas cultivadas, resultando em redução no número de tratos culturais, liberação de mão-de-obra por demandar uma pequena quantidade quando comparado a outros métodos de controle e, portanto, diminuição dos custos de produção (OLIVEIRA JR., 2011; SILVA et al., 2012).

O uso de herbicidas também proporciona economia de trabalho e energia pela redução dos custos de colheita e de secagem de grãos, em função da eliminação das plantas daninhas (OLIVEIRA JR., 2011). No plantio direto, o controle das invasoras depende da utilização de herbicidas, uma vez que os cultivos e as capinas são incompatíveis com a tecnologia utilizada no sistema (CARVALHO et al., 2003).

O uso de herbicidas pode prevenir a interferência das plantas daninhas principalmente no início do ciclo, período durante o qual normalmente são causadas as maiores perdas nas culturas. É um aspecto importante quando na população de plantas daninhas presentes são encontradas espécies de difícil controle após a emergência, ou quando as plantas daninhas são indesejáveis durante todo o ciclo da cultura, como no caso de áreas destinadas à produção de sementes (OLIVEIRA JR., 2011).

Há um número surpreendente de grupos de herbicidas que atua de forma direta ou indireta em reações fotoquímicas (VITORINO, 2011). Esses herbicidas inibem o fluxo de elétrons no fotossistema II, a enzima glutamina sintetase na via de assimilação de nitrogênio, a protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) durante a

biossíntese da clorofila, assim como inibem diretamente a síntese de pigmentos pela inibição de uma enzima de dessaturação ou indiretamente a síntese de pigmentos pela inibição de uma quinona envolvida em dessaturação, e, capturam elétrons do fotossistema I (HESS, 2000). Outros grupos de herbicidas atuam na inibição de aminoácidos aromáticos, aminoácidos de cadeia ramificada e síntese de lipídeos, onde ocorre a degradação da membrana celular e regulação do crescimento das plantas (HESS, 2000).

A seletividade de herbicidas é a base para o sucesso do controle químico de plantas daninhas na produção agrícola, sendo designada como uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida (OLIVEIRA JR., 2011).

Os herbicidas seletivos são substâncias químicas capazes de selecionar populações de plantas. O termo “seleção” se refere à atuação destes produtos, provocando a morte de certas plantas e de outras não, onde a seletividade ocorre quando a planta é capaz de metabolizar o herbicida a compostos pouco tóxicos ou não tóxicos, permitindo tolerância à exposição ao produto em determinadas condições (OLIVEIRA JR., 2011; CARVALHO, 2013). A seletividade dos herbicidas depende de componentes fisiológicos, genéticos da espécie ou cultivar, do herbicida utilizado e das condições do ambiente (SILVA et al., 2002).

A utilização de herbicidas somente é possível se há seletividade para a cultura de interesse econômico, caso contrário é necessária a aplicação dirigida, o que dificulta a aplicação e reduz a eficiência de controle das plantas daninhas junto à linha de plantio. Apesar destas vantagens, para que esta prática possa ser utilizada é necessária a identificação de herbicidas que sejam seletivos à cultura e que controlem eficientemente as plantas daninhas infestantes (SOFIATTI et al., 2008).

Apesar da eficiência dos herbicidas existentes comercialmente, não existem herbicidas registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para as culturas de crotalárias, o que impede a recomendação e o uso de tais produtos (AGUIAR et al., 2014), assim como a escassez de trabalhos sobre a seletividade de herbicidas para a cultura. A maioria das informações sobre a utilização de herbicidas na cultura de crotalária, está relacionada a *Crotalária Juncea* e outras plantas da mesma família como a soja (*Glycine max*) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Porém, sendo espécies diferentes, pode ocorrer variação na seletividade entre a *C. spectabilis* e *C. ochroleuca*.

2.4 Mecanismos de ação dos herbicidas

O mecanismo de ação é a forma específica pela qual um herbicida interfere de modo significativo em determinado processo biológico da planta (KISSMANN, 2003). Considera-se que o mecanismo de ação diz respeito ao primeiro ponto do metabolismo das plantas onde o herbicida atuará, sendo o primeiro de uma série de eventos metabólicos que resultam na expressão final sobre a planta (OLIVEIRA JR., 2011). Os herbicidas geralmente inibem a atividade de uma enzima ou proteína na célula e, como consequência, desencadeiam uma série de eventos que alteram o desenvolvimento da célula e do organismo (VIDAL, 1997).

2.4.1 Herbicidas inibidores da enzima ALS

Os inibidores da ALS têm sido intensivamente utilizados em função da alta eficiência em doses muito baixas, baixa toxicidade para mamíferos e boa seletividade para várias das culturas de grande importância econômica (VITORINO, 2011).

Os herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS) ou acetohidroxiácido sintase (AHAS) pertencem a diversos grupos químicos, como as imidazolinonas, triazolopirimidas e sulfoniluréias, tendo como moléculas imazetapir, etoxissulfurom e piritiobaque-sódico (CHRISTOFFOLETI, 1997).

Os herbicidas inibidores da ALS provocam a inibição da síntese de aminoácidos de cadeia ramificada, através da inibição da enzima acetolactato sintase, desta forma não catalisando a síntese de três aminoácidos essenciais (valina, leucina e isoleucina), que por sua vez, interfere na síntese do DNA e no crescimento celular (TREZZI; VIDAL, 2001).

Quando o herbicida encontra-se presente dentro da célula de uma planta susceptível, ocorre uma inibição não competitiva pelo herbicida com o substrato, de tal maneira que não ocorre a formação do acetolactato, indispensável, para que as demais reações prossigam resultando na formação dos aminoácidos (PORTUGAL, 2013).

A paralização na síntese dos aminoácidos leva a uma interrupção na divisão celular e paralização do crescimento, em plantas susceptíveis ocorre a paralisação do crescimento da planta e desenvolvimento de clorose internerval e/ou arroxamento foliar dentro de 7 a 10 dias após a aplicação do herbicida. Nas folhas em emergência pode aparecer manchas e má formação, podendo também haver inibição do

crescimento de raízes laterais quando resíduos do produto estão presentes no solo. Normalmente, nas folhas largas, o meristema apical apresenta necrose e morre antes que as demais partes mais velhas da planta, a morte das plantas susceptíveis ocorre dentre 7 a 21, dependendo do estágio de desenvolvimento na época da aplicação (TREZZI; VIDAL, 2001; OLIVEIRA JR., 2001; KISSMANN, 2003).

O mecanismo primário de seletividade natural às imidazolinas funciona com a capacidade das espécies de metabolizar herbicidas a metabólitos não tóxicos; a tolerância é pouca influenciada pela absorção e translocação. Para as sulfoniluréias, o mecanismo isolado de maior importância em termos de seletividade é a conversão rápida a compostos inativos nas culturas tolerantes, ao modo que pouco ou nenhum metabolismo pode ser mensurado em plantas sensíveis. A sensibilidade relativa de plantas às triazolopiridinas é em função do tempo necessário para absorção e translocação e da taxa de metabolismo dentro da planta (OLIVEIRA JR., 2011).

2.4.2 Herbicidas inibidores do fotossistema II

Os inibidores do fotossistema II (FSII), também são conhecidos como inibidores da síntese de Hill, por inibirem a evolução do oxigênio a partir da água na presença de cloroplastos e de um aceptor adequado de elétrons. A descoberta da ação seletiva destes compostos foi na década de 50, mas até hoje são um dos mais numerosos e importantes grupos de herbicidas, com ampla utilização em diversas culturas (OLIVEIRA JR., 2011).

Os herbicidas inibidores do FSII apresentam como grupo químico as triazinas, uréias e uracilas, tendo como moléculas comerciais a atrazina, bentazona, diurom, entre outras, que promovem a inibição da fotossíntese. O sítio de ação destes herbicidas é na membrana do cloroplasto, onde ocorre a fase luminosa da fotossíntese, mais especificamente no transporte de elétrons (PORTUGAL, 2013).

Estes herbicidas atuam como análogos as plastoquinonas, competindo com as próprias plastoquinonas, exercendo a ação fitotóxica em plantas sensíveis ligando-se ao nicho ou "bolso" da proteína D1, no qual a quinona_B deveria ligar-se para receber os elétrons da quinona_A (KRUSE et al., 2001; POWLES; YU, 2010). Assim bloqueando o transporte de elétrons no fotossistema e gera moléculas de clorofila mais carregadas energeticamente, desta forma dão origem a uma reação em cadeia formando radicais livres como oxigênio singleto, superóxido, radical hidroxila e peróxido de hidrogênio,

que irão peroxidar os lipídios das membranas, formando novos radicais lipídicos, também capazes de oxidar outros lipídios de membranas, e assim, impossibilitando a ocorrência do transporte do elétron até a plastoquinona (FUERST; NORMAN, 1991; VIDAL, 1997; KRUSE et al., 2001).

Dessa forma não existe a produção de ATP, pois a produção de elétrons é interrompida, bem como a produção de NADPH e ocorre a interrupção da fixação de carbono levando a inanição de carboidratos e ao estresse oxidativo (CHRISTOFFOLETI, 1997; POWLES; YU, 2010). A morte das plantas sensíveis ocorre devido ao rompimento das membranas causadas pela peroxidação dos lipídios da mesma, fazendo com que as células e organelas se desidratem e desintegrem-se rapidamente, promovendo clorose foliar que é o resultado do rompimento das membranas e posterior necrose (RIZZARDI et al., 2004; OLIVEIRA JR., 2011).

As plantas possuem mecanismos para evitar o estresse oxidativo produzido normalmente em pequeno grau durante a fotossíntese, no entanto quando as plantas são tratadas com inibidores do FSII, a quantidade de radicais produzidos ultrapassa a capacidade de destoxificação desses mecanismos, levando à morte (KRUSE et al., 2001).

É considerado a existência de três formas de ligação dos herbicidas à proteína D1, as quais formam subgrupos dentro deste mecanismo de ação. O primeiro subgrupo é composto por herbicidas dos grupos químicos fenilcarbamatos, piridazinonas, triazinas, triazinonas, triazolinonas e uracilas – C1; o segundo, pelos herbicidas dos grupos amidas e uréias – C2; e o terceiro pelos herbicidas dos grupos benzotiadiazinonas, nitrilas e fenilpiridazinas – C3. Independentemente do sítio específico de ligação, estes herbicidas apresentam sintomas semelhantes de progressão de injúrias nas plantas sensíveis (OLIVEIRA JR., 2011).

A seletividade destes herbicidas, como a atrazina, ocorre pela degradação em muitas plantas tolerantes ao metabolismo do herbicida, especialmente pelo processo de conjugação com glutatona nas folhas, o que com que ele nunca chegue ao cloroplasto para causar injúrias (OLIVEIRA JR., 2011).

2.4.3 Herbicidas inibidores da síntese de caroteno

Os herbicidas inibidores da biossíntese de caroteno, também são conhecidos como inibidores de pigmentos, isto porque, promovem a perda de praticamente todos

os pigmentos das plantas suscetíveis, resultando numa aparência “albina” (PORTUGAL, 2013). Os herbicidas deste grupo provocam a inibição da biosíntese de carotenóides, com posterior geração de estresse oxidativo, o qual destrói as membranas das células, levando assim as plantas sensíveis à morte (KRUSE et al., 2001).

O caroteno é um pigmento das plantas responsável, dentre outras funções, pela proteção da clorofila da foto-oxidação; portanto, as plantas suscetíveis têm como sintomatologia o albinismo (“branqueamento”) dos tecidos fotossintéticos (CARVALHO; OVEJERO; CHRISTOFFOLETI, 2015).

É subdividido em três conjuntos de herbicidas, que diferem entre si em função do sítio de atuação nos bloqueios dos pigmentos carotenóides, mas apresentam em comum o mesmo típico sintoma de injúria nas plantas. Sendo os grupos divididos em F1, F2 e F3. O grupo F1 tem ação no bloqueio da síntese de carotenos, pela inibição da fitoeno desaturase, causando o acúmulo de fitoeno, entretanto este grupo não possui herbicidas registrados para uso no Brasil (OLIVEIRA JR., 2011).

Os herbicidas pertencentes ao grupo F2, como exemplo os grupos químicos tricetonas, isoxazoles e pirazoles, que possuem moléculas como a isoxaflutole, mesotriona e tetembotriona, inibem a enzima *p*-hidroxifenilpiruvato desidrogenase (HPPD), que é a responsável pela conversão do *p*-hidroximetilpiruvato à homogentisato (OLIVEIRA JR., 2011). Esta é uma reação-chave na síntese de plastoquinona e sua inibição dá início aos sintomas de branqueamento nas folhas que emergem após a aplicação, ao qual estes sintomas são resultados de uma inibição indireta da síntese de carotenoides devido ao envolvimento da plastoquinona como cofator da fitoeno desaturase (SENSEMAN, 2007).

O sítio de atuação específico no grupo F3 não é bem definido, evidências recentes sugerem que o herbicida deste grupo a clomazona é metabolizada para forma 5-ceto-clomane pelas hemoproteínas do sistema citocromo P-450 monooxigenase, tornando-se ativa como herbicida (YUN et al., 2005).

O sintoma mais visível resultante do tratamento com herbicidas inibidores da síntese de carotenoides nas plantas sensíveis é a folhagem totalmente branca produzida após o tratamento, as vezes chamado de crescimento albino. O crescimento da planta continua por algum tempo, mas sem a produção de tecidos fotossintéticos verdes, o crescimento das plantas afetadas não pode ser mantido, cessando o crescimento, e então começam a aparecer os sintomas de necrose.

