

NOTA CIENTÍFICA

TOLERÂNCIA DE ESPÉCIES DE INVERNO A HERBICIDAS RESIDUAIS

TOLERANCE OF WINTER CROPS TO RESIDUAL HERBICIDES

Anderson Luis NUNES¹
Ribas Antônio VIDAL²
Ives Clayton Gomes dos Reis GOULART³
Augusto KALSING³

RESUMO

Algumas culturas, como as espécies cultivadas no inverno, possuem poucas opções de herbicidas seletivos registrados. Devido a falta de informações, alguns agricultores usam produtos de forma inadequada, podendo ocasionar consequências indesejáveis. O presente trabalho avaliou a tolerância de espécies de inverno a herbicidas residuais. Para tanto, foi conduzido um experimento entre junho e agosto de 2005, em casa de vegetação da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), localizada no município de Porto Alegre. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, arranjo bifatorial 4 x 6, com cinco repetições. O fator A consistiu das espécies cultiváveis: *Avena sativa* L. (aveia branca), *Hordeum vulgare* L. (cevada), *Raphanus sativus* var. *oleiferus* Metzger. (nabo forrageiro) e *Triticum aestivum* L. (trigo) e o fator B consistiu dos herbicidas de aplicação em pré-emergência: atrazine (3,0 kg ha⁻¹), cloransulam (0,04 kg ha⁻¹), imazaquin (0,14 kg ha⁻¹), metribuzin (0,144 kg ha⁻¹), S-metolachlor (1,92 kg ha⁻¹) e testemunha sem aplicação de herbicida. As culturas do nabo forrageiro e do trigo não apresentaram tolerância aos produtos utilizados. Plantas de aveia branca foram tolerantes ao cloransulam e a cevada apresentou tolerância aos herbicidas atrazine e cloransulam.

Palavras-chave: seletividade; fitotoxicidade; trigo; atrazine.

ABSTRACT

Some crops, as the species cultivated in the winter, have few options of registered selective herbicides. Due to the lack of information, some farmers use products in an inadequate form, that could cause undesirable consequences. The present work evaluated the tolerance of winter crops to residual herbicides. For this, an experiment was made between June and August of 2005, in the greenhouse of the College of Agronomy of the Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), located in Porto Alegre county. The experimental design used was the completely randomized, using the bifactorial arrangement, with five repetitions. The factor A consisted of the crops: *Avena sativa* L. (wild oat), *Hordeum vulgare* L. (barley), *Raphanus sativus* var. *oleiferus* Metzger. (oil seed radish) and *Triticum aestivum* L. (wheat) and factor B consisted of the preemergence herbicides application: atrazine (3,0 kg ha⁻¹), cloransulam (0,04 kg ha⁻¹), imazaquin (0,14 kg ha⁻¹), metribuzin (0,144 kg ha⁻¹), S-metolachlor (1,92 kg ha⁻¹) and control. Oil seed radish and wheat crops had not presented tolerance to the used products. Plants of wild oat had been tolerant to cloransulam and barley presented tolerance to the herbicidas atrazine and cloransulam.

Key-words: selectivity; wheat; atrazine.

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitotecnia. Professor do Curso de Agronomia da UTFPR, Avenida do Conhecimento, km 01, 85503-390, Pato Branco – PR. E-mail: nunes.ander@gmail.com. Autor para correspondência.

² Engenheiro Agrônomo, PhD em Plantas Daninhas, Professor do Departamento Plantas de Lavoura da UFRGS.

³ Estudante de Graduação do curso de Agronomia da UFRGS, Bolsista de iniciação Científica.

INTRODUÇÃO

As culturas de inverno possuem poucas opções de herbicidas seletivos registrados. Devido a falta de informações, alguns agricultores usam produtos de forma indevida e podem colocar em risco a saúde humana e o meio ambiente. Além disto, pode-se relacionar outros pontos negativos como: reduzida eficiência no controle de plantas daninhas, elevado custo de produção, ilegalidade e possibilidade de contaminação ambiental. Contudo, quando utilizado de forma consciente e racional o controle químico traz benefícios, como agilidade no controle; economia, quando comparado a outros métodos de controle em larga escala; reduzida necessidade de mão-de-obra; e minimizam as perdas na produtividade.

