



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE AGRONOMIA**

LUCIANE RENATA AGAZZI

**EFEITO DE HERBICIDAS INIBIDORES DA ALS NA MORFOFISIOLOGIA DA
CANOLA**

ERECHIM

2016

LUCIANE RENATA AGAZZI

**EFEITO DE HERBICIDAS INIBIDORES DA ALS NA MORFOFISIOLOGIA DA
CANOLA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Erechim como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon
Coorientador: Agr. César Tiago Forte

ERECHIM

2016

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Agazzi, Luciane Renata
Efeito de herbicidas inibidores da ALS na
morfofisiologia da canola/ Luciane Renata Agazzi. --
2016.
15 f.

Orientador: Leandro Galon.
Co-orientador: Cesar Tiago Forte .
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia , Erechim, RS , 2016.

1. . I. Galon, Leandro, orient. II. , Cesar Tiago
Forte, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira
Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LUCIANE RENATA AGAZZI

**EFEITO DE HERBICIDAS INIBIDORES DA ALS NA MORFOFISIOLOGIA DA
CANOLA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Erechim, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

Coorientador: Agr. César Tiago Forte

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 30/06/2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Leandro Galon – UFFS

Prof. D. Sc. Lauri Lourenço Radunz – UFFS

Agr. Scheila Lucia Ecker – UFFS

RESUMO

A canola é uma oleaginosa com considerável valor socioeconômico devido à alta concentração de óleo nos grãos, sendo utilizada na alimentação humana, animal e na produção de biodiesel. Um dos principais problemas enfrentados pelos agricultores é o controle de plantas daninhas, sendo que, são escassos os herbicidas registrados para o manejo químico nessa cultura. Sendo assim, objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito de herbicidas inibidores de ALS nas características morfofisiológicas e a seletividade dos mesmos na cultura da canola. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos testados foram: metsulfuron-methyl ($6,6 \text{ g ha}^{-1}$), iodosulfuron (70 g ha^{-1}), imazapyr+imazapic (140 g ha^{-1}), imazethapyr+imazapic (1 L ha^{-1}), imazapyr (5 L ha^{-1}), imazethapyr (1 L ha^{-1}), pyroxsulam (400 mL ha^{-1}) e a testemunha (sem herbicida). Foram realizadas avaliações de fitotoxicidade, aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) atribuindo-se notas de 0 para a ausência de injúrias e 100% para a morte completa das plantas. Aos 50 dias após a emergência da canola foram realizadas as avaliações fisiológicas no terço médio da quarta folha das plantas completamente desenvolvidas utilizando um analisador de gases no infravermelho (IRGA). Avaliou-se o CO_2 consumido ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), a concentração interna de CO_2 na câmara subestomática ($\text{C}_i - \mu\text{mol mol}^{-1}$), a condutância estomática de vapores de água ($\text{GS} - \text{mol m}^{-1} \text{ s}^{-1}$), a taxa de transpiração ($\text{E} - \text{mol H}_2\text{O m}^2 \text{ s}^{-1}$), a taxa fotossintética ($\text{A} - \mu\text{mol m}^2 \text{ s}^{-1}$) e o uso eficiente da água ($\text{UEA} - \text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$). O imazapyr foi o que apresentou as maiores fitotoxicidades aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos ao se comparar com todos os demais herbicidas. Aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos a canola recuperou-se da fitotoxicidade causada pelos herbicidas, exceto quando da aplicação do imazapyr onde as injúrias persistiram. Quanto a área foliar o imazapyr novamente demonstrou efeitos negativos, com menores valores. O imazapyr + imazapic, imazethapyr + imazapic, imazethapyr e pyroxsulam apresentaram melhor desempenho no acúmulo de MS e também em relação as variáveis fisiológicas, considerando-se os mesmos como os mais seletivos ao se comparar com os demais herbicidas testados para a cultura da canola.

Palavras-chave: *Brassica napus*. Fitotoxicidade. Fisiologia.