Quando os carotenoides não estão presentes, as clorofilas no estado triplet iniciam reações de degradação, entre as quais está a destruição da clorofila, por assim sem a presença dos carotenoides, as clorofilas não são capazes de se manterem funcionais e estáveis (OLIVEIRA JR., 2011).

A seletividade destes herbicidas, como exemplo na soja, pode estar relacionada a um somatório de fatores secundários, como hidroxilação, rompimento da cadeia no radical $-N-CH_2$, conjugação com metabólitos, metabolismo mais intenso e menor translocação para os locais de atuação, o qual a planta de soja tolera (OLIVEIRA JR., 2011).

2.4.4 Herbicidas inibidores da PROTOX

Os herbicidas inibidores da PROTOX são pertencentes a um grupo cujo mecanismo de ação inibe a atuação da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). São também denominados inibidores da síntese do tetrapirrole ou inibidores da síntese de protoporfirina IX (OLIVEIRA JR., 2001).

O mecanismo de ação dos produtos deste grupo parece estar relacionado com a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO ou PROTOX), localizada nos cloroplastos e mitocôndrias, o qual atua na oxidação de protoporfirinogênio à protoporfirina IX, sendo que a protoporfirina IX é um composto fotodinâmico, responsável pela formação de clorofila e citocromos através de reações com Mg e Fe, respectivamente (LEHNEN et al., 1990; VIDAL; MEROTTO JÚNIOR, 2001; WATANABE et al., 2001).

A ação herbicida ocorre pela competição pela enzima PROTOX entre o herbicida e o substrato (protoporfirinogênio IX), como o herbicida possui maior afinidade com a enzima do que o substrato, protoporfirinogênio IX acumula no cloroplasto e difunde para o citoplasma, onde é rapidamente oxidado a protoporfirina IX (JACOBS et al., 1991; LEE; DUKE; DUKE, 1993).

Com a inibição da enzima, ocorre o acúmulo de protoporfirinogênio, que se difunde para fora do centro reativo, onde acontece uma oxidação não-enzimática da mesma. Cogita-se que a protoporfirina IX produzida pela via não enzimática não sofreria a atuação da Mg-quelatase para transformar-se em Mg-protoporfirina IX, e, ou, que teria uma conformação estrutural diferente daquela produzida pela via normal. Neste caso, ocorreria a interação entre oxigênio e luz para levar o O_2 ao estado

singlet, o qual seria responsável, em última instância, pela peroxidação de lipídeos observada nas membranas celulares. Lipídeos e proteínas são atacados e oxidados, resultando em perda da clorofila e carotenóides e rompimento das membranas, o que faz com que as células das organelas sequem e se desintegrem rapidamente (OLIVEIRA JR., 2011).

Após a aplicação do herbicida ocorre absorção e pequena translocação desses herbicidas na planta até o local de ação, a luz é sempre necessária para a ação herbicida. O requerimento de luz para a atividade desses herbicidas não está relacionado com a fotossíntese. Com a inibição da PROTOX, a protoporfirina IX se acumula muito rapidamente em células de plantas tratadas. Essa acumulação rápida se deve ao descontrole na rota metabólica de sua síntese. A consequência do descontrole é o aumento rápido do protoporfirinogênio IX, a sua saída para o citoplasma na forma protoporfirina IX, que, na presença de luz e oxigênio, produz a forma reativa do oxigênio (oxigênio singlet), com consequente peroxidação dos lipídios da membrana celular (FERREIRA et al., 2005).

A atividade desses herbicidas é expressa por necrose foliar da planta tratada em pós emergência, após 4-6 horas de luz solar. Os primeiros sintomas são manchas verde-escuras nas folhas, dando a impressão de que estão encharcadas em razão do rompimento da membrana celular e derramamento de líquido citoplasmático nos intervalos celulares, a esses sintomas iniciais segue-se a necrose (FERREIRA et al., 2005).

Estes herbicidas podem ser absorvidos pelas raízes, caule ou folhas de plantas novas, geralmente apresentam pouca ou nenhuma translocação nas plantas. As plantas susceptíveis apresentam necrose nas folhas rapidamente (um a três dias). Mesmo em espécies consideradas tolerantes, as plantas podem exibir injúrias de moderadas a severas após a aplicação destes herbicidas em pós-emergência. Doses subletais podem produzir sintomas de bronzeamento das folhas mais novas, ao passo que a deriva de pequenas gotas causa o aparecimento de pequenas manchas brancas nas folhas (OLIVEIRA JR., 2011).

Quando em contato direto com a folhagem apresentam pouca seletividade, no entanto a seletividade ocorre basicamente pela metabolização da molécula do herbicida, muitas culturas possuem capacidade de rapidamente recuperar a área foliar afetada (ex: lactofen e acifluorfen aplicados em soja) ocorre certo nível de injúria, mas

as plantas se recuperam (o efeito é unicamente de contato, as folhas novas que saem após a aplicação não são afetadas) (FERREIRA et al., 2005; OLIVEIRA JR., 2011).

2.4.5 Herbicidas mimetizadores de auxina

Este grupo de herbicidas também é conhecido como reguladores de crescimento, auxinas sintéticas ou herbicidas hormonais, em função da similaridade estrutural com a auxina natural das plantas. Este grupo possui grande importância histórica, uma vez que o 2,4-D, criado a mais de 70 anos, foi o primeiro composto orgânico sintetizado pela indústria utilizado como herbicida seletivo. Além disto, foi o primeiro herbicida a ser usado em doses baixas ($\leq 1 \text{ kg ha}^{-1}$). Historicamente, o 2,4-D teve sua importância porque ajudou a dar o estímulo ao desenvolvimento inicial da indústria química na agricultura (CATANEO; CARVALHO, 2008; OLIVEIRA JR., 2011).

A ação inicial (mecanismo de ação) destes compostos envolve o metabolismo de ácidos nucleicos e a plasticidade da parede celular. É considerado que estes herbicidas possam causar a acidificação da parede celular através do estímulo da atividade da bomba de prótons da ATPase, ligada à membrana celular. A redução no pH apoplástico induz à elongação celular pelo aumento da atividade de certas enzimas responsáveis pelo afrouxamento celular. Baixas concentrações destes herbicidas também estimulam a RNA polimerase, resultando em aumentos subsequentes de RNA, DNA e biossíntese de proteínas. Aumentos anormais nestes processos levam à síntese de auxinas e giberilinas, as quais promoverão divisão e alongamento celular acelerado e desordenado nas partes novas da planta, ativando seu metabolismo e levando ao seu esgotamento. Por outro lado, em concentrações mais altas, estes herbicidas inibem a divisão celular e o crescimento, geralmente nas regiões meristemáticas, as quais acumulam tanto assimilados provenientes da fotossíntese quanto o herbicida transportado pelo floema. Estes herbicidas estimulam a liberação de etileno que, em alguns casos, pode produzir sintomas característicos de epinastia associados à exposição a estes herbicidas (OLIVEIRA JR., 2011; SENSEMAN, 2007).

Os primeiros efeitos destes herbicidas nas plantas dicotiledôneas sensíveis são caracterizados por anormalidades no crescimento, tais como, epinastia das folhas e pecíolos, e inibição do crescimento com intensificação da pigmentação verde foliar

dentro de 24 h, além da interrupção do floema, impedindo o movimento dos fotoassimilados das folhas para o sistema radicular (FERREIRA et al., 2005; CATANEO; CARVALHO, 2008). Estes fenômenos são seguidos por danos nos cloroplastos, causando clorose e destruição da integridade das membranas e do sistema vascular, culminando em dessecação e necrose dos tecidos (CATANEO; CARVALHO, 2008; COBB, 1992; GROSSMANN et al., 1996).

À medida que as funções metabólicas são afetadas, o metabolismo geral e as funções celulares normais são interrompidas, causando o aparecimento dos sintomas tais como: deformações nas nervações e no limbo foliar; paralisação do crescimento e engrossamento de raízes, principalmente na região das gemas, podendo também induzir ao aparecimento de raízes adventícias; tumores ao longo do caule da planta (principalmente nos nós), os quais estão ligados à obstrução do fluxo do floema. A morte de plantas susceptíveis ocorre de forma lenta, geralmente entre 3 e 5 semanas após a aplicação (OLIVEIRA JR., 2011).

A seletividade a estes herbicidas pode ser dependente de diversos fatores, como: arranjo do tecido vascular em feixes dispersos, sendo estes protegidos pelo esclerênquima em gramíneas; metabolismo do 2,4-D e seus derivados, a aril-hidroxilação resulta na perda da capacidade auxínica, além de facilitar a sua conjugação com aminoácidos e outros constituintes em plantas tolerantes; algumas espécies de plantas podem ainda excretar esses herbicidas para o solo através de seu sistema radicular (exsudação radicular) (OLIVEIRA JR., 2011).

3 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. T. E. et al. **Boletim 200: Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. Ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452 p.
- ALCÂNTARA, F. A. et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.
- AMABILE, R. F. et al. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 47-54, 2000.
- ANDREOLA, F. et al. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 867-874, 2000.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando à melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, 2001.
- BRAZ, G. B. P. et al. Selection of herbicides targeting the use in crop systems cultivated with showy crotalaria. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 521-534, 2015.
- CALEGARI, A. et al. **Adubação verde no sul Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria de Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. 346 p.
- CANALLI, L. B. S. **Decomposição de resíduos culturais e sua contribuição nos macroagregados e na fração lábil da matéria orgânica do solo no sistema plantio direto**. 2009. 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- CARNEIRO, M. A. C. et al. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 455- 462, 2008.
- CARVALHO, F. T. et al. Manejo químico das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura de soja. **Planta daninha**, v. 21, n. 1, p. 145-150, 2003.
- CARVALHO, L. B. **Hercicidas**. 1. ed. Lages, SC, 2013. 62 p.
- CARVALHO, J. C.; OVEJERO, R. F. L; CHRISTOFFOLETI, P. J. **Mecanismo de ação dos herbicidas e sua relação com a resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Disponível em: <<http://www.hrac-br.com.br/arquivos/HRAC-BRMecanismosdea%E7%E3o.doc>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- CATANEO, A. C.; CARVALHO, J. C. Resistência de plantas a herbicidas mimetizadores das auxinas (Grupo 0). In: CHRISTOFFOLETI, P. J. **Aspectos de**

resistência de plantas daninhas a herbicidas. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas, 2008. 120 p.

CECCON, G. Produção de palha para o sistema plantio direto. In: SINPÓSIO DE FERTILIDADE DO SOLO EM PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 2011, Jataí, GO. **Anais...** Jataí: [s.n.], 2011.

CHAVES, J. C. D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de cultura. In: **Agricultura alternativa**. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, 1-88p. 2001.

CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. In: I SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1997, Dourados, MS. **Anais...** Dourados: EMBRAPA, 1997, p. 75-94.

COBB, A. Auxin-type herbicides. In: **Herbicides and Plant Physiology**. Capman & Hall, 1992. p. 82-106.

DEBIASI, H. et al. Manejo do solo para controle cultural do nematoide das lesões radiculares na entressafra da soja. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2012, Uberlândia, MG. **Resumos Expandidos...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. p. 1-.4

DOURADO, M. C. et al. Matéria seca e produção de grãos de *Crotalaria juncea* L. submetida à poda e adubação fosfatada. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, 2001.

ERASMO, E. A. L. et al. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.

FERREIRA, F. A. et al. Mecanismos de ação de herbicidas. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO. Viçosa, 2005. **Resumos Expandidos...** Viçosa: UFV, 2005, p.3-4.

FIDELIS, R. R. et al. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. **Bioscience Journal**, v. 19, n. 1, p.23-31, 2003.

FREITAS, F. C. L. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 241-247, 2009.

FUERST, E. P., NORMAN, M. A. Interactions of herbicides with photosynthetic electron transport. **Weed Science**, v. 39, n. 3, p. 458-464, 1991.

GALVÃO, A. G. **Coberturas de solo e desempenho de híbridos de tomateiro na implantação do sistema de plantio direto**. 55 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Pós Graduação em Agronomia – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR, 2011.

GROSSMANN, K. et al. Induction of abscisic acid is a common effect of auxin herbicides in susceptible plants. **Journal of Plant Physiology**, v. 149, p. 475-478, 1996.

HESS, F. D. Light-dependent herbicides: an overview. **Weed Science**, Lawrence, v. 48, p. 160-170, 2000.

JACOBS, J. M. et al. Effect of diphenyl ether herbicides on oxidation of protoporphyrinogen to protoporphyrin in organella and plasma membrane enriched fractions of barley. **Plant Physiology**, v. 97, n. 1, p. 197–203, 1991.

KISSMANN, K. G. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2003. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAAahUKEwipy2X_obJAhXJPT4KHYAICc4&url=http%3A%2F%2Fwww.hrac-br.com.br%2Farquivos%2FHRAC-BRMecanismosde%25E7%25E3o.doc&usg=AFQjCNFUcChzMhS3WNEYmDsOvTdbv6rcKg&sig2=dsAjQ3wdl6mB3o6iayFZjg>. Acesso em: 28 out. 2015.

KRUSE, N. D. et al. Sinergismo potencial entre herbicidas inibidores do fotossistema II e da síntese de carotenoides. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 569-575, 2001.