Um dos fatores determinantes para se manter altas produtividades é o manejo adequado das plantas daninhas, pois estas interferem no crescimento e desenvolvimento das espécies cultivadas. Por exemplo, na cultura trigo (*Triticum aestivum* L.), a massa seca, a produtividade de grãos e a absorção de nitrogênio são reduzidos pelo aumento da densidade de plantas daninhas (IQBAL e WRIGHT, 1999). Na mesma espécie, a interferência com azevém (*Lolium multiflorum* L.) reduziu 56 (FLECK, 1980) a 83% (HOLMAN et al., 2004) o rendimento de grãos. A cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L.), quando conviveu com plantas daninhas durante todo o ciclo, teve sua produtividade reduzida entre 25 e 71% (RICHARDSON, 1980; SCURSONI e SATORRE, 2005).

O trigo ocupa o primeiro lugar em volume de produção mundial. No Brasil, a produção anual oscila entre 5 e 6 milhões de toneladas. O consumo anual no país tem se mantido em torno de 10 milhões de toneladas, havendo a necessidade de importação. O grão é consumido na forma de pão, massa alimentícia, bolo e biscoito, além disso, é usado também como ração animal, quando não atinge a qualidade exigida para consumo humano (COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2005; IBGE, 2005).

A cevada ocupa a quinta posição, em ordem de importância econômica, no mundo. Atualmente no Brasil, a cevada é cultivada em mais de 140 mil ha, e a produção é de aproximadamente 380 mil t, sendo a malteação o principal uso econômico da espécie. O país produz apenas 30% da demanda da indústria cervejeira. O grão é utilizado na industrialização de bebidas, na composição de farinhas ou flocos para panificação, na produção de medicamentos e na formulação de produtos dietéticos. A cevada é ainda empregada em alimentação animal, como forragem verde e na fabricação de ração (REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE CEVADA, 2005; IBGE, 2005).

O nabo forrageiro é uma planta da família das crucíferas que apresenta elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, o que o torna uma importante espécie para fazer parte de esquemas de rotação de culturas. Esta espécie tem sido empregada nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil e no estado de São Paulo, como material para adubação verde de inverno e planta de cobertura, em sistemas de cultivo conservacionistas como o plantio direto e o cultivo

mínimo. Nesta condição, a manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo, em sistema de plantio direto, diminui a erosão e, conseqüentemente, reduz as perdas de solo e de nutrientes, especialmente pela dissipação da energia de impacto das gotas de chuva (CRUSCIOL et al., 2005). Além do seu emprego como adubação verde, o nabo forrageiro pode ser usado na alimentação de bovinos de leite e de corte, em pastejo direto ou cortado e distribuído em cochos e ainda na produção de biodiesel.

A cultura de aveia da branca é umas das principais espécies utilizadas no Sul do Brasil, quando se visa à diversificação na exploração agrícola. Sua área de cultivo cresce devido à necessidade de alternativas para a rotação de cultura no inverno. Seu cultivo é realizado com a finalidade de produção de grãos, alimento muito rico em calorias e proteínas utilizado na dieta humana e animal, ou a produção de forragem para os animais durante os meses de inverno, antecedendo a implantação das culturas de verão, especialmente pelo sistema de semeadura direta. Este cereal desempenha um importante papel na sustentabilidade desse sistema, pois os atuais cultivares dessa espécie tem alta capacidade de produção de palha, com alta relação C/N e, portanto, menor velocidade de decomposição (COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 2006).

Dentro deste contexto, o trabalho objetivou avaliar a tolerância das culturas da aveia branca, cevada, nabo forrageiro e trigo na presença dos herbicidas atrazine, cloransulam, imazaquin, metribuzin e S-metolachlor, aplicados em pré-emergência.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido entre junho e agosto de 2005, em casa de vegetação da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), localizada no município de Porto Alegre. O solo utilizado nos vasos de 800 cm³ é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico, contendo 180 g kg⁻¹ de argila, 15 g kg⁻¹ de M.O., saturação de bases de 88%, pH igual a 6,0, capacidade de troca de cátions a pH 7,0 de 15,7 cmol_c kg⁻¹, fósforo superior a 100 mg kg⁻¹, potássio superior a 400 mg kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, arranjo bifatorial 4 x 6, com cinco repetições. O fator A consistiu das espécies cultiváveis: *Avena sativa* L. (aveia branca), *Hordeum vulgare* L. (cevada), *Raphanus sativus* var. *oleiferus* Metzger (nabo forrageiro) e *Triticum aestivum* L. (trigo) e o fator B consistiu dos herbicidas de aplicação em pré-emergência: atrazine (3000 g ha⁻¹), cloransulam (40 g ha⁻¹), imazaquin (140 g ha⁻¹), metribuzin (1440 g ha⁻¹), S-metolachlor (1920 g ha⁻¹) e testemunha sem aplicação de herbicida.