ABSTRACT

Canola is an oilseed crop with considerable socio-economic value due to its high oil concentration in the grains, being used in food, animal feed and biodiesel production. One of the main problems faced by farmers is the weed control, being few herbicides registered for chemical management in this culture. Thus, the objective with this study was to evaluate the effect of ALS-inhibiting herbicides in morphophysiological characteristics and the selectivity of this herbicide to the culture of canola. The experiment was conducted in a greenhouse in experimental design with randomized blocks with four replications. The treatments tested on canola were; metsulfuron-methyl (6.6 g ha^{-1}), iodosulfuron (70 g ha^{-1}), imazapic + imazapyr (140 g ha^{-1}), imazethapyr + imazapic (1 L ha^{-1}), imazapyr (5 L ha^{-1}) imazethapyr (1 L ha^{-1}), pyroxsulam (400 mL ha^{-1}) and a control without application. Phytotoxicity evaluations were performed at 7, 14 and 21 days after treatments (DAT) by assigning scores ranging from 0 for the absence of injury and 100% for the complete death of plants. 50 days after the emergence of the canola physiological assessments in the middle third of the fourth fully developed leaf of plants using it for a gas analyzer infrared (IRGA) were carried out. Was evaluated the consumed CO_2 ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), the internal CO_2 concentration in the substomatal chamber ($C_i - \mu\text{mol mol}^{-1}$), stomatal conductance of water vapor ($G_S - \text{mol m}^{-1} \text{ s}^{-1}$), the transpiration rate ($E - \text{mol H}_2\text{O m}^2 \text{ s}^{-1}$), the photosynthetic rate ($A - \mu\text{mol m}^2 \text{ s}^{-1}$) and the efficient use of water (UEA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$). The imazapyr showed the larger phytotoxicity at 7, 14 and 21 days after application of the treatments when compared with all other herbicides. 21 days after the application of the treatments the canola crop recovered from the phytotoxicity caused by the herbicides, except when the application of imazapyr, where the injuries persisted. Regarding the variable leaf area, imazapyr again showed negative effects, with lower values. The imazapyr + imazapic, imazethapyr + imazapic, imazethapyr and pyroxsulam performed better in DM accumulation and also for the physiological variables, considering them as the most selective when compared with other herbicides tested for the culture of canola.

Key words: *Brassica napus*. Phytotoxicity. Physiology.

Sumário

Introdução	8
Material e métodos.....	9
Resultados e discussão	10
Referências	14

INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus*) é uma oleaginosa pertencente à família Brassicaceae, possui valor socioeconômico devido à alta concentração de óleo nos grãos, sendo amplamente utilizada na alimentação humana, animal e na produção de biodiesel (Filho et al., 2015). A canola por ser implantada no inverno, permitindo a produção de óleo vegetal no período de entressafra da soja, além disso, essa cultura torna-se interessante para se efetuar a rotação de culturas (Galon et al., 2015).

No Brasil, pesquisas envolvendo a cultura da canola são relativamente recentes, com escassos trabalhos que tenham estudado o zoneamento climático, época de semeadura, adubação, aplicação de agrotóxicos e demais manejos e tratos culturais visando menores perdas no sistema de produção (Bandeira et al., 2013). Dentre os fatores responsáveis pelas baixas produtividades da canola destaca-se a interferência ocasionada pelas plantas daninhas, com poucos herbicidas registrados para o controle químico nessa cultura.

As plantas daninhas competem com a canola por água, luz e nutrientes, podendo reduzir significativamente o rendimento final dos grãos (Galon et al., 2015). Nesse contexto, estratégias de controle das plantas daninhas são necessárias, sendo o método químico o mais amplamente utilizado, em função da sua eficácia, praticidade e menor custo, quando comparado a outros métodos de controle (Timossi e Freitas, 2011).

O sistema de produção Clearfield[®] consiste na aplicação de técnicas de melhoramento convencional que buscam promover a tolerância das culturas aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase - ALS (Francischini et al., 2012; Santos et al., 2012). O híbrido de canola, Hyola 571 CL é tolerante aos herbicidas pertencentes ao mecanismo de ação da ALS possibilitando assim maior eficiência, praticidade e baixo custo no controle de plantas daninhas mono e dicotiledôneas (Torres et al., 2012). No entanto, os herbicidas utilizados para o controle das plantas daninhas podem causar fitotoxicidade às culturas, provocar perdas na produtividade de grãos (Cavaliere et al., 2012). A seletividade dos herbicidas depende das doses utilizadas, das condições fisiológicas da planta, e das condições edafoclimáticas no momento da aplicação (Torres et al., 2012).