LEE, H. J.; DUKE, M. V.; DUKE, S. O. Cellular localization of protoporphyrinogen-oxidizing activities of etiolated barley (*Hordeum vulgare*) leaves (Relationship to Mechanism of Action of Protoporphyrinogen Oxidase-Inhibiting Herbicides). **Plant Physiology**, v. 102, n. 3, p. 881–889, 1993

LEHNEN, L. P. et al. O. Tissue and cellular localization of acifluorfen-induced porphyrins in cucumber cotyledons. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v. 37, n. 3, p. 239–248, 1990.

LEITE, L. F. C. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 29-35, 2010.

LINDINO, C. A. et al. Fitorremediação de solos utilizando *Crotalaria spectabilis* para remoção de cádmio e chumbo. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 4, 2012.

MADALÃO, J. C. et al. Uso de leguminosas na fitorremediação de solo contaminado com sulfentrazone. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, 2012.

MARTINS, C. A. C. **Manejo da Cobertura do Solo e Adubação com P e S na Cultura da Mandioquinha-salsa**. 105 f. 2009. Tese (Doutorado em Ciências em Agronomia)- Pós-Graduação em Agronomia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

MIYASAKA, S. Histórico do estudo de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. **Adubação Verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.64-123.

MONDIN, M. **Estudo da evolução cariotípica do gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae – Papilionoideae) com emprego de técnicas de bandamento cromossômico e hibridação in situ fluorescente (FISH)**. 2003, 115 f. Tese

(Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MORAIS, A. C. M. **Utilização de materiais orgânicos como estratégia para o manejo da casca preta do inhame**. 2014. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Lago, AL, 2014.

MORALES, A. G. **Evolução cromossômica de espécies de *Crotalaria* (L.) da seção *Hedriocarpae*, subseção *Macrostachyae* (Leguminosae-Papilionoideae)**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Genética e Melhoramento de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

NOGUEIRA, C. H. P. et al. Seletividade dos herbicidas bentazon e nicosulfuron para *Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 3., 2015, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo, SP: UNESP, 2015.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Introdução ao controle químico. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 125-140.

OLIVEIRA, F. H. T. et al. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SCHAEFER, C. E. G. R. et al. Eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v. 2. p. 394-371.

PENTEADO, S.R. **Adubação verde e produção de biomassa: Melhoria e recuperação dos solos**. Campinas: Livros Via Orgânica, 2007. 174p.

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 791-796, 2003.

PITOL, C. et al. **Uso de adubos verdes nos sistemas de produção no Bioma Cerrado**. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. Cerrado: Adubação Verde. 1. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 301-330.

POLHILL, R. M. ***Crotalaria* in Africa and Madagascar**. Rotterdam: Royal Botanic Gardens, Kew, 1982. 389p.

PORTUGAL, L. V. **Fitotoxicidade de herbicidas pós-emergentes em híbridos de milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Sistemas de Produção na Agropecuária, Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, MG, 2013.

POWLES, S. B.; YU, Q. Evolution in action: plants resistant to herbicides. **Annual Review of Plant Biology**, v. 61, p. 317–347, 2010.

RIZZARDI, M. A. et al. Aspectos Gerais do Manejo e Controle de Plantas Daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Ed) **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 105-144.

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

SEVERINO, F. J.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes. **Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 201- 204, 2001.

SILVA, S. M. S. et al. **Composição química de 45 Genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. (Comunicado Técnico, 149).

SILVA, P. C. G. et al. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 1504-1512, 2009.

SILVA, A. R. et al. Controle químico de plantas daninhas monocotiledôneas na cultura do gergelim. **Scientia Plena**, v. 8, n. 1, 2012.

SILVA, K. S. et al. Eficiência de herbicidas para a cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 32, n. 1, p. 197-205, 2014.

SOFIATTI, V. et al. Seletividade de herbicidas pós-emergentes à cultura da mamoneira. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2008, Salvador, BA. **Anais...** Salvador: EMBRAPA, 2008, p. 1-6.

TORRES, J. L. R. et al. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 43, p. 421-428, 2008.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da ALS. In: VIDAL, R. A.; MEROTTO Jr., A. (Ed.). **Herbicidologia**. Porto Alegre, 2001, p. 25 – 36.

VASCONCELOS, M. C. C. et al. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 1, p. 01-06, 2012.

VIDAL, R. A.; MEROTTO JÚNIOR, A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Evangraf, 2001. 152 p.

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

VITORINO, H. S. Eficiência de herbicidas inibidores da ALS e PROTOX sob condições de déficit hídrico no comportamento bioquímico de plantas daninhas. 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2011.

YUN, M. S. et al. Cytochrome P-450 monooxygenase activity in herbicide-resistant and – susceptible late watergrass (*Echinochloa phyllopogon*). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 83, n. 2-3, p. 107-114, 2005.

WATANABE, N. et al. Dual targeting of spinach protoporphyrinogen oxidase II to mitochondria and chloroplasts by alternative use of in-frame initiation codons. **Journal of Biological Chemistry**, v. 276, n. 23, p. 20447-20481, 2001.

WILDNER, L. P. Utilização de espécies de verão para adubação verde, cobertura e recuperação do solo em Santa Catarina. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROTAÇÃO DE CULTURAS, 1992, Campo Mourão, PR. **Anais...** Campo Mourão: AEACM, 1992. p.144-160.

CAPÍTULO 1 - EFEITO DE HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA EM *Crotalaria spectabilis*.

RESUMO – A *Crotalaria spectabilis* é muito utilizada no sistema de plantio direto, sendo opção para rotação de culturas e adubação verde. No entanto, como outras culturas, encontra dificuldades no manejo de plantas daninhas, tendo um complicador, a não existência de registros de herbicidas para esta cultura. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de herbicidas aplicados em pós-emergência das plantas de *Crotalaria spectabilis*, visando seletividade para esta cultura. O experimento foi conduzido em cultivo de segunda safra, ano agrícola 2014/2015. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas no tempo com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 11, designado por: cinco épocas de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 Dias após aplicação) e 10 herbicidas aplicados (Piritiobaque-sódico dose 22,4 g i.a. ha⁻¹, Piritiobaque-sódico dose 42 g i.a. ha⁻¹, Mesotriona dose 72 g i.a. ha⁻¹, Etoxissulfurom dose 12 g i.a. ha⁻¹, Etoxissulfurom dose 24 g i.a. ha⁻¹, Bentazona dose 600 g i.a. ha⁻¹, 2,4-D dose 564 g i.a. ha⁻¹, Atrazina dose 1.250 g i.a. ha⁻¹, Flumicloraque pentílico dose 30 g i.a. ha⁻¹ e Imazetapir dose 30 g i.a. ha⁻¹), além da testemunha sem aplicação. Foram avaliados a fitotoxidade de plantas, altura de plantas, estande de plantas, número de folhas por planta, plantas em florescimento e massa seca da parte aérea. As análises indicaram que Bentazona, Flumicloraque pentílico, Imazetapir, e Piritiobaque-sódico foram menos tóxicos à *C. spectabilis*, com menor interferência em altura e população de plantas, assim como na produção de folhas, fitomassa e florescimento. Ao passo que Atrazina, Mesotriona e 2,4-D apontaram maior fitotoxidez, repercutindo em menores produções, e até a morte das plantas.

Palavras-chave: *Crotalaria spectabilis*, seletividade, controle químico, plantas daninhas.

CHAPTER 1 – EFFECT OF HERBICIDES POST EMERGENCE IN *Crotalaria spectabilis*.

ABSTRACT - The *Crotalaria spectabilis* is widely used in no-till system, with option to crop rotation and green manure. However as other cultures, it is difficulty in weed management, and a complicating factor, the absence of herbicides records for this culture. This study evaluated the effect of herbicides applied post-emergence of the plants of *Crotalaria spectabilis*, aiming selectivity for this culture. The experiment was conducted in second-crop farming, agricultural year 2014/2015. The experimental design was a randomized block in split plot with four replications, in a factorial 5 x 11, called: five evaluation times (7, 14, 21, 28 and 35 days after application) and 10 applied herbicides (Pyrithiobac-sodium dose 22.4 g a.i. ha⁻¹, Pyrithiobac-sodium dose 42 g a.i. ha⁻¹, Mesotrione dose 72 g a.i. ha⁻¹, Etoxissulfurom dose 12 g a.i. ha⁻¹, Etoxissulfurom dose 24 g a.i. ha⁻¹, Bentazone dose 600 g a.i. ha⁻¹, 2,4-D dose 564 g a.i. ha⁻¹, Atrazine dose 1.250 g a.i. ha⁻¹, Flumiclorac-pentyl dose 30 g a.i. ha⁻¹ and Imazethapyr dose 30 g i.a ha⁻¹), plus the control without application. They evaluated the phytotoxicity of plants, plant height, plant stand, number of leaves per plant, plants in flowering and dry mass of shoots. The analysis indicated that Bentazone, Pentyl flumiclorac, Imazethapyr and Pyrithiobac-Sodium were less toxic to *C. spectabilis*, with less interference in height and plant population, as well as in the production of leaves, biomass and flowering. While Atrazine, Mesotrione and 2,4-D showed higher toxicity symptoms, reflecting in smaller productions, and even death of plants.

Keywords: *Crotalaria spectabilis*, selectivity, chemical control, weeds.

INTRODUÇÃO

É grande a utilização de culturas de cobertura para formação de palhada por agricultores, necessitando, portanto, de espécies que promovam boa cobertura vegetal, proteção ao solo e contribua positivamente para fertilidade, proporcionando bons resultados para as culturas posteriores (Carneiro et al., 2008).

Dentre as espécies indicadas como plantas de coberturas, a *Crotalaria spectabilis* é muito utilizada, sendo semeada na entressafra logo após colheita da cultura principal, por apresentar ciclo curto. Ademais, dispõe da característica de adubo verde, apresentando a capacidade de acumular N atmosférico pela fixação biológica por bactérias e a mobilização e

reciclagem de nutrientes, além de contribuir no manejo de fitonematoides, favorecendo as culturas subsequente (Silva et al., 2009; Inoue et al., 2012). O agricultor não possui o hábito de cultivar crotalária com finalidade de lucratividade direta, mas dispõe da possibilidade de produzir sementes e comercializa-las, desta forma gerando renda extra, haja vista que a demanda tem aumentado, exemplo é o setor canavieiro que tem utilização visando o cultivo em áreas de renovação de canaviais (Kappes et al., 2011), e até mesmo atender outros produtores que irão realizar rotação de cultura.

Como em qualquer cultura cultivada, a *Crotalaria spectabilis* apresenta interferência imposta por plantas daninhas, constituindo um dos fatores que mais influenciam negativamente no crescimento, desenvolvimento e na produtividade. As perdas ocasionadas se dão pela competição de fatores de crescimento disponíveis no ambiente, como CO₂, água, luz e nutrientes, e também pela liberação de substâncias alelopáticas provocando efeitos maléficos à cultura, e de forma indireta, pelo fato das plantas daninhas serem hospedeiras intermediárias de pragas e doenças, além de dificultarem a realização de tratos culturais e colheita (Agostinetto et al., 2008).

Os diferentes nichos ocupados por plantas daninhas e culturas geralmente não são grandes o bastante para permitir a máxima produtividade da cultura sem que ocorra alguma intervenção humana para o controle das plantas daninhas (Agostinetto et al., 2008), sendo que dentre os métodos de controle disponíveis, o controle químico é um dos mais utilizados, por ser viável e proporcionar bom rendimento operacional em extensas áreas (Silva et al., 2014). A utilização de herbicidas já na cultura antecessora, controlando as plantas daninhas, proporciona também a redução de bancos de sementes de plantas daninhas nas áreas cultivadas, isso porque impedirá a produção e dispersão de novas sementes infestantes na área. Além de contribuir para uma boa produtividade de fitomassa e sementes da cultura.

Entretanto, para o controle químico de plantas daninhas na cultura de *Crotalaria spectabilis*, encontra-se dificuldades na definição e recomendação de herbicidas a serem utilizados, uma vez que no Brasil, nenhum herbicida possui registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para o uso seletivo em áreas com cultivo de crotalária (Aguilar et al., 2014). A utilização de herbicidas não seletivos pode influenciar o desenvolvimento, crescimento e produção das plantas, provocando fitointoxicação (injúrias), dificuldades em estabelecimento da área por redução de estande, ter interferência na altura, na produção de folhas e consequentemente redução em fitomassa e até mesmo nas inflorescências. Resultando na redução da produção esperada ou até mesmo nenhuma produção, por conta de morte das plantas.

Os trabalhos dessa natureza realizados no Brasil são escassos. Há necessidade de mais estudos a respeito de seletividade e fitointoxicação de herbicidas à cultura de *C. spectabilis*, por assim contribuir com opções de moléculas de herbicidas para uso seguro nessa cultura. Alguns herbicidas pós-emergentes são recomendados para outras culturas da mesma família botânica da crotalária e de outras plantas de cobertura, como a soja, feijão e sorgo (Agrofit, 2015), e em razão disso, espera-se que esses herbicidas apresentem seletividade à *C. spectabilis*, viabilizando posteriormente uma possível recomendação. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de herbicidas aplicados em pós-emergência das plantas de *Crotalaria spectabilis*, visando seletividade para esta cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2014/15, em segunda safra no município de Chapadão do Sul – MS, o solo é descrito como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2006).

A área foi ocupada anteriormente com soja em cultivo de verão, seguido pela *Crotalaria spectabilis* que foi semeada em 13/04/2015 (segunda safra) com o espaçamento entre linhas de 0,22 m, utilizando 18 kg de sementes por ha, com profundidade de semeadura de 3 cm. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, em esquema fatorial 5 x 11, designado por: cinco épocas de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação [DAA]) e 10 herbicidas aplicados, além da testemunha sem aplicação (Tabela 1), com quatro repetições.