Foram colocadas três sementes por vaso na profundidade de 1 cm. Os herbicidas utilizados foram aspergidos ao solo úmido, duas vezes, uma no sentido contrário a outra, com pulverizador costal pressurizado com CO₂ mantido à pressão constante de 200 kPa e munido de bicos tipo leque 8001, distanciados entre si em 0,50 m na barra de 1,5 m de largura, totalizando um volume de calda

aspergida de 220 L ha⁻¹. No momento da aplicação a temperatura do ar variou de 21 a 23 °C e a umidade relativa de 91 a 79%. Após a aplicação dos herbicidas realizou-se irrigação, simulando precipitação de 20 mm. O desenvolvimento das plantas ocorreu em casa de vegetação com temperatura média de 22,3 ± 5,2 °C e umidade relativa do ar de 75,4 ± 18,0%, com irrigação por capilaridade.

Aos 14 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, foi avaliada a variável emergência e aos 07, 14 e 21 DAA foi avaliada a fitotoxicidade e aos 21 DAA foi determinada a estatura das plantas. Para fitotoxicidade, atribuíram-se notas que variaram de 0%, para ausência de efeito, a 100%, para efeito letal nas plantas, incluindo a inibição da emergência por parte dos herbicidas. A estatura foi determinada através de régua milimétrica, tomando como referência a base da planta rente ao solo até a última folha.

Os dados foram convertidos para porcentagem em relação a testemunha e transformados pela equação $\log(x+10)$, sendo em seguida submetidos a análise da variância pelo teste F. As variáveis analisadas foram avaliadas através da comparação das médias de tratamentos pelo teste DMS a 5% de probabilidade de erro experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na cultura da aveia branca, os herbicidas utilizados neste trabalho não afetaram a emergência das plântulas (Tabela 1). Os compostos atrazine, imazaquin e metribuzin causaram os maiores níveis de fitotoxicidade e redução da estatura, em relação aos demais tratamentos (Tabelas 2, 3 e 4). Ao contrário do cloransulam e do S-metolachlor, estes produtos potencializaram seu efeito tóxico sobre a cultura a partir dos 14 DAA. O S-metolachlor causou elevada toxicidade na cultura até os 14 DAA (Tabela 2). Após, esse período houve recuperação por parte da cultura, reduzindo o efeito da fitotoxicidade de 80 para 13%. Porém, a fitotoxicidade aos 21 DAA foi superior a testemunha (Tabela 3). Este produto reduziu medianamente a estatura da aveia branca (Tabela 4). O herbicida cloransulam causou moderada toxicidade à cultura até os 14 DAA (18%). Após este período houve recuperação da cultura não havendo diferenças com a testemunha (Tabelas 2 e 3). Este herbicida não afetou as demais características avaliadas na cultura. Por isso, a aveia branca demonstrou tolerância ao herbicida cloransulam, pois, os resultados das variáveis analisadas não diferiram da testemunha (Tabelas 1, 3 e 4).

TABELA 1 – Emergência¹ das quatro espécies de inverno avaliada aos 14 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA).

Herbicida	Aveia branca	Cevada	Nabo forrageiro	Trigo
Atrazine	86 A ^{2,3}	86 A	33 BC	80 A
Cloransulam	73 A	86 A	53 B	26 BC
Imazaquin	80 A	20 B	59 B	40 B
Metribuzin	80 A	93 A	13 C	58 B
S-metolachlor	66 A	0 B	53 B	0 D
Testemunha	86 A	86 A	93 A	86 A

¹ – Escala de 0 a 100%;

² – Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem pelo teste DMS a 5%;

³ – Análise da variância com dados transformados pela equação $\log(x+10)$; Quadrado Médio dos Herbicidas = 2,61 (P > 0,00001); Quadrado Médio das Espécies = 8,63 (P > 0,00001); Quadrado Médio da Interação "Herbicidas*Espécies" = 2,13 (P > 0,00001); Quadrado Médio do Erro = 0,38; Coeficiente de Variação = 6,03%.