Há poucos estudos que indiquem quais herbicidas pertencentes a este mecanismo de ação (ALS) podem ser utilizados no híbrido Hyola 571 CL sem causar

injúrias à mesma (Bandeira et al., 2013). Mesmo em cultivares tolerantes aos herbicidas pode ocorrer fitotoxicidade gerada por condições de estresse, afetando o crescimento e desenvolvimento da cultura (Agostinetto et al., 2016). Os herbicidas inibidores de ALS são muito utilizados no controle de plantas daninhas devido ao amplo espectro de controle, às baixas doses de aplicação, à eficiência no controle e à baixa toxicologia dos produtos (Vidal et al., 2014).

Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito de herbicidas inibidores de acetolactato sintetase (ALS) nas características morfofisiológicas e a seletividade dos mesmos a cultura da canola.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Câmpus* Erechim, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. As sementes de canola híbrido Hyola 571 Clearfield[®], foram semeadas em vasos plásticos com capacidade para 8 L, preenchidos com solo. Após a emergência das plantas efetuou-se o desbaste das mesmas deixando quatro plantas de canola em cada unidade experimental.

A aplicação dos herbicidas foi efetuada aos 25 dias após a emergência (DAE) da canola nas doses recomendadas de cada herbicida: metsulfuron-methyl (6,6 g ha⁻¹), iodosulfuron (70 g ha⁻¹), imazapyr+imazapic (140 g ha⁻¹), imazethapyr+imazapic (1 L ha⁻¹), imazapyr (5 L ha⁻¹), imazethapyr (1 L ha⁻¹), pyroxsulam (400 mL ha⁻¹) e testemunha sem herbicida. A aplicação dos herbicidas foi efetuada com pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, equipado com uma ponta de pulverização tipo leque DG 110.02, sob pressão constante de 2,0 kgf cm⁻² e velocidade de deslocamento aproximada de 3,6 km h⁻¹, o que proporcionou a vazão de 150 L ha⁻¹ de calda.

Para avaliar a fitotoxicidade dos herbicidas, nas plantas de canola, foram atribuídas notas percentuais, aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA). Sendo zero (0%) aos tratamentos com ausência de fitotoxicidade à cultura e cem (100%) para a morte completa das plantas, de acordo a metodologia proposta pela SBCPD (1995). Aos 50 dias após a emergência (DAE) foram realizadas as avaliações fisiológicas de CO₂ consumido ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), a concentração interna de CO₂ na câmara subestomática (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), a condutância estomática de

vapores de água ($GS - \text{mol m}^{-1} \text{ s}^{-1}$), a taxa de transpiração ($E - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), a taxa fotossintética ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e o uso eficiente da água ($UEA - \text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) no terço médio da quarta folha completamente desenvolvida das plantas de canola. Para isso foi utilizado um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA PRO (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK), em casa de vegetação aberta, permitindo livre circulação do ar. Cada bloco foi avaliado em um dia, entre 8 e 10 horas da manhã, de forma que se mantivessem condições ambientais homogêneas durante as análises.

Após a determinação das variáveis fisiológicas seccionou-se as plantas rente ao solo para aferir a área foliar (AF) das mesmas, utilizando-se para isso um medidor portátil de AF modelo CI-203 BioScience, quantificando-se a variável em todas as plantas para cada tratamento. Após a determinação da AF as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de $60 \pm 5^\circ\text{C}$, até o material atingir massa constante para aferir-se a massa seca da parte aérea das plantas.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, em caso de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que a fitotoxicidade causada pelos herbicidas, à cultura da canola, foi baixa em todas as épocas avaliadas, destacando-se que somente o imazapyr demonstrou os maiores sintomas de injúrias aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) quando comparado aos demais (Tabela 1). Os sintomas de injúrias foram diminuindo com o passar do tempo, chegando aos 21 DAA com somente o imazapyr apresentando sintomas de 12,75%, sendo que os demais herbicidas igualaram-se à testemunha sem herbicida ou com porcentagem de injúria menor que 2%. Segundo Merotto Junior et al. (2000) o imazapyr apresenta alta afinidade com a enzima acetolactato sintase (ALS), ocasionando assim maior expressão dos seus efeitos, mesmo sobre as plantas tolerantes, tecnologia conhecida como Clearfield®. Assim, mesmo que as plantas sejam tolerantes em função da grande atividade que o herbicida imazapyr apresenta a insensibilidade a esse produto pode não ser suficiente para garantir que a canola não sofra elevados sintomas de fitotoxicidade. Os mesmos autores também observaram elevada fitotoxicidade em soja Clearfield®

quando aplicaram o herbicida imazapyr, corroborando aos resultados encontrados no presente estudo.