Cada parcela experimental tinha a dimensão de 7 m de comprimento por 3 m de largura, totalizando uma área de 21 m², constituída por 13 linhas de plantas de crotalária. A aplicação dos herbicidas foi realizada em pós-emergência da cultura 30 dias após a semeadura (DAS), quando as plantas de crotalária apresentavam estágio 1 da escala BBCH (Desenvolvimento de folhas) (Bleholder et al., 1991), tendo as plantas de *C. spectabilis* entre três e quatro folhas totalmente desenvolvidas e altura média de 9 cm. Para a aplicação foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante, pressurizado a CO₂, pressão de 2 Kgf cm⁻² equipado com uma barra de 3,0 m, com seis pontas pulverizadoras jato leque tipo XR 11002, espaçadas de 50 cm, e conduzida a uma altura de 50 cm do alvo. O Volume de calda empregado foi de 150 L ha⁻¹, com horário de aplicação das 17:00 às 18:00 horas, com temperatura a 25 °C, umidade relativa de 60% e ventos de 4 km h⁻¹.

Após aplicação dos herbicidas as plantas foram avaliadas pelos parâmetros descritos a seguir:

Fitotoxicidade de plantas: determinada por uma escala percentual de notas visuais variando de 0 a 100%, sendo 0% nenhuma injúria e 100% morte total das plantas, adaptado da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995), avaliada aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA) as plantas de *C. spectabilis*.

Altura de plantas: foi mensurada em cinco plantas aleatoriamente por parcela, compreendida entre a superfície do solo e a última estrutura emitida das plantas em cm, sendo realizadas aos 7, 14, 21, 28 e 35 DAA.

Estande final de plantas: realizada pela contagem do número de plantas de crotalária em 2 linhas de 2 m, totalizando 4 m dentre as linhas centrais de cada parcela aos 35 DAA.

Número de folhas por planta: realizada a contagem de folhas completamente desenvolvidas em cada planta, em cinco plantas avaliadas aos 35 DAA.

Plantas em florescimento: realizada pela contagem do número de plantas de crotalária em florescimento, considerando a exibição de pelo menos uma flor aberta, dentro de 50 plantas avaliadas aos 35 DAA.

Massa seca da parte aérea: foi realizada a coleta de amostra pelo método do quadrado aos 35 DAA, que consistiu em arremessar um quadro de 0,5m x 0,5m em cada parcela, colhendo as plantas de crotalária rente ao solo dentro do quadrado. Após a coleta, as amostras foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C, até obter massa constante, com posterior pesagem.

Os dados de estande final de planta, número de folhas por planta, plantas em florescimentos e massa seca da parte aérea foram submetidos à análise de variância, sendo as médias, quando significativo pelo teste F, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Os dados de fitotoxicidade e altura de plantas coletados ao longo do tempo de condução do experimento, foram submetidos à análise de variância, realizado o desdobramento, sendo o fator qualitativo, herbicidas, comparado pelo teste de Tukey $p < 0,05$ e o fator quantitativo, tempo, pela análise de regressão, sendo as equações ajustadas a $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou interação significativa entre os fatores tempo (7, 14, 21, 28 e 35 DAA) e herbicidas avaliados sobre as variáveis fitotoxicidade e altura de plantas ao longo do ciclo, obtendo ajustes para regressão e diferenças significativas para teste de Tukey sobre a

cultura de *C. spectabilis* (Figura 1; Figura 2; Tabela 2; Tabela3). Houve também efeito significativo para herbicidas no teste F ($p < 0,05$), para as variáveis massa seca da parte aérea, estande final de plantas, número de folhas por planta e plantas em florescimento (Tabela 4).

Apesar da fitotoxidade provocada com a aplicação de Piritiobaque-sódico, Bentazona, Flumicloraque pentílico e Imazetapir (Figura 1 (a) (b)), estes foram inferiores aos demais herbicidas. Onde apresentaram fitotoxidades iniciais inferiores a 30%, com sintomas de clorose no limbo foliar, entretanto não foram afetadas as gemas apicais das plantas, desaparecendo os sintomas ao longo das avaliações. Chegando na última avaliação com fitotoxidades inferiores a 10%, demonstrando leve fitotoxidade e a recuperação da crotalária.

Etoxissulfurom nas duas doses 12 g i.a. ha⁻¹ e 24 g i.a. ha⁻¹ (Figura 1 (a); Tabela 2), promoveu fitotoxidade às plantas de crotalária, mas houve redução ao longo do tempo, onde a menor dose promoveu valores inferiores, indicando maior fitointoxicação com aumento na dose de Etoxissulfurom. Da mesma forma ocorreu com Piritiobaque-sódico em sua dose maior, promovendo fitotoxidade mais intensa nas plantas que a menor dose.

Braz et al. (2015) estudando o potencial de seletividade de herbicidas em *C. spectabilis* e Mosjidis e Wehtje (2011) estudando controle de plantas daninhas em *C. juncea*, constaram também baixos níveis de lesões, inferiores a 10% utilizando o herbicida Imazetapir, considerando-o um herbicida seletivo e eficaz para muitas culturas leguminosas incluindo leguminosas forrageiras. O herbicida Imazetapir juntamente com Piritiobaque-sódico e Etoxissulfuron são classificados como sistêmicos pelo mecanismo de agir como inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), esta enzima é responsável por catalisar a síntese de três aminoácidos essenciais: valina, leucina e isoleucina, ao qual a inibição interrompe a síntese proteica que, por sua vez, interfere na síntese do DNA e no crescimento celular, levando plantas sensíveis a morte; as plantas tolerantes, possui uma seletividade natural que degrada rapidamente estes herbicidas, tornando insensível a ação destes, provavelmente como ocorrido com a *C. spectabilis* (Vidal, 1997; Corrêa e Alves, 2010).

Imazetapir na dose de 30 g i.a. ha⁻¹ não afetou o ganho em altura das plantas de *C. spectabilis* durante as avaliações (Figura 2 (a), Tabela 3), indicando recuperação das plantas durante o desenvolvimento das mesmas. Etoxissulfurom nas duas doses de 12 g i.a. ha⁻¹ e 24 g i.a. ha⁻¹ também provocou baixa interferência em altura nas plantas durante o período experimental, no entanto a maior dose (24 g i.a. ha⁻¹) ocasionou menor porte às plantas em relação a menor dose, indicando também que com aumento da dose de Etoxissulfuron menor será o porte da planta.

As plantas submetidas a aplicação de Piritiobaque-sódico na dose de 22,4 g i.a. ha⁻¹ e Piritiobaque-sódico na dose de 42 g i.a. ha⁻¹ apresentaram redução na altura até os 11 e 12 DAA respectivamente (Figura 2 (a), Tabela 3), com posterior aumento no crescimento. Entretanto Piritiobaque-sódico na maior dose interferiu na altura, levando ao menor porte das plantas comparado com a menor dose durante o período avaliado, indicando menor altura quando se aumenta a dose.

Os resultados de fitotoxidade e altura de plantas, não se ajustaram aos modelos matemáticos na regressão para Atrazina na dose de 1.250 g i.a. ha⁻¹, pelo fato da ocorrência inicial de clorose foliar com posterior necrose e morte das plantas aos 14 DAA. A morte das plantas de *C. spectabilis* ocasionada por Atrazina provavelmente ocorreu pela ação do herbicida não sistêmico, atuando na inibição do fotossistema II, causando uma série de danos irreversíveis às células vegetais, levando as plantas à morte, principalmente plantas dicotiledôneas incluindo a crotalária (Menezes et al., 2012).

Na Figura 1 (b), observa-se que Mesotriona na dose de 72 g i.a. ha⁻¹ promoveu aumento de fitotoxidade às plantas de crotalária no decorrer do ciclo, onde aos 7 DAA apresentaram sintomas de branqueamento das folhas e posterior necrose e morte dos tecidos vegetais, chegando à 80% de fitotoxidade em seu ponto máximo aos 33 DAA, mantendo-se até o final das avaliações. Verificou-se que o tratamento 2,4-D na dose de 564 g i.a. ha⁻¹ (Figura 1 (b), Tabela2) também promoveu aumento de fitotoxidade no decorrer do ciclo da crotalária, mas com menor efeito em relação a Mesotriona, na qual aos 7 DAA as plantas tratadas obtiveram sintomas de murchamento e encarquilhamento das folhas terminais, chegando aos 35 DAA com 67%, ambos os tratamentos mostraram maiores valores de fitotoxidade ao final das avaliações.

A altura de plantas (Figura 2 (b), Tabela 3), com a aplicação de Mesotriona na dose de 72 g i.a. ha⁻¹ mostrou uma queda até os 16 DAA, correspondente a morte dos ponteiros das plantas provocado pelo herbicida, depois obtendo crescimento. Ambos Mesotriona e 2,4-D expressaram pequeno crescimento de plantas ao longo das avaliações. Estas repercussões tanto para fitotoxidade e altura de plantas para o uso de Mesotriona, deve-se a ação deste herbicida às plantas de folhas largas, que inibe a biossíntese de carotenoide através da interferência na atividade da enzima HPPD (4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenase) nos cloroplastos, provocando despigmentação das folhas que é ocasionada pela fotodegradação da clorofila, com posterior necrose e morte dos tecidos vegetais, impedindo o desenvolvimento das mesmas (Mitchell et al., 2001; Mendes et al., 2015). O herbicida 2,4-D possivelmente ocasionou tais efeitos devido ao seu mecanismo de ação em plantas dicotiledôneas, onde atua mimetizando a auxina, provocando distúrbios diversos (crescimento anormal de tecidos, obstrução do floema,

morte do sistema radicular e epinastia das folhas, etc), podendo levar as plantas sensíveis à morte (Rodrigues e Almeida, 1998; Shaw e Arnold, 2002).

A crotalária com aplicação de Flumicloraque pentílico apresentou leve redução na altura de plantas até os 13 DAA (Figura 2 (b), Tabela 3), com posterior aumento de altura, demonstrando recuperação. Na Figura 2 observa-se que Bentazona promoveu aumento em altura durante todo o período avaliado. As moléculas Bentazona e Flumicloraque pentílico, classificadas como herbicidas de ação de contato, apresentaram baixa fitotoxidade para crotalária no presente trabalho, se assemelhando ao trabalho de Nogueira et al. (2015), que também obtiveram resultados de baixa fitointoxicação com a utilização de Bentazona, na dose de 720 g i.a. ha⁻¹, indicando a seletividade deste herbicida à crotalária.

Com relação a massa seca da parte aérea (Tabela 4), observou-se aos 35 DAA que Flumicloraque pentílico não diferiu significativamente da Testemunha, proporcionando os maiores valores de massa seca, em sequência de maior massa seca aparece Bentazona e Imazetapir com 13% e 22% menor em relação a massa seca da testemunha, diferindo dos demais herbicidas. Atrazina não apresentou massa seca da parte aérea, por ocasião da morte das plantas aos 14 DAA. Apresentando o menor valor está Mesotriona com apenas 7% da massa seca da parte área produzida pelas plantas da testemunha, em sequência 2,4-D com 40% da testemunha. Todavia estes resultados de massa seca encontrados para os herbicidas, está ligado a efeitos resultantes de fitotoxidade e altura das plantas promovidas pela aplicação dos herbicidas, observa-se que onde ocorreu menor fitotoxidade maior foi a altura e maior massa seca de parte aérea, e assim o inverso, quanto maior fitotoxidade menor a altura e menor a massa seca, pois proporcionou menor desenvolvimento e porte da planta, reduzindo a fitomassa das plantas de *C. spectabilis*. Consequentemente resultará em menor oferta de palha sobre o solo, menor cobertura da superfície e menor a ciclagem de nutrientes, desfavorecendo todo o sistema.

Para a avaliação de estande de plantas aos 35 DAA (Tabela 4), verificou-se que a testemunha obteve maior número (36,2 plantas m⁻¹) não se diferenciando de Piritiobaque-sódico dose de 42 g i.a. ha⁻¹ e Flumicloraque pentílico, ao qual estes não se diferiram de Piritiobaque-sódico dose de 22,4 g i.a. ha⁻¹, Etoxissulfurom na dose de 24 g i.a. ha⁻¹ e Bentazona, apresentando estande entre 32 e 33 plantas m⁻¹. Apresentando menor estande (Tabela 4), verifica-se Mesotriona com 60% a menos em relação a testemunha. Em sequência 2,4-D portando 24,5 plantas m⁻¹, com 32% menor. Contudo estes resultados demonstram que as plantas de *C. spectabilis* foram afetadas pelos herbicidas, resultando na redução da população

de plantas esperada, pode levar a ocasionar perdas de fitomassa e podendo ainda favorecer plantas daninhas, assim não obtendo resultados satisfatórios na produção (Vazquez et al., 2008).

A variável número de folhas por planta (Tabela 4) expõe que os herbicidas Piritiobaque-sódico nas duas doses testadas e Bentazona, não se diferenciaram da testemunha, que obteve o número de folhas mais elevado, indicando baixa interferência na perda de folhas de *C. spectabilis*. Mesotriona e 2,4-D foram os herbicidas que provocaram menor número de folhas por planta, 45% e 55% respectivamente da quantidade de folhas obtidas pelas plantas da testemunha, consequentemente proporcionando menor índice de área foliar para crotalária. O índice de área foliar (IAF) representa a capacidade das folhas de explorar o espaço disponível, e está totalmente relacionado com a taxa fotossintética da planta, sendo que o ótimo IAF favorecerá maior produtividade biológica, promovendo energia necessária para o crescimento e desenvolvimento das plantas (Monteiro et al., 2005).