TABELA 2 – Fitotoxicidade¹ dos herbicidas nas espécies de inverno avaliada aos 14 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA).

Herbicida	Aveia branca	Cevada	Nabo forrageiro	Trigo
Atrazine	12 C ^{2,3}	0 C	58 A	9 C
Cloransulam	18 C	0 C	11 B	19 B
Imazaquin	12 C	40 B	56 A	20 B
Metribuzin	54 B	4 C	52 A	28 B
S-metolachlor	80 A	100 A	62 A	100 A
Testemunha	0 D	0 C	0 C	0 C

¹ – Escala de 0 a 100%: 0% = sem fitotoxicidade, 100% = morte total;

² – Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem pelo teste DMS a 5%.

³ – Análise da variância com dados transformados pela equação $\log(x+10)$; Quadrado Médio dos Herbicidas = 4,16 (P > 0,00001); Quadrado Médio das Espécies = 3,78 (P > 0,00001); Quadrado Médio da Interação "Herbicidas*Espécies" = 1,99 (P > 0,00001); Quadrado Médio do Erro = 0,33; Coeficiente de Variação = 18,56%.

TABELA 3 – Fitotoxicidade¹ dos herbicidas nas espécies de inverno avaliada aos 21 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA).

Herbicida	Aveia branca	Cevada	Nabo forrageiro	Trigo
Atrazine	94 A ^{2,3}	1 B	96 A	83 B
Cloransulam	1 C	3 B	59 B	55 C
Imazaquin	85 A	92 A	60 B	96 AB
Metribuzin	88 A	94 A	98 A	96 AB
S-metolachlor	13 B	100 A	62 B	100 A
Testemunha	0 C	0 B	0 C	0 D

¹ – Escala de 0 a 100%: 0% = sem fitotoxicidade, 100% = morte total;

² – Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem pelo teste DMS a 5%.

³ – Análise da variância com dados transformados pela equação $\log(x + 10)$; Quadrado Médio dos Herbicidas = 29,49 ($P > 0,00001$); Quadrado Médio das Espécies = 2,55 ($P > 0,00001$); Quadrado Médio da Interação “Herbicidas*Espécies” = 2,22 ($P > 0,00001$); Quadrado Médio do Erro = 0,01; Coeficiente de Variação = 2,98%.

TABELA 4 – Estatura¹ das quatro espécies de inverno avaliada aos 21 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA).

Herbicida	Aveia branca	Cevada	Nabo forrageiro	Trigo
Atrazine	2 D ^{2,3}	97 A	21 C	45 B
Cloransulam	99 A	86 A	11 C	25 C
Imazaquin	51 C	6 C	45 B	6 D
Metribuzin	41 C	34 B	1 D	18 C
S-metolachlor	73 B	0 C	38 B	0 D
Testemunha	100 A	100 A	100 A	100 A

¹ – Em porcentagem em relação à testemunha;

² – Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem pelo teste DMS a 5%.

³ – Análise da variância com dados transformados pela equação $\log(x + 10)$; Quadrado Médio dos Herbicidas = 16,36 ($P > 0,00001$); Quadrado Médio das Espécies = 4,44 ($P > 0,00001$); Quadrado Médio da Interação “Herbicidas*Espécies” = 2,29 ($P > 0,00001$); Quadrado Médio do Erro = 0,22; Coeficiente de Variação = 10,87%.

Trabalhos em casa de vegetação demonstraram que 2240 g ha⁻¹ de metolachlor, aplicados em pré-emergência (PRE) sobre solo com 25 g kg⁻¹ de M.O., reduz a densidade da aveia branca em 35%, e que, 1680 g ha⁻¹ de pendimethalin não interferem na densidade desta cultura (THARP e KELLS, 2000). Estudos realizados a campo demonstraram que metolachlor, pendimethalin e prodiamine causaram no início até 17% de fitotoxicidade, mas as plantas de aveia branca recuperaram-se e estes tratamentos não influenciaram na produtividade (MOOMAW, 1992). No Brasil, pendimethalin é recomendado para pulverizações em pré plantio incorporado (PPI) e PRE em diversas culturas, como por exemplo, alho, algodão, amendoim, cebola, café e trigo, com doses variando entre 750 e 2000 g ha⁻¹ (ANVISA, 2006).