Os herbicidas, imazapyr + imazapic e imazethapyr + imazapic foram os únicos tratamentos que diferiram estatisticamente da testemunha sem herbicida para a variável área foliar (Tabela 1). Ao se comparar os tratamentos herbicidas entre si, ocorreu diferenciação na área foliar somente entre o imazapyr + imazapic e o imazapyr, sendo que o primeiro demonstrou melhor resultado que o segundo. Para Ferreira et al. (2005) observaram que houve redução de aproximadamente 13% da área foliar da cultivar de cana-de-açúcar RB855113 quando da aplicação do herbicida trifloxysulfuron-sodium+ametryn, e para as demais cultivares não houve redução da área foliar. Resultados semelhantes foram encontrados por Reis et al. (2014) onde a área foliar não foi afetada pelos herbicidas aplicados na cultura do girassol.

Tabela 1. Porcentagem de fitotoxicidade ocasionada pelos herbicidas inibidores de ALS, aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos herbicidas e área foliar aos 50 dias após a emergência.

Tratamentos	Fitotoxicidade (%)			Area foliar cm ² /vaso
	7 DAA ¹	14 DAA	21 DAA	
Metsulfuron-methyl	5,75 b	6,00 b	1,00 b	1219,21 abc
Iodosulfuron	5,50 b	4,50 b	1,25 b	1338,00 abc
Imazapyr + imazapic	4,50 b	2,75 c	0,00 b	1553,86 a
Imazethapyr + imazapic	0,00 c	5,50 b	0,00 b	1540,16 ab
Imazapyr	16,00 a	15,00 a	12,75 a	1160,49 bc
Imazethapyr	2,00 bc	2,50 c	1,00 b	1321,93 abc
Pyroxsulam	5,25 b	2,75 c	2,00 b	1181,07 abc
Testemunha	0,00 c	0,00 d	0,00 b	1097,90 c
CV %	34,40	14,80	42,07	12,79

*Médias seguidas por mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Sugere-se que a maior produção de área foliar e massa seca observada nos tratamentos que envolveram herbicidas e a menor para a testemunha sem aplicação esta relacionada ao fato de que os produtos quando aplicados nas plantas ocasionam aceleração do seu metabolismo, o que leva a uma maior produção de compostos do metabolismo primário e secundário para a planta livrar-se da intoxicação ocasionada pelos produtos e assim tem-se uma maior produção de área foliar e massa seca da parte aérea.

Analisando-se o acúmulo de massa seca da canola observou-se que os herbicidas apresentaram comportamento diferenciado, sendo que os melhores resultados foram obtidos com o uso de pyroxsulam, seguido de imazethapyr, imazethapyr+imazapic e imazapyr+imazapic, sendo esses inclusive melhores que a testemunha ausente da aplicação (Tabela 2). O crescimento da planta é resultante da acumulação de biomassa desde a emergência até o momento de avaliação, ou seja, acúmulo contínuo. Já as características fisiológicas são pontuais e relacionadas com as condições ambientais do momento de coleta dos dados. Desta forma o acúmulo de MS não necessariamente esteja diretamente relacionado com as características fisiológicas estudadas (Galon et al., 2010).

Observou-se que a A do metsulfuron-methyl, imazapyr+imazapic, e do imazapyr, foi maior em relação aos demais tratamentos, mas não diferiu estatisticamente do iodosulfuron, imazethapyr e do pyroxsulam (Tabela 2). Esses herbicidas são inibidores de ALS e como já relatado por Galon et al. (2010) eles podem afetar de modo indireto a A das plantas. No entanto destaca-se ainda que quando as plantas sofrem alguma injúria elas começam a desencadear mecanismos de defesa e normalmente ocorre um maior investimento na produção de energia, no caso fotossíntese para conseguir metabolizar o herbicida, além da emissão de folhas novas livres dos sintomas dos herbicidas (Merotto Jr. et al., 2000).