Com referência à variável plantas em florescimento (Tabela 4), pode-se observar que todos os herbicidas diferiram da testemunha, onde aos 35 DAA apresentou a mais elevada porcentagem de plantas em florescimento (próximo a 50%). Entre os herbicidas, Bentazona proporcionou maior porcentagem de plantas de *C. spectabilis* em florescimento 33%, e em sequência Flumicloraque pentílico com 21%. Já Atrazina com a morte das plantas não foi contabilizada. Desta forma a menor porcentagem de plantas em florescimento foi exposta por plantas que receberam aplicação de 2,4-D e Mesotriona, apresentando 0%, ou seja, nenhuma planta em florescimento. Com tudo, o baixo índice de plantas em florescimento deve-se aos efeitos dos herbicidas, que refletiram no desenvolvimento da cultura resultando no prolongamento do ciclo.

Perante o exposto, conclui-se que as plantas de *C. spectabilis* responderam diferentemente aos herbicidas testados, no entanto todos os produtos causaram fitotoxidade à cultura em proporções variáveis. Sendo que Bentazona, Flumicloraque pentílico, Imazetapir, e Piritiobaque-sódico foram menos tóxicos à *C. spectabilis*, apresentando menor fitotoxidade, com menor interferência em altura e população de plantas, assim como na produção de folhas, fitomassa e no florescimento. Ao passo que Atrazina, Mesotriona e 2,4-D apontaram maior fitotoxidez, repercutindo em menores produções, e até a morte das plantas.

LITERATURA CITADA

AGOSTINETTO, D. et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.

- AGUIAR, A. T. E. et al. **Boletim 200: Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. Ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452 p.
- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2015. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit>>. Acesso em: 10 de agosto de 2015.
- BARCELLOS, L. C. et al. Bicos de pulverização na aplicação de herbicidas pós-emergentes na cultura da soja. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 35, n. 2, p. 85-91, 2005.
- BLEIHOLDER, H. et al. Codificação unificada dos estádios fenológicos de culturas e ervas daninhas. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 26, n. 9, p. 1423-1429, 1991.
- BRAZ, G. B. P. et al. Selection of herbicides targeting the use in crop systems cultivated with showy croton. *Planta Daninha*, v. 33, n. 3, p. 521-534, 2015.
- CARNEIRO, M. A. C. et al. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 455-462, 2008.
- CARVALHO, M. A. C. et al. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 39, n. 11, p. 1141-1148, 2004.
- CORRÊA, M. J. P.; ALVES, P. L. C. A. Efeitos da aplicação de herbicidas sobre a eficiência fotoquímica em plantas de soja convencional e geneticamente modificada. **Ciênc. agrotec.**, v. 34, n. 5, p. 1136-1145, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FONTES, J. R. A. et al. Seletividade e eficácia de herbicidas para cultura do feijão-caupi. **Rev. Bras. Herbic.**, v. 12, n. 1, p. 47-55, 2013.
- GOMES JR., F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008.

- INOUE, M. H. et al. Eficácia de herbicidas aplicados em plantas adultas de *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria ochroleuca*. **Rev. Bras. Herbic.**, v. 11, n. 2, p. 148-58, 2012.
- KAPPES, C. et al. Uso de reguladores de crescimento no desenvolvimento e produção de crotalária. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 41, n. 4, p. 508-518, 2011,
- LINHARES, C. M. S. et al. Crescimento do feijão-caupi sob efeito dos herbicidas fomesafen e bentazon+imazamox. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 41- 49, 2014.
- MENDES, K. F. et al. Seleção de plantas indicadoras para o monitoramento do mesotrione e metribuzin em solo argiloso. **Rev. Ciênc. Agro-Ambient.**, v. 13, n. 1, p. 53-59, 2015.
- MENEZES, C. W. G. et al. Seletividade de atrazine e nicosulfuron a *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p.327-334, 2012.
- MITCHELL, G. et al. Mesotrione: a new selective herbicide for use in maize. **Pest Manag Sci**, Sussex, v. 57, n. 2, p. 120-128, 2001.
- MOSJIDIS, J. A.; WEHTJE, G. 2011. Weed control in sunn hemp and its ability to suppress weed growth. **Crop Protection**, v. 30, p. 70-73, 2011.
- MONTEIRO, J. E. B. A. et al. Estimção da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 15-24, 2005.
- NOGUEIRA, C. H. P. et al. Seletividade dos herbicidas bentazon e nicosulfuron para *Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 3., 2015, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo, SP: UNESP, 2015.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: 1998. 648 p.
- SHAW, D. R.; ARNOLD, J. C. Weed control from herbicide combinations with glyphosate. **Weed Technol.**, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2002.

SILVA, K. S. et al. Eficiência de herbicidas para a cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 32, n. 1, p. 197-205, 2014.

SILVA, P. C. G. et al. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 44, n. 11, p. 1504-1512, 2009.

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

VAZQUEZ, G. H.; et al. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Rev. Bras. Sementes**, v. 30, n. 2, p. 1-11, 2008.

VIDAL, R. A. **Herbicidas: Mecanismo de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre, Ribas Vidal, 1997, 165 p.

Tabela 1. Relação dos herbicidas com as respectivas doses aplicadas na cultura de *Crotalaria spectabilis*. Chapadão do Sul, MS - 2015

Herbicida	Dose (g i.a ha ⁻¹)	Mecanismo de ação
Piritiobaque-sódico	22,4	Inibidores de ALS
Piritiobaque-sódico	42	
Imazetapir	30	
Etoxissulfurom	12	
Etoxissulfurom	24	
Bentazona	600	Inibidores do fotossistema II
Atrazina	564	Inibidor da PROTOX
Flumicloraque pentílico	30	
Mesotriona	72	Inibidor da síntese de carotenóides
2,4-D	1.250	Mimetizador de auxina
Testemunha	-	-

Em todos os herbicidas testados foi adicionado o adjuvante LI-700 na dose de 0,1% v v⁻¹ na aplicação.

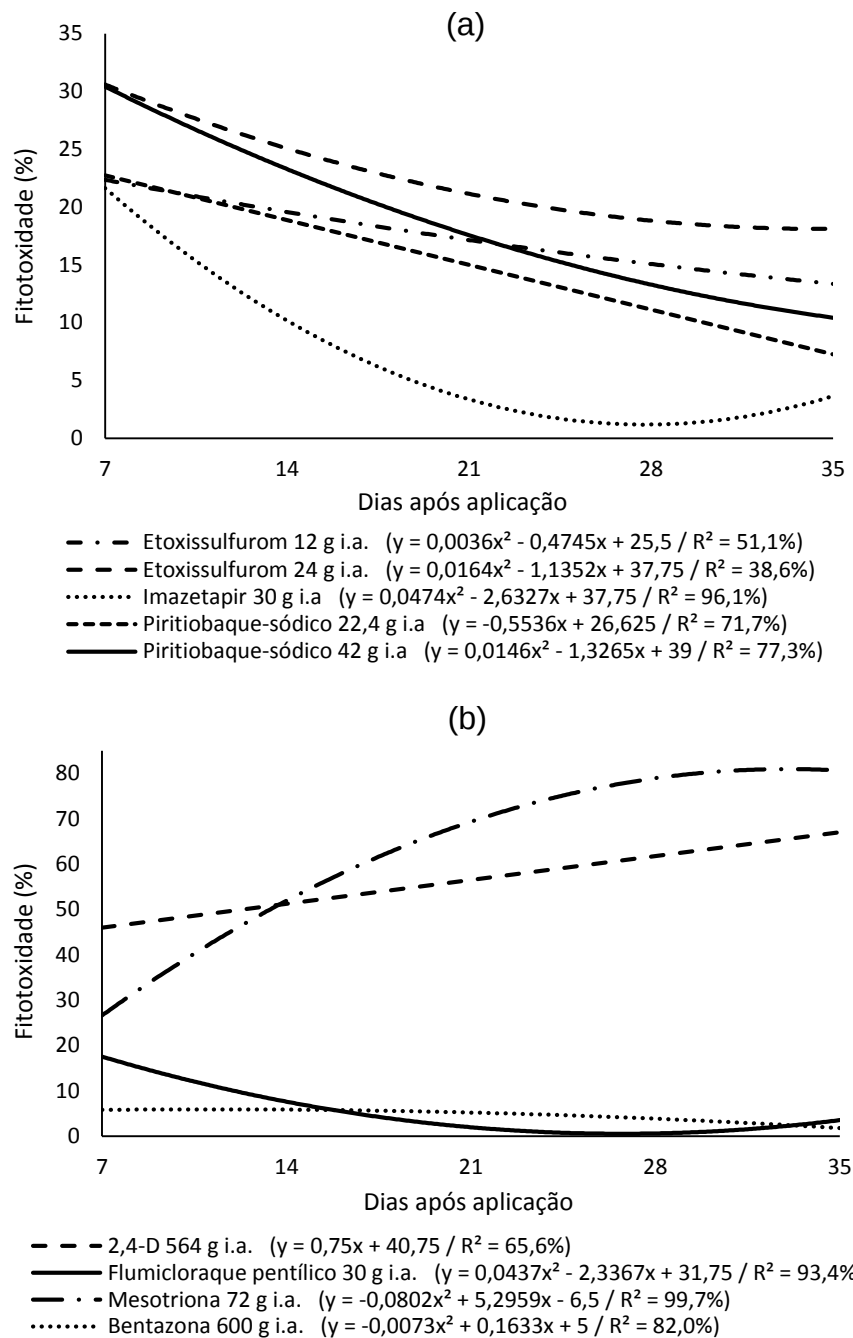


Figura 1 – Fitotoxidade (%) em plantas de *C. spectabilis* resultante das aplicações de herbicidas (a) (Inibidores de ALS) e (b) (Demais mecanismos de ação) ao longo do tempo (7, 14, 21, 28 e 35 DAA). Chapadão do Sul, MS - 2015

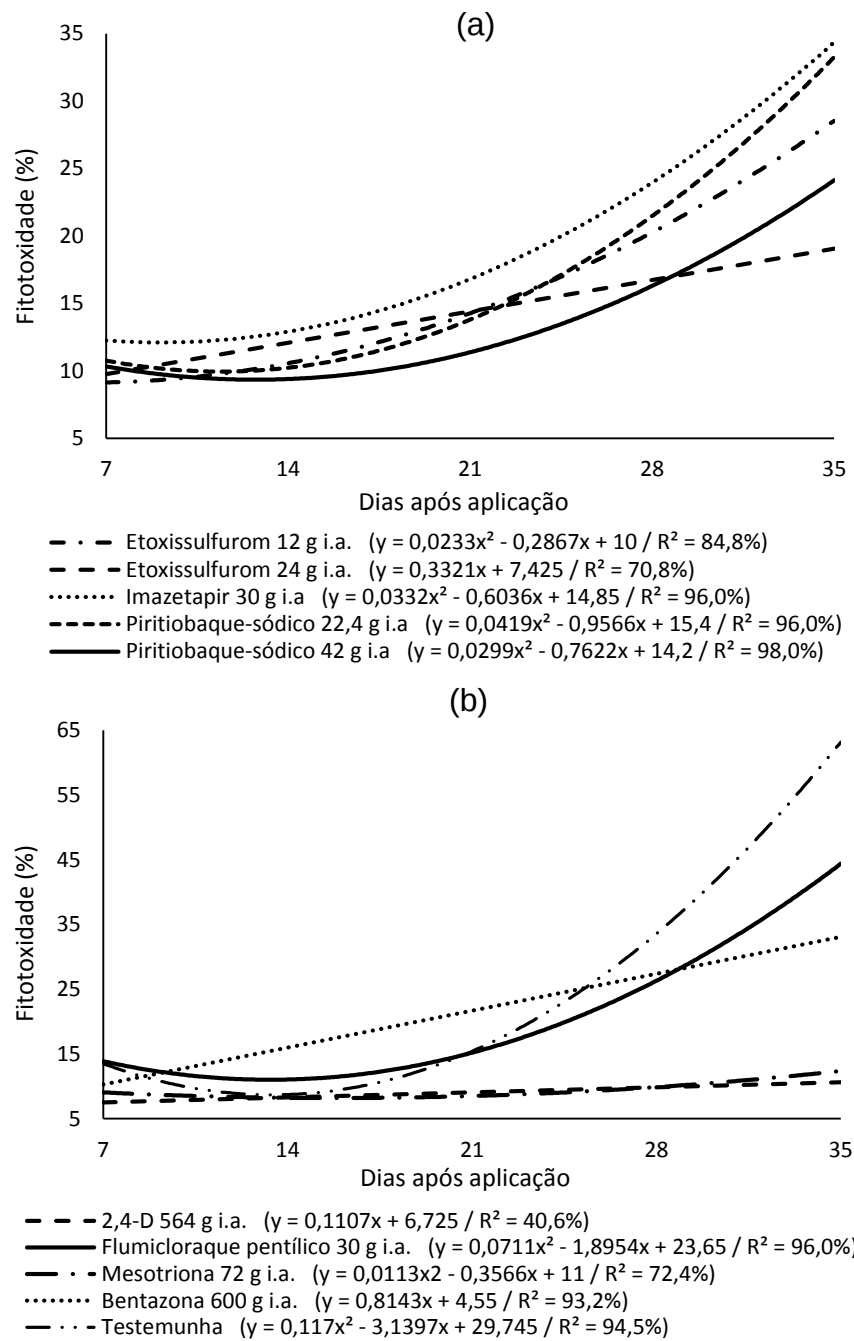


Figura 2 – Altura de plantas (cm) de *C. spectabilis* resultante das aplicações de herbicidas (a) (Inibidores de ALS) e (b) (Demais mecanismos de ação) ao longo do tempo (7, 14, 21, 28 e 35 DAA). Chapadão do Sul, MS - 2015

Tabela 2. Fitotoxidade (%) de plantas de *C. spectabilis* em cada época de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 DAA) resultante das aplicações dos herbicidas. Chapadão do Sul, MS - 2015

Herbicidas	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	7 ¹ DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
Piritiobaque-sódico	22,4	20 c	25 d	13 d	9 d	9 c
Piritiobaque-sódico	42	28 e	30 e	15 e	10 d	13 d
Imazetapir	30	23 d	9 c	3 b	4 bc	3 b
Etoxissulfurom	12	20 c	25 d	15 e	13 e	15 e
Etoxissulfurom	24	28 e	30 e	25 f	9 d	23 f
Bentazona	600	6 b	5 b	5 c	5 c	1 ab
Atrazina	1.250	60 g	98 h	100 i	100 h	100 i
Flumicloraque pentílico	30	19 c	5 b	3 b	3 b	3 b
Mesotriona	72	28 e	50 g	70 h	80 g	80 h
2,4-D	564	50 f	48 f	50 g	70 f	65 g
Testemunha	-	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Coeficiente de Variação (%)		2,4				

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Gramas do ingrediente ativo por hectare. ¹DAA=Dias após a aplicação.