No Brasil, somente os herbicidas 2,4-D e metsulfuron possuem registro para a cultura da aveia branca (ANVISA, 2006). Infelizmente, a seletividade do cloransulam não agrega benefícios no controle de plantas daninhas nesta cultura por quatro motivos. Primeiro, devido ao fato que o cloransulam possui como mecanismo de ação a inibição da enzima acetolactato sintase (ALS), o mesmo mecanismo do metsulfuron, que é recomendado para esta cultura. Assim, o cloransulam não contribui na rotação de mecanismos de ação de herbicidas, que é um dos fatores cruciais para evitar a seleção de plantas daninhas resistentes aos herbicidas (WINKLER et al., 2002).

Segundo, o espectro de ação do cloransulam é semelhante ao do metsulfuron (AHRENS, 1994). Desse modo, o cloransulam controla basicamente as mesmas plantas daninhas que o metsulfuron. Terceiro, os compostos pertencem à mesma classificação toxicológica e do potencial de periculosidade ambiental (ANVISA, 2006). Portanto, oferecem o mesmo nível de risco ao homem e ao meio-ambiente quando manejados erroneamente. E quarto, deve-se ao fato que o custo do cloransulam por hectare é maior. Ao levar em consideração a dose de rótulo necessária para o controle de *Raphanus raphanistrum*, que é uma das principais plantas daninhas dicotiledôneas nos cereais de inverno na região sul do Brasil (VARGAS e ROMAN, 2005), e o preço médio destes produtos nos últimos cinco anos (AENDA, 2005), o custo de controle para esta planta daninha é duas vezes maior para o cloransulam quando comparado ao metsulfuron.

Na cultura da cevada o herbicida imazaquin causou elevada redução na emergência das plântulas e o herbicida S-metolachlor inibiu a totalmente a emergência destas. Os demais compostos utilizados não afetaram a emergência da cultura (Tabela 1). Aos 14 DAA os produtos que causaram toxicidade às plantas de cevada foram os herbicidas imazaquin e S-metolachlor, evidenciando que a fitotoxicidade até este período está relacionada com a emergência desta cultura (Tabelas 1 e 2). Após este período (aos 21 DAA) não

houve recuperação da cultura perante os herbicidas que causaram fitotoxicidade aos 14 DAA. Entretanto, a fitotoxicidade do metribuzin passou de 4 para 94%. Os herbicidas atrazine e cloransulam não causaram fitotoxicidade à cultura da cevada, tanto aos 14 como 21 DAA (Tabelas 2 e 3). A estatura das plantas de cevada foi reduzida na presença dos compostos imazaquin, metribuzin e S-metolachlor, sendo que este último reduziu em 100% a estatura em relação a testemunha, devido que, o mesmo inibiu totalmente a emergência das plantas (Tabela 4). Realizando uma análise conjunta de todas as variáveis analisadas nesta cultura conclui-se que a cultura da cevada apresentou tolerância ao atrazine e ao cloransulam.

Assim como a aveia branca, a cevada possui apenas os herbicidas 2,4-D e metsulfuron registrados para uso no Brasil (ANVISA, 2006). Pelos mesmos motivos já apresentados na cultura da aveia branca, a seletividade do cloransulam à cevada não agrega benefícios no manejo de plantas daninhas. Porém, a seletividade da atrazine a esta cultura contribui no controle das plantas daninhas, sendo promissora por duas razões. Primeira, porque atrazine é um composto que possui como mecanismo de ação a inibição do fluxo de elétrons do fotossistema II, diferentemente dos dois produtos já recomendados. Assim, poderá ser utilizada como alternativa na rotação de herbicidas com mecanismos de ação diferentes para evitar casos de resistência (WINKLER et al., 2002). Segunda, os herbicidas 2,4-D e metsulfuron controlam basicamente plantas daninhas dicotiledôneas em POS, mas atrazine, além de controlar dicotiledôneas controla também algumas monocotiledôneas, tanto em PRE como em POS (ANVISA, 2006). Dessa maneira, atrazine aumentaria o espectro de plantas daninhas que podem ser controladas na cultura da cevada.