O consumo de CO₂ no período de avaliação foi afetado, apresentando os menores valores para o iodosulfuron e imazapyr+imazapic, não diferindo estatisticamente do pyroxsulam e da testemunha. Já o Ci apresentou resultado inverso, ou seja, quando a A diminui o consumo de CO₂ também foi menor (Tabela 2). O Ci é uma variável fisiológica que também pode ser influenciada por fatores ambientais, como luz e disponibilidade hídrica, como neste experimento o déficit hídrico e a luz não foram fatores limitantes ao metabolismo das plantas de canola, acredita-se que os resultados sejam atribuídos ao efeito dos herbicidas. Agostinetto et al. (2016) constataram que aplicações de iodosulfuron e 2,4-D em trigo reduzem o conteúdo de clorofilas e carotenóides, e diminuem significativamente a A, em comparação à testemunha sem herbicida, corroborando com os resultados encontrados neste experimento para o iodosulfuron.

Ao se aplicar o imazethapyr + imazapic constatou-se aumento da A e estabilidade da E ao se comparar com a testemunha. No entanto observou-se um

bom desempenho no UEA e na produção de MS. Assim, os dados indicam que este herbicida ocasiona aumento no metabolismo das plantas de canola e desse modo a cultura consegue livrar-se dos danos, o que não ocorreu ao se aplicar o metsulfuron-methyl, iodosulfuron e imazapyr, em especial para a produção de MS já que dentre os herbicidas esses apresentaram menor produção. O tratamento com imazethapyr apresentou aumento da A, do Ci, do CO₂, da GS e da MS, manutenção de E, em comparação à testemunha, e bom desempenho do UEA, acumulando maior MS, o mesmo foi observado na aplicação de pyroxsulam (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito de herbicidas inibidores de acetolactato sintase (ALS) sobre as variáveis associadas à fisiologia das plantas do híbrido de canola Hyola 571 Clearfield®.

Tratamentos	Variáveis fisiológicas						MS ⁷ g/vaso
	A ¹	Ci ²	CO ₂ ³	E ⁴	GS ⁵	UEA ⁶	
Metsulfuron-methyl	10,60 ab	320,62 bcd	32,18 bc	1,70 a	0,41 a	5,15 c	11,98 c
Iodosulfuron	8,16 c	343,87 a	23,75 e	1,28 c	0,24 b	5,75 bc	12,72 c
Imazapyr + imazapic	5,78 d	345,50 a	17,75 f	1,26 c	0,27 b	4,74 c	14,62 b
Imazethapyr + imazapic	11,73 a	325,55 bc	37,25 a	1,39 bc	0,32 ab	6,89 ab	15,26 b
Imazapyr	10,67 a	312,50 cd	33,75 ab	1,58 ab	0,27 b	8,04 a	12,69 c
Imazethapyr	9,33 bc	334,50 ab	29,00 bc	1,45 bc	0,34 ab	6,03 bc	15,70 b
Pyroxsulam	9,50 bc	344,75 a	27,93 de	1,41 bc	0,31 ab	5,45 bc	17,37 a
Sem herbicida	8,34 c	309,05 d	27,25 de	1,42 bc	0,11 c	7,88 a	13,09 c
CV %	6,18	2,00	6,30	6,70	18,30	11,37	3,87

¹Taxa fotossintética (A); ²Concentração interna de CO₂ no mesófilo foliar (Ci); ³CO₂ consumido; ⁴Taxa transpiratória (E); ⁵Condutância estomática de vapores de água (GS); ⁶Uso eficiente da água (UEA); ⁷Massa Seca (MS). *Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a p≤0,05.

A aplicação do metsulfuron-methyl sobre a canola influenciou negativamente na E e na GS e também ocasionou baixo UEA e MS das plantas (Tabela 2). Os resultados demonstram para o UEA que o imazapyr e o imazethapyr+imazapic apresentaram os melhores resultados não diferindo estatisticamente da testemunha, enquanto que o metsulfuron-methyl, o iodosulfuron e o imazapyr+imazapic demonstraram os piores desempenhos no UEA. Resultados semelhantes foram observados por Agostinetto et al. (2016), constataram que houve redução da A, a GS e a E, quando da aplicação de metsulfuron-methyl em trigo, reforçando a hipótese de que os herbicidas podem causar estresse fisiológico nas culturas.