Tabela 3. Altura de plantas (cm) de *C. spectabilis* em cada época de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 DAA) resultante das aplicações dos herbicidas. Chapadão do Sul, MS - 2015

Herbicidas	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	7 ¹ DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
Piritiobaque-sódico	22,4	9,5 c	12,8 d	13,8 b	19,0 d	34,5 c
Piritiobaque-sódico	42	9,8 c	10,8 e	10,8 cd	15,8 e	24,5 e
Imazetapir	30	11,8 ab	13,3 bcd	18,8 a	21,0 c	35,5 c
Etoxissulfurom	12	7,5 d	14,8 abc	11,5 c	19,8 cd	29,3 d
Etoxissulfurom	24	10,0 bc	13,0 cd	11,0 cd	19,8 cd	18,3 f
Bentazona	600	11,8 ab	16,5 a	19,0 a	25,0 ab	36,0 c
Atrazina	1.250	8,8 cd	6,8 g	0,0 f	0,0 h	0,0 i
Flumicloraque pentílico	30	12,0 a	15 ab	14,5 b	23,3 b	46,0 b
Mesotriona	72	8,8 cd	8,5 fg	9,5 d	8,3 g	13,0 g

2,4-D	564	7,5 d	9,0 ef	7,0 e	11,8 f	10,0 h
Testemunha	-	10,5 abc	14,1 bcd	17,3 a	25,7 a	66,8 a
Coeficiente de Variação (%)		4,8				

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Gramas do ingrediente ativo por hectare. ¹DAA=Dias após a aplicação.

Tabela 4. Efeitos de herbicidas aplicados em *C. spectabilis*, sobre massa seca, estande de plantas, número de folhas por planta e % de plantas em florescimento, aos 35 dias após aplicação. Chapadão do Sul, MS - 2015

Tratamentos	Dose (g i.a ha ⁻¹)	¹ M. S.	² Est.	³ Nº Fol.	⁴ % Pl. Fl
Piritiobaque-sódico	22,4	1.023 d	8,1 bc	11,7 a	6 e
Piritiobaque-sódico	42	908 e	8,8 ab	11,0 ab	7 e
Imazetapir	30	1.103 c	7,3 de	10,2 bc	13 d
Etoxissulfurom	12	691 f	7,0 e	9,5 c	13 d
Etoxissulfurom	24	699 f	8,3 bc	10,0 bc	9 e
Bentazona	600	1.221 b	8,0 cd	11,2 ab	33 b
Atrazina	1.250	0 i	0 h	0,0 e	0 f
Flumicloraque pentílico	30	1.391 a	8,6 abc	9,5 c	21 c
Mesotriona	72	104 h	3,6 g	5,5 d	0 f
2,4-D	564	368 g	6,1 f	6,7 d	0 f
Testemunha	-	1.407 a	9,1 a	12,2 a	47 a
Coeficiente de Variação (%)		3,5	4,7	6,6	11,7

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*Gramas do ingrediente ativo por hectare. ¹ Massa seca da parte aérea (kg ha⁻¹). ²Estande de plantas por metro. ³Número de folhas por planta. ⁴ % de plantas em florescimento.

CAPÍTULO 2 – EFEITO DE HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA EM *Crotalaria ochroleuca*.

RESUMO – A crotalária é uma das espécies que tem sido muito utilizada nos sistemas de produção agrícola, em função do seu potencial na fixação de nitrogênio, redução de nematoides e boa cobertura do solo. Porém, em relação ao manejo de plantas daninhas, há dificuldade no manejo ao longo do ciclo da cultura de crotalária, uma vez que não há herbicidas registrados para esta cultura. Objetivou-se avaliar o efeito da utilização de herbicidas pós-emergentes em plantas de *Crotalaria ochroleuca*, visando a seletividade a esta cultura. O experimento foi conduzido no município de Chpadadão do Sul/MS, em cultivo de segunda safra, ano agrícola 2014/15. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas no tempo com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 11, designado por: cinco épocas de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 Dias após aplicação) e 10 herbicidas aplicados (Piritiobaque-sódico dose 22,4 g i.a. ha⁻¹, Piritiobaque-sódico 42 g i.a. ha⁻¹, Mesotriona 72 g i.a. ha⁻¹, Etoxissulfurom 12 g i.a. ha⁻¹, Etoxissulfurom 24 g i.a. ha⁻¹, Bentazona 600 g i.a. ha⁻¹, 2,4-D 564 g i.a. ha⁻¹, Atrazina 1.250 g i.a. ha⁻¹, Flumicloraque pentílico 30 g i.a. ha⁻¹ e Imazetapir 30 g i.a. ha⁻¹), além da testemunha sem aplicação. Foram avaliados a fitotoxidade de plantas, altura de plantas, estande de plantas, número de folhas por planta, plantas em florescimento e massa seca da parte aérea. Concluiu-se que Bentazona, Imazetapir e Flumicloraque pentílico foram os herbicidas que promoveram os menores níveis de fitotoxidade à *C. ochroleuca*, com menos interferência em altura e estande das plantas, e também na produção de folhas, biomassa e inflorescências, indicando possível seletividade à *C. ochroleuca*.

Palavras-chave: *Crotalaria ochroleuca*, seletividade, herbicidas pós-emergentes, plantas daninhas.

CHAPTER 2 – EFFECT OF HERBICIDES POST EMERGENCE IN *Crotalaria ochroleuca*.

ABSTRACT - The sun hemp is a species that has been widely used in agricultural production systems, depending on their potential for nitrogen fixation, nematodes reduction and good ground cover. However, with respect to weed management, there is difficulty in handling over sunn hemp crop cycle, since there are no herbicides registered for this crop. The objective was to evaluate the effect of the use of post-emergence herbicides in *Crotalaria ochroleuca* plants, aimed at selectivity to this culture. The experiment was conducted in the municipality of Chapadão South / MS, in second-crop cultivation, crop year 2014/15. The experimental design was a randomized block in split plot with four replications, in a factorial 5 x 11, called: five evaluation times (7, 14, 21, 28 and 35 days after application) and 10 applied herbicides (Pyriothion 22.4 g a.i. ha⁻¹, Pyriothion 42 g a.i. ha⁻¹, Mesotrione 72 g a.i. ha⁻¹, Etoxisulfuron 12 g a.i. ha⁻¹, Etoxisulfuron 24 g a.i. ha⁻¹, Bentazon 600 g a.i. ha⁻¹, 2,4-D 564 g a.i. ha⁻¹, Atrazine 1,250 g a.i. ha⁻¹, Flumiclorac pentyl 30 g a.i. ha⁻¹ and Imazethapyr 30 g a.i. ha⁻¹), and the control without application. They evaluated the phytotoxicity of plants, plant height, plant stand, number of leaves per plant, plants in flowering and dry mass of shoots. It follows that Bentazon, flumiclorac pentyl and Imazethapyr were herbicides that promote lower levels of phytotoxicity to *C. ochroleuca* with less interference in height and stand of plants and also in the production of leaves, inflorescences, and biomass, suggesting a possible selectivity to *C. ochroleuca*.

Keywords: *Crotalaria ochroleuca*, selective, post-emergent herbicides, weed.

INTRODUÇÃO

A expansão das áreas agrícolas na região do cerrado, caracterizando-se pelo uso intensivo do solo, tem levado ao surgimento de áreas degradadas, infestadas por plantas daninhas e pragas, e que, muitas vezes, são abandonadas por se tornarem improdutivas (Hayashi et al., 2002). Nesse sentido, uma das alternativas visando à produção sustentável

no cerrado, é a implantação de plantas de cobertura, para formação de uma cobertura vegetal morta sobre o solo (Fidelis et al., 2003).

Esse sistema já vem apresentando diversos benefícios, como maior controle da erosão e aumento da porosidade e conservação da água do solo, disponibilizando mais água as plantas, amenizando os efeitos das estiagens e levando, conseqüentemente, ao maior rendimento das culturas, além de promover melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do solo (Silva et al., 2006).

A crotalária, pertencente à família Fabacea, é uma das plantas mais empregadas, pois, além de ser considerada uma cobertura verde e atuar na proteção do solo, tem também potencial para controlar plantas daninhas e nematoides (Inomoto e Asmus, 2014; Vincensi et al., 2011). Dentre as espécies, destaca-se a *C. ochroleuca*, que já apresentou resultados satisfatórios na supressão de espécies de plantas daninhas (*Digitaria horizontalis*, *Hyptis lophanta* e *Amaranthus spinosus*) e, quando cultivada em rotação de cultura com a soja, verificou-se redução na densidade da população de nematoides. (Leandro e Asmus, 2015; Erasmo et al., 2004). O produtor pode ainda empregar essa cultura visando à obtenção de lucro através da comercialização de sementes (Dourado et al., 2001).

Porém, assim como as demais espécies, a *C. ochroleuca* também pode vir a apresentar perdas significativas na produção quando em competição com plantas daninhas e, por estar começando a ser semeada como cultura, alguns fatores relacionados ao seu cultivo, como o controle de plantas daninhas, necessitam ser estudados (Braz et al., 2015). Por esse motivo também, trabalhos relacionados à seletividade de herbicidas a esta cultura são escassos na literatura, e até o momento, não há recomendação de herbicidas seletivos a crotalária.

Os herbicidas nicosulfuron e bentazon foram considerados seletivos a *C. juncea* e *C. spectabilis* dependendo da dosagem utilizada (Nogueira et al., 2015). Braz et al. (2015) avaliaram a utilização de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência de *C. spectabilis*, concluindo que os herbicidas chlorimuron-ethyl, diclosulan, imazethapyr, phrithiobac-sodium, trifloxysulfuron-sodim, clomazone, pendimethalin, S-metalochlor e trifluralin, acarretaram em baixos níveis de injúrias a crotalária, contudo, os autores ressaltam a importância de mais pesquisas na área, visando assegurar a seletividade desses produtos e, futuramente, a sua recomendação.

Diante do contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da utilização de herbicidas pós-emergentes em plantas de *Crotalaria ochroleuca*, visando a seletividade a esta cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2014/15, em segunda safra no município de Chapadão do Sul – MS, cujo solo é descrito como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2006).

A área foi ocupada com soja em cultivo de verão, seguido pela *Crotalaria ochroleuca* que foi semeada em 13/04/2015, com o espaçamento entre linhas de 0,22 m, utilizando 18 kg de sementes por ha, com profundidade de semeadura de 3 cm. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, em esquema fatorial 5 x 11, designado por: cinco épocas de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação [DAA] e 10 herbicidas aplicados, além da testemunha sem aplicação (Tabela 1), com quatro repetições.

Cada parcela experimental tinha a dimensão de 7 m de comprimento por 3 m de largura, totalizando uma área de 21 m², constituída por 13 linhas de plantas de crotalária. A aplicação dos tratamentos foi realizada em pós-emergência da cultura, 30 dias após a semeadura (DAS), quando as plantas de crotalária apresentavam estágio 1 da escala BBCH (estádio de desenvolvimento de folhas) (Bleiholder et al., 1991), tendo entre três e quatro folhas totalmente desenvolvidas e altura média de 9 cm. Para a aplicação foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante, pressurizado a CO₂, pressão de 2 Kgf cm⁻² equipado com uma barra de 3,0 m, com seis pontas pulverizadoras jato leque tipo XR 11002, espaçadas de 50 cm, e conduzida a uma altura de 50 cm do alvo. O Volume de calda empregado foi de 150 L ha⁻¹, com horário de aplicação das 17:00 às 18:00 horas, com temperatura a 25 °C, umidade relativa de 60% e ventos de 4 km h⁻¹.

Após aplicação dos herbicidas as plantas foram avaliadas pelos parâmetros descritos a seguir:

Fitotoxicidade de plantas: determinada por uma escala percentual de notas visuais variando de 0% a 100%, sendo 0% nenhuma injúria e 100% morte total das plantas,

adaptado da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995), sendo as plantas de *C. spectabilis* avaliadas aos 7, 14, 21, 28 e 35 DAA.

Altura de plantas: foi mensurada em cinco plantas aleatoriamente por parcela, compreendida entre a superfície do solo e a última estrutura emitida das plantas em cm, sendo realizadas aos 7, 14, 21, 28 e 35 DAA.

Estande final de plantas: realizada pela contagem do número de plantas de crotalária em 2 linhas de 2 m, totalizando 4 m dentre as linhas centrais de cada parcela aos 35 DAA, após extrapolado para plantas por metro.

Número de folhas por planta: realizada a contagem de folhas completamente desenvolvidas em cada planta, em cinco plantas avaliadas, com posterior extrapolação de média por planta.

Plantas em florescimento: realizada pela contagem do número de plantas de crotalária em florescimento, considerando a exibição de pelo menos uma flor aberta, dentro de 50 plantas avaliadas aos 35 DAA, depois extrapolado para %.

Massa seca da parte aérea: foi realizada a coleta de amostra pelo método do quadrado aos 35 DAA, que consistiu em arremessar um quadro de 0,25 m² em cada parcela, colhendo as plantas de crotalária rente ao solo dentro do quadrado. Após a coleta, as amostras foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C, até obter massa constante, com posterior pesagem e estrapolação para kg ha⁻¹.

Os dados de estande final de planta, número de folhas por planta, plantas em florescimentos e massa seca da parte aérea foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos herbicidas, quando significativo pelo teste F, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Os dados de fitotoxidade e altura de plantas coletados ao longo do tempo de condução do experimento, foram submetidos à análise de variância, sendo o fator qualitativo, herbicidas, comparado pelo teste de Tukey $p < 0,05$ e o fator quantitativo, tempo, pela análise de regressão, sendo as equações ajustadas a $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores fitotoxidade e altura de plantas, (Figura 1; Figura 2; Tabela 2; Tabela 3). Houve também efeito significativo para herbicidas, nas variáveis massa seca da parte aérea, estande final de plantas, número de folhas por planta e plantas em florescimento (Tabela 4).

O herbicida Bentazona 600 g i.a. ha⁻¹ proporcionou as menores médias de fitotoxidez em plantas de *C. ochroleuca* com relação aos demais herbicidas, durante o ciclo, em todas as épocas de avaliação (Figura 1 (b); Tabela 2), as plantas no início da avaliação obtiveram toxidez média de 5% com sintoma de leve clorose foliar, com posterior diminuição ao longo do ciclo da cultura e recuperação total das plantas ao final das avaliações. A seletividade do herbicida bentazon pode estar relacionada à metabolização rápida da molécula até formas não tóxicas, o que evitou a morte das plantas e prosseguiu para recuperação (Roman et al., 2007).

As plantas de *C. ochroleuca* com aplicação de Flumicloraque pentílico e Imazetapir, ambos na dose 30 g i.a., apresentaram baixa fitotoxidade ao longo do ciclo, tendo aos 7 DAA em torno de 15%, com poucas injúrias de pontuações cloróticas e necróticas para Flumicloraque e leve clorose foliar com uso de Imazetapir. Chegando ao final das avaliações (35 DAA) com fitotoxidez inferior a 10% (Figura 1 (a) (b); Tabela 2), tendo a recuperação das plantas às lesões provocadas pelos herbicidas. Similar ao verificado por Mosjidis e Wehtje (2011) estudando controle de plantas daninhas em *Crotalaria juncea*, e Braz et al. (2015) estudando potencial de seletividade de herbicidas à *C. spectabilis* que verificaram baixos nível de injúrias às plantas, inferior a 10% utilizando o herbicida Imazetapir e Flumicloraque pentílico, considerando-os herbicidas seletivos e eficaz para muitas culturas leguminosas.

Ao longo do período de avaliação os herbicidas, Piritiobaque-sódico nas doses de 22,4 e 42 g i.a., Mesotriona 72 g i.a, Etoxissulfurom nas doses de 12 e 24 g i.a., e 2,4-D 564 g i.a., provocaram alta fitotoxidade nas plantas de *C. ochroleuca*, promovendo ao início das avaliações intoxicações às plantas superiores a 20% (Figura 1 (a) (b); Tabela 2), e este nível de fitotoxidade se elevou durante o ciclo da cultura, alcançando aos 35 DAA próximos a 90%, o qual significa, que as plantas em sua maioria encontravam-se mortas.

Os sintomas visualizados provocados por Piritiobaque-sódico e Etoxissulfurom, foram de clorose e necrose nas folhas do ponteiro, com morte do meristema apical e posterior morte da planta por completa. Estes herbicidas são classificados como sistêmicos pelo mecanismo de agir como inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), esta enzima é responsável por catalisar a síntese de três aminoácidos essenciais: valina, leucina e isoleucina, ao qual a inibição interrompe a síntese proteica que, por sua vez, interfere na síntese do DNA e no crescimento celular, levando plantas sensíveis a morte (Vidal, 1997; Corrêa e Alves, 2010). As plantas tolerantes a estes herbicidas, possui uma seletividade natural que os degrada rapidamente, tornando insensível a ação destes, possivelmente como apresentou a *C. ochroleuca* ao Imazetapir.

As injúrias provenientes da aplicação de Mesotriona foram o branqueamento de folhas com posterior necrose, principalmente as mais jovens, com morte do ponteiro e em sequência morte total da planta. Estes sintomas deve-se a ação deste herbicida às plantas de folhas largas, que inibe a biossíntese de carotenoide através da interferência na atividade da enzima HPPD (4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenase) nos cloroplastos, provocando despigmentação das folhas que é ocasionada pela fotodegradação da clorofila, com posterior necrose e morte dos tecidos vegetais, impedindo o desenvolvimento das mesmas (Mendes et al., 2015). O 2,4-D ocasionou sintomas de murchamento e encarquilhamento das folhas, principalmente das terminais, devido ao seu mecanismo de ação em plantas dicotiledôneas, onde atua mimetizando a auxina, provocando distúrbios diversos (paralisação ou crescimento anormal de tecidos, obstrução do floema, morte do sistema radicular e epinastia das folhas, etc), podendo levar as plantas sensíveis à morte (Rodrigues e Almeida, 1998; Shaw e Arnold, 2002).

Não houve ajuste de regressão para Atrazina 1.250 g i.a. ha⁻¹, em função da fitotoxidez verificada aos 7 DAA, tendo os sintomas iniciais de clorose com posterior necrose nas folhas e morte das plantas aos 14 DAA (Figura 1; Tabela 1). De acordo com Menezes et al. (2012) o herbicida Atrazina, atua na inibição do fotossistema II, levando a planta a morte, principalmente em plantas dicotiledôneas. Logo, a *C. ochroleuca* que é uma dicotiledônea apresentou-se intolerante a aplicação de Atrazina, indicando não apresentar seletividade deste herbicida a esta cultura, mas sim potencial para controle da mesma.

Nas avaliações de altura de plantas de *C. ochroleuca*, pode ser observado que houve redução no porte das plantas em função da aplicação de Piritiobaque-sódico e Etoxissulfurom, ambos nas duas doses testadas, e também Mesotriona (Figura 2 (a) (b); Tabela 3). Essa redução corresponde a morte dos ponteiros das plantas, e em sequência morte das plantas, provocada pelos herbicidas. As plantas tratadas com 2,4-D não obtiveram crescimento ao longo das avaliações, estabelecendo alturas próximas a da inicial até o final, conferindo os sintomas de seu mecanismo de ação em dicotiledôneas. Bentazona, Imazetapir e Flumicloraque pentílico proporcionaram alturas crescentes nas plantas ao longo do ciclo (Figura 2 (a) (b); Tabela 3), demonstrando baixa interferência negativa no crescimento e desenvolvimento, sendo os valores obtidos mais próximos com os da testemunha, que obteve as maiores alturas durante todo o período avaliado.

Embora inferior a testemunha, a aplicação dos herbicidas Bentazona 600 g i. a, Flumicloraque pentílico 30 g i. a e Imazetapir 30 g i. a, foram os que proporcionaram as maiores massas de matéria seca da parte aérea, estando de plantas aos 35 DAA em relação aos demais herbicidas (Tabela 4). Todavia estes resultados de massa seca e estande, está ligado a efeitos resultantes da fitotoxicidade e altura das plantas promovidas pela ação dos herbicidas, podendo analisar onde apresentou menor fitotoxicidade maior foi a altura e maior massa seca de parte aérea, e assim o inverso, que proporcionou menor desenvolvimento e porte da planta, reduzindo a fitomassa das plantas de *C. spectabilis*.

No entanto estes herbicidas que causaram baixos níveis de fitotoxicidade, obtiveram massa seca da parte aérea e estande de plantas reduzidos, quando comparado com a testemunha sem aplicação, indicando que muitas vezes os sintomas causados por herbicidas não se restringe ser apenas visualmente perceptíveis ou não, mas podem interferir na produtividade final.

A aplicação de Bentazona, Flumicloraque pentílico e Imazetapir, não afetou o número de folhas aos 35 DAA (Tabela 4), comparado à testemunha. Entretanto os demais herbicidas levaram as plantas a terem números baixos de folhas, que consequentemente proporcionaram menor índice de área foliar IAF para a crotalária, o qual representa a capacidade das folhas de explorar o espaço disponível, e está totalmente relacionado com a taxa fotossintética da planta, sendo que o ótimo IAF favorecerá maior produtividade biológica, promovendo energia necessária para o bom crescimento e desenvolvimento das plantas (Monteiro et al., 2005).

O herbicida bentazona foi o único a não prejudicar a porcentagem de plantas em florescimento (Tabela 4), alcançado a mesma proporção que a testemunha 50% aos 35 DAA. Com tudo, os demais herbicidas apresentaram os índices de plantas em florescimento reduzidos, em consequência aos seus efeitos, que refletiram no desenvolvimento da cultura resultando no prolongamento do ciclo.

Para designar os possíveis herbicidas a estudos de seletividade, é considerado que se exerça o nível de fitotoxicidade igual ou inferior a 25 %, além da subsequente recuperação das lesões causadas às plantas pelos herbicidas (Braz et al., 2015). Desta maneira os herbicidas Bentazona, Imazetapir e Flumicloraque pentílico nas doses 600 g i.a., 30 g i.a. e 30 g i.a. respectivamente, aplicados em pós-emergência, promoveram baixo nível de fitotoxicidade, o qual os prejuízos foram inferiores a 10%, assim como pouca ou nenhuma interferência em altura e população de plantas, produção de folhas, biomassa e na inflorescência. Demonstrando maior seletividade para a *Crotalaria ochroleuca*, tendo indicação a serem avaliados em programas de seleção de herbicidas para esta espécie. Mas faz-se necessário o desenvolvimento de novas pesquisas para assegurar a selectividade destes produtos.

LITERATURA CITADA

BRAZ, G. B. P. et al. Selection of herbicides targeting the use in crop systems cultivated with showy crotalaria. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 521-534, 2015.

CORRÊA, M. J. P.; ALVES, P. L. C. A. Efeitos da aplicação de herbicidas sobre a eficiência fotoquímica em plantas de soja convencional e geneticamente modificada. **Ciênc. agrotec.**, v. 34, n. 5, p. 1136-1145, 2010.

DOURADO, M. C.; SILVA, T. R. B.; BOLONHEZI, A. C. Matéria seca e produção de grãos de *Crotalaria juncea* L. submetida à poda e adubação fosfatada. **Sci. agric.**, v. 58, n. 2, p. 287-293, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

ERASMO, E. A. L. et al. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.

FIDELIS, R. R.; ROCHA, R. N. C.; LEITE, U. T.; TANCREDI, F. D. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. **Biosci. J**, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 23-31, 2003.

HAYASHI, M. M. S. et al. Balanço de energia da *Crotalaria juncea* L. no período seco e no período úmido do ano, em condições de Cerrado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.2, p. 197-205, 2002.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. Adubos verdes das famílias *Fabaceae* e *Mimosaceae* para o controle de fitonematoides. In: LIMA FILHO, O. F., AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 12, p. 441-479.

LEANDRO, H. M.; ASMUS, G. F. Rotação e sucessão de culturas para o manejo do nematoide reniforme em área de produção de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 6, p. 945-950, 2015

MENDES, K. F. et al. Seleção de plantas indicadoras para o monitoramento do mesotrione e metribuzin em solo argiloso. **Rev. Ciênc. Agro-Ambient.**, v. 13, n. 1, p. 53-59, 2015.

MONTEIRO, J. E. B. A. et al. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 15-24, 2005.

NOGUEIRA, C. H, P. et al. Seletividade dos herbicidas bentazon e nicosulfuron para *Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 3., 2015, Aguas de Lindóia. **Anais...** São Paulo, SP: UNESP, 2015.

MENEZES, C. W. G. et al. Seletividade de atrazine e nicosulfuron a *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 327-334, 2012.

MOSJIDIS, J. A.; WEHTJE, G. 2011. Weed control in sunn hemp and its ability to suppress weed growth. **Crop Protection**, v. 30, p. 70-73, 2011.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: 1998. 648 p.

ROMAN, E.S.; BECKIE, H. et al. **Como funcionam os herbicidas**: da biologia à aplicação. Passo Fundo: Berthier, 2007. 158p

SHAW, D. R.; ARNOLD, J. C. Weed control from herbicide combinations with glyphosate. **Weed Technol.**, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2002.

SILVA, P. R. F. et al. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 1011-1020, 2006.

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

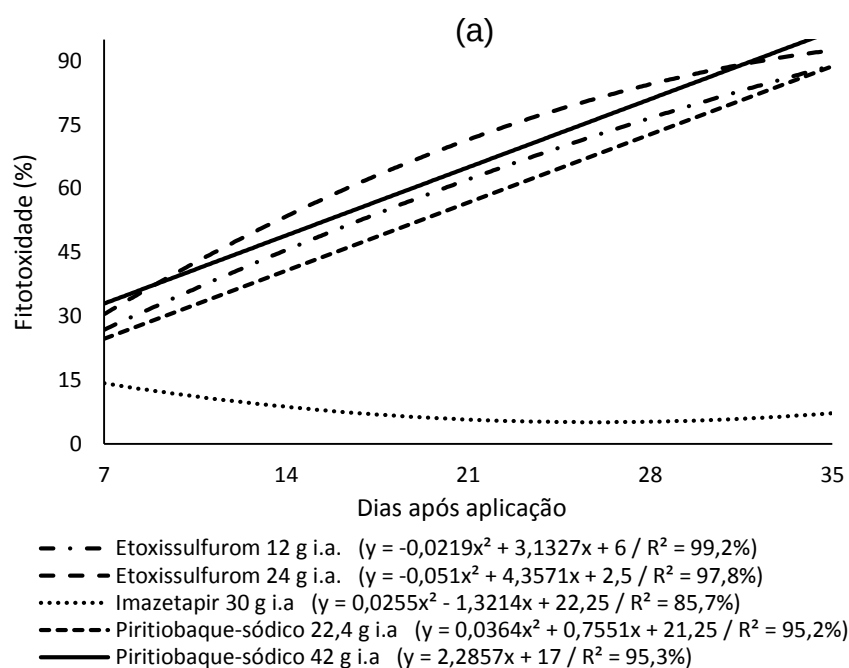
VIDAL, R.A. **Herbicidas: Mecanismo de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre, Ribas Vidal, 1997, 165 p.

VINCENSI, M. M. et al. Manejo do solo e adubação nitrogenada na supressão de plantas daninhas na cultura do feijão de inverno e irrigado. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 42, n. 3, p. 758-764, 2011.

Tabela 1. Relação dos herbicidas com as respectivas doses aplicadas na cultura de *Crotalaria ochroleuca*. Chapadão do Sul, MS - 2015.

Herbicida	Dose (g i.a ha ⁻¹)	Mecanismo de ação
Piritiobaque-sódico	22,4	Inibidores de ALS
Piritiobaque-sódico	42	
Imazetapir	30	
Etoxissulfurom	12	
Etoxissulfurom	24	
Bentazona	600	Inibidores do fotossistema II
Atrazina	564	
Flumicloraque pentílico	30	Inibidor da PROTOX
Mesotriona	72	Inibidor da síntese de carotenóides
2,4-D	1.250	Mimetizador de auxina
Testemunha	-	-

Em todos os herbicidas testados foi adicionado o adjuvante LI-700 na dose de 0,1% v v⁻¹ na aplicação.



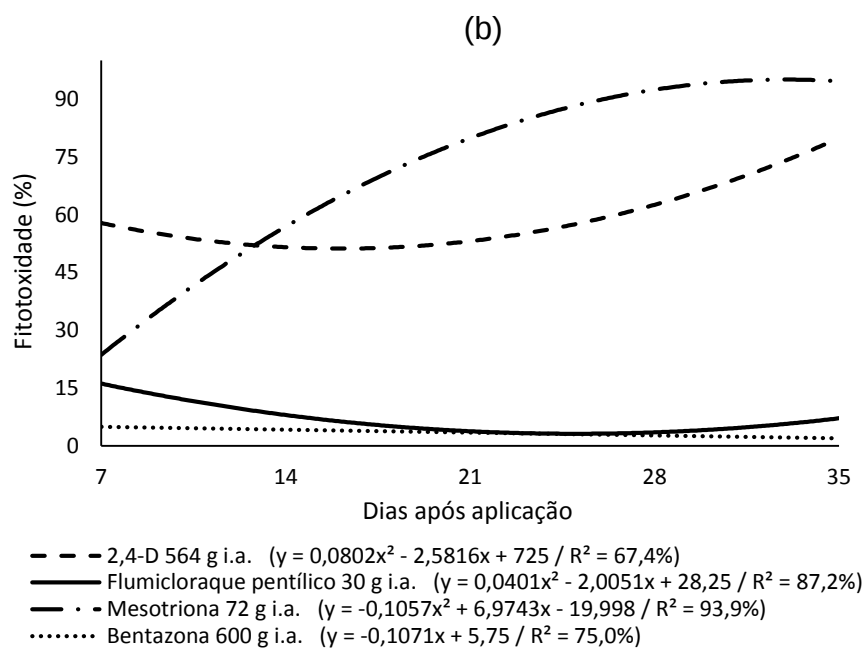
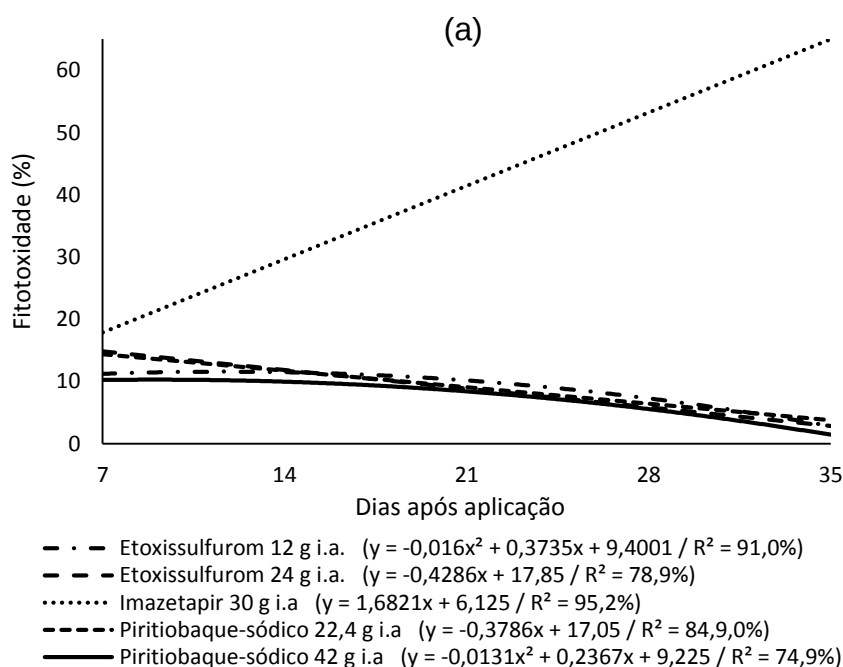


Figura 1 – Fitotoxidade (%) em plantas de *C. ochroleuca* resultante das aplicações de herbicidas (a) (Inibidores de ALS) e (b) (Demais mecanismos de ação) ao longo do tempo (7, 14, 21, 28 e 35 DAA). Chapadão do Sul, MS - 2015.



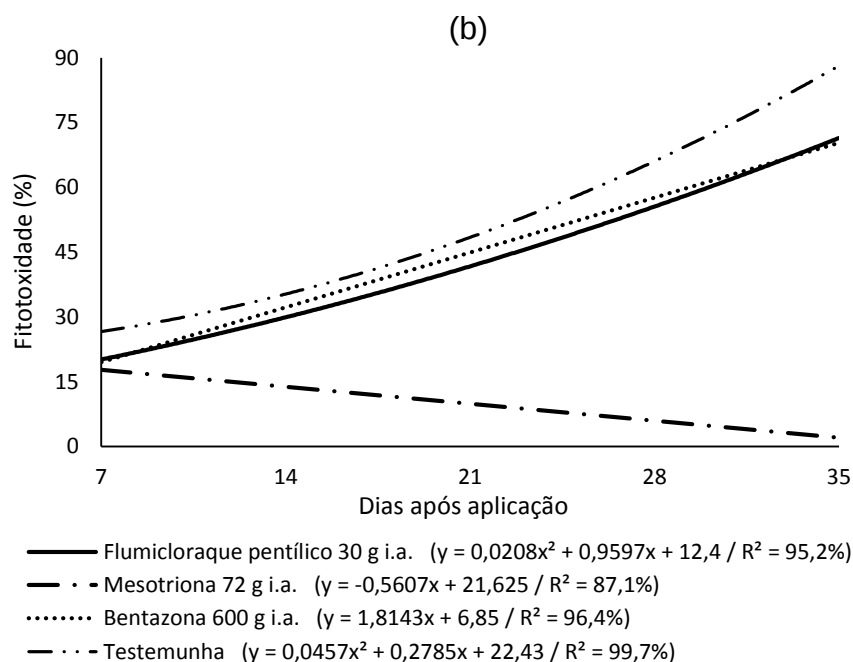


Figura 2 – Altura de plantas (cm) de *C. ochroleuca* resultante das aplicações de herbicidas (a) (Inibidores de ALS) e (b) (Demais mecanismos de ação) ao longo do tempo (7, 14, 21, 28 e 35 DAA). Chapadão do Sul, MS - 2015.

Tabela 2. Fitotoxidade (%) de plantas de *C. ochroleuca* em cada época de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 DAA) resultante das aplicações dos herbicidas. Chapadão do Sul, MS - 2015.

Herbicidas	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	7 ¹ DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
Piritiobaque-sódico	22,4	30 g	38 d	48 e	80 f	89 ef
Piritiobaque-sódico	42	30 g	48 f	70 g	88 g	90 f
Imazetapir	30	15 c	8 c	5 c	8 d	6 c
Etoxissulfurom	12	28 f	45 e	60 f	80 f	88 e
Etoxissulfurom	24	33 g	50 g	70 g	90 h	90 f
Bentazona	600	5 b	5 b	3 b	3 b	3 b
Atrazina	1.250	53 i	100 i	100 h	100 j	100 h
Flumicloraque pentílico	30	18 d	5 b	5 c	5 c	6 c
Mesotriona	72	20 e	68 h	70 g	95 i	95 g

2,4-D	564	60 j	50 g	45 d	75 e	75 d
Testemunha	-	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Coeficiente de Variação (%)		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Gramas do ingrediente ativo por hectare. ¹DAA=Dias após a aplicação.

Tabela 3. Altura de plantas (cm) de *C. ochroleuca* em cada época de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 DAA) resultante das aplicações dos herbicidas. Chapadão do Sul, MS - 2015.

Herbicidas	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	7 ¹ DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
Piritiobaque-sódico	22,4	13,8 de	11,8 d	9,0 fg	9,3 de	1,8 ef
Piritiobaque-sódico	42	11,4 f	8,0 ef	7,5 g	8,8 e	0 f
Imazetapir	30	21,0 b	29,3 b	38,3 c	48,5 c	70,3 b
Etoxissulfurom	12	12 ef	9,8 de	10,8 ef	8,3 e	2,4 e
Etoxissulfurom	24	14,3 d	11,3 d	9,0 fg	9,8 de	0 f
Bentazona	600	21,8 b	29,0 b	42,5 b	63,5 b	68,0 c
Atrazina	1.250	14,0 de	7 f	0,0 h	0,0 f	0,0 f
Flumicloraque pentílico	30	20,0 b	32,3 a	35,5 d	61,5 b	69,5 bc
Mesotriona	72	16,5 c	15,5 c	8,0 g	9,3 de	0 f
2,4-D	564	11,0 f	8,8 ef	12,8 e	11,3 d	10,8 d
Testemunha	-	27,5 a	33,5 a	48,5 a	67,8 a	87,3 a
Coeficiente de Variação (%)		4,3	4,3	4,3	4,3	4,3

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Gramas do ingrediente ativo por hectare. ¹DAA=Dias após a aplicação.

Tabela 4. Efeitos de herbicidas aplicados em *C. ochroleuca*, sobre massa seca da parte aérea, estande de plantas, número de folhas por planta e % de plantas em florescimento, aos 35 dias após aplicação. Chapadão do Sul, MS - 2015.

Tratamentos	*Dose (g i.a.ha ⁻¹)	¹ M. S.	² Est.	³ Nº Fol.	⁴ % Pl. Fl
Piritiobaque-sódico	22,4	65 e	1,6 e	2,8 bc	4 cd
Piritiobaque-sódico	42	0 e	0 g	0 d	0 d

Imazetapir	30	1.319 b	21,8 b	13,8 a	42 b
Etoxissulfurom	12	40 e	0,9 f	2,3 c	5 c
Etoxissulfurom	24	0 e	0 g	0 d	0 d
Bentazona	600	1.396 b	21,2 c	13,5 a	50 a
Atrazina	1.250	0 e	0,0 g	0,0 d	0 d
Flumicloraque pentílico	30	1.203 c	20,8 c	12,8 a	40 b
Mesotriona	72	0 e	0 g	0 d	0 d
2,4-D	564	344 d	7,8 d	4,5 b	0 d
Testemunha	-	1.641 a	25,2 a	13,8 a	50 a
Coeficiente de Variação (%)		6,3	2,4	12,5	9,2

382 Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
383 *Gramas do ingrediente ativo por hectare. ¹ Massa seca da parte aérea (kg ha⁻¹). ²Estande de plantas por metro. ³Número
384 de folhas por planta. ⁴ % de plantas em florescimento.