Entretanto, o custo de controle de plantas daninhas com atrazine é maior quando comparado ao metsulfuron. Levando em consideração a dose de rótulo necessária para o controle de *Raphanus raphanistrum* e o preço médio destes produtos nos últimos cinco anos (AENDA, 2005), o custo de controle para esta planta daninha é sete vezes maior para atrazine quando comparado ao metsulfuron, que já é recomendado para esta cultura.

Trabalhos a campo mostram que o herbicida trifluralin aplicado em PRE na dose de 528 g ha⁻¹ não causou fitotoxicidade e redução de produtividade na cultura da cevada (SCURSONI e SATORRE, 1997). Diferentes doses dos produtos diclofop, difenzoquat, fenoxaprop, imazamethabenz, thifensulfuron, tribenuron aplicados em pós-emergência (POS) não causaram fitotoxicidade e redução na produtividade da espécie (SPANDL et al., 1997). Esses trabalhos indicam que estes produtos podem ser potenciais herbicidas utilizados na cultura da cevada no Brasil.

Na cultura do nabo forrageiro todos os herbicidas utilizados restringiram a emergência em relação a testemunha. Atrazine e metribuzin foram os herbicidas que mais inibiram a emergência das plântulas (Tabela 1). Os produtos causaram elevada fitotoxicidade (Tabelas 2 e 3), principalmente, aos 21 DAA onde a toxicidade sofrida pelas plantas variou entre 59 e 98% (Tabela 3). A estatura das plantas foi afetada pela presença dos herbicidas residuais. A

redução da estatura variou de 55 a 99% em relação a testemunha (Tabela 4). De modo geral, o nabo forrageiro não apresentou tolerância e nenhum dos produtos utilizados. No Brasil não existem herbicidas registrados para essa cultura (ANVISA, 2006).

Dentre os herbicidas utilizados neste trabalho, o atrazine é recomendado para diversas culturas, como a do abacaxi, cacau, milho, pimenta do reino, roseira, milho, cana de açúcar e sorgo em diversas doses que variam de 1,5 a 3,0 L ou kg ha⁻¹ de i.a (ingrediente ativo), dependendo da cultura e das condições de aplicação. O produto é comercializado nas concentrações de 0,5 e 0,88 kg kg⁻¹ por diversas empresas. O cloransulam é recomendado apenas para a cultura da soja na em doses que variam entre 0,03 e 0,04 kg ha⁻¹ de i.a., sendo este comercializado por apenas uma empresa no Brasil. Assim como o cloransulam, o imazaquin possui registro apenas para a cultura da soja, sendo este recomendado nas doses de 0,14 e 0,15 kg ou L ha⁻¹ de i.a. Já o metribuzin é recomendado para várias culturas, como a do aspargo, mandioca, café, batata, cana de açúcar, soja e tomate. As dosagens recomendadas para este herbicida variam entre 0,144 e 1,92 L ha⁻¹ de i.a. E o S-metolachlor é recomendado para as culturas do algodão, cana de açúcar, soja, milho e feijão e as doses recomendadas variam entre 1,2 e 1,92 L ha⁻¹ de i.a., sendo comercializado por apenas uma empresa (LORENZI, 2006).

Na cultura do trigo o composto atrazine não afetou a emergência das plântulas. Entretanto, os demais produtos reduziram a emergência em até 100% em relação a testemunha (Tabela 1). A fitotoxicidade dos compostos aos 14 DAA não diferiu da testemunha na presença do atrazine, foi moderada para cloransulam, imazaquin e metribuzin e elevada para o S-metolachlor (Tabela 2). Aos 21 DAA o efeito tóxico dos herbicidas foi maior em relação aos 14 DAA. A fitotoxicidade do atrazine aumentou de 9 para 83% (Tabelas 2 e 3). Os produtos utilizados reduziram de forma significativa a estatura das plantas de trigo. Os herbicidas cloransulam, imazaquin, metribuzin e S-metolachlor reduziram a estatura entre 75 e 100% em relação a testemunha e o herbicida atrazine reduziu em 55% (Tabela 4). Assim, a cultura do trigo não apresentou tolerância a nenhum dos herbicidas testados.

Das culturas utilizadas, o trigo é a que possui maior número de herbicidas registrados. No Brasil, os herbicidas recomendados para uso nesta cultura são: bentazon, dicamba, diclofop, 2,4-D, glufosinate, glyphosate, iodosulfuron, metribuzin, metsulfuron, pendimethalin e sulfosate. No Canadá, a quantidade de princípios ativos registrada para uso em trigo é semelhante ao Brasil. Atualmente, nove ingredientes ativos e mais nove associações entre compostos são recomendados para o controle de plantas daninhas em PRE e POS. Entre esses, encontram-se o 2,4-D, bromoxynil, dicamba, dichlorprop, mecoprop, tralkoxydim, thifensulfuron e trifluralin (OMAFRA, 2006).

Estudos de campo verificaram que os herbicidas metribuzin, isoproturon e sulfosulfuron, nas doses de 210, 2000 e 30 g ha⁻¹, respectivamente, foram seletivos ao trigo e não causou danos a produtividade (CHHOKAR et al., 2006). Na Índia, o metribuzin foi eficiente no controle de plantas daninhas mono e dicotiledôneas, mas reduziu a

produtividade da cultura (TIWARI et al., 2005). Carfentrazone aplicado em pré-emergência, causou 21% de fitotoxicidade em plantas de trigo, mas não afetou a produtividade da cultura. A associação de fenoxaprop ou clodinafop ao carfentrazone diminuiu a fitotoxicidade causada pelo mesmo. Entretanto, quando associado ao tralkoxydim a fitotoxicidade passou para 28% (HOWATT, 2005). Os ingredientes ativos e/ou as associações utilizadas nesses trabalhos são potenciais herbicidas a serem utilizados na cultura do trigo no Brasil.

CONCLUSÕES

1) A tolerância das espécies de inverno testadas depende do herbicida utilizado.

2) As culturas de trigo e nabo forrageiro não apresentaram tolerância aos produtos atrazine, cloransulam, imazaquin, metribuzin e S-metolachlor.

3) A cultura da aveia branca foi tolerante ao cloransulam.

4) A cevada apresentou tolerância aos herbicidas atrazine e cloransulam.

AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio através da concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

1. AENDA. **Análise dos preços de defensivos agrícolas pagos pelos agricultores no estado do Paraná - (2001 - 2005)**. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS DEFENSIVOS GENÉRICOS. Disponível em: <http://aenda.org.br/Arquivos/parana_herbicidas06.pdf>. Acesso em 25 out 2005.
2. AHRENS, W.H. **Herbicide handbook**. 7. ed. Champaign: Weed Science Society of America, 1994. 352 p.
3. ANVISA. **Sistema de informação sobre agrotóxicos**. Brasília, 2006. Disponível em <<http://www4.anvisa.gov.br/agroANVISA/asp/default.asp>>. Acesso em 26 out 2006.
4. CHHOKAR, R.S.; SHARMA, R.K.; CHAUHAN, D.S.; MONGIA, A.D. Evaluation of herbicides against *Phalaris minor* in wheat in north-western Indian plains. **Weed Research**, v. 46, n. 1, p. 40-49, 2006.
5. COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações técnicas para a cultura da aveia**. Guarapuava: A comissão: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2006. 82 p.
6. COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 37, 2005, Passo Fundo. **Indicações técnicas da comissão sul-brasileira de pesquisa de trigo e triticale – 2005 e 2006**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 119 p.
7. CRUSCIOL, C.A.C.; COTTICA, R.L.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.
8. FLECK, N.G. Competição de azevém (*Lolium multiflorum* L.) com duas cultivares de trigo. **Planta Daninha**, v. 3, n. 2, p. 61-67, 1980.
9. HOLMAN, J.D.; BUSSAN, A.J.; MAXWELL, B.D.; MILLER, P.R.; MICKELSON, J.A. Spring wheat, canola, and sunflower response to Persian darnel (*Lolium persicam*) interference. **Weed Technology**, v. 18, n. 3, p. 509-520, 2004.
10. IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática**. Brasília, 2005. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acessado em 17 out 2006.
11. IQBAL, J.; WRIGHT, D. Effects of weed competition on flag leaf photosynthesis and grain yield of spring wheat. **Weed Research**, v. 32, n. 1, p. 23-30, 1999.
12. LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. 384 p.
13. MOOMAW, R.S. Weed-control in oat (*Avena sativa*) alfalfa (*Medicago sativa*) and effect on next year corn (*Zea mays*) yield. **Weed Technology**, v. 6, n. 4, p. 871-877, 1992.
14. OMAFRA, S. **Guide to weed control**. Ontario, 2006. Disponível em <<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/pub75/pub75toc.htm>>. Acesso em