A testemunha apresentou baixa A e GS, e possivelmente esse resultado esteja atrelado com a ausência de alterações fisiológicas decorrentes da aplicação dos herbicidas. Convém destacar ainda que devido às formulações dos herbicidas serem diferenciadas esses podem apresentar respostas fisiológicas distintas quando aplicados sobre as plantas, e que em alguns casos a cultura consegue metabolizar

de forma eficiente levando conseqüentemente a uma maior produção de massa seca. Em outros casos, a cultura não consegue metabolizar totalmente os efeitos de injúrias dos herbicidas a ponto desses não causarem danos, e conseqüentemente a MS final poderá ser afetada negativamente. Segundo Merotto Jr. et al. (2000) existem variações quanto a tolerância de plantas aos herbicidas, dentre muitos fatores que influenciam, destaca-se as diferenças presentes na estrutura química dos próprios produtos o que leva a se encontrar distintas respostas.

Em relação às variáveis fisiológicas da cultura da canola, observou-se que o imazethapyr+imazapic e o imazapyr demonstraram superioridade quando comparados aos demais herbicidas e com a testemunha apresentando as melhores respostas para o A, Ci, CO₂ consumido, E, GS e UEA (Tabela 2).

Aos 21 DAA a canola recuperou-se da fitotoxicidade causada pelos herbicidas, exceto quando da aplicação do imazapyr onde as injúrias persistiram. O imazapyr + imazapic, imazethapyr + imazapic, imazethapyr e pyroxsulam apresentaram melhor desempenho no acúmulo de MS e também em relação as variáveis fisiológicas, considerando-se os mesmos como os mais seletivos ao se comparar com os demais herbicidas testados para a cultura da canola.

REFERÊNCIAS

Agostinetto D. et al. Changes in photosynthesis and oxidative stress in wheat plants submitted to herbicides application. **Planta Daninha**. 2016;34:9-1.

Bandeira T.P. et al. Desempenho agrônômico de canola em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2013; 48: 1341-1332.

Cavaliere S. D. et al. Seletividade do nicosulfuron em três estádios fenológicos de milho-pipoca. **Planta Daninha**. 2012; 30:386-377.

Ferreira E.A. et al. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuron-sodium+ametryn. **Planta Daninha**. 2005;23:99-93.

Filho A.C. et al. Tamanho de parcela e número de repetições em canola. **Bragantia**. 2015;74:183-176.

Francischini A.C. et al. Eficácia e seletividade de herbicidas do grupo das imidazolinonas aplicados em pós-emergência de plantas daninhas monocotiledôneas na cultura do girassol CL. **Planta Daninha**. 2012;30:851-843.

Galon L. et al. Eficiência de uso da água em genótipos de cana-de-açúcar submetidos a aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**. 2010;28:784-777.

Galon L. et al. Competitive ability of canola hybrids with weeds. **Planta Daninha**. 2015;33:423-413.

Merotto Junior A. et al. Tolerância da cultivar de soja coodetec 201 aos herbicidas inibidores de ALS. **Planta Daninha**. 2000;18:102-93.

Reis R.M. et al. Aspectos fisiológicos e crescimento do girassol após aplicação de herbicidas em pré-emergência. **Agroambiente**. 2014;8:358-352.

Santos G. et al. Uso do novo sistema Clearfield na cultura do girassol para controle de plantas daninhas dicotiledôneas. **Planta Daninha**. 2012;30:365-359.

Timossi P.C. e Freitas T.T. Eficácia de nicosulfuron isolado e associado com atrazine no manejo de plantas daninhas em milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**. 2011;10:218-210.

Torres L.G. et al. Alterações nas características fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar submetida à aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**. 2012;30:587-581.

Vidal R.A., Merotto Junior A., Schaedler C.E., Lamengo F.P., Portugal J., Menendes J., Kozlowski L.A., Trezzi M.T., Prado R. Mecanismos de ação dos herbicidas. In: **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Rima, 2014. p.256-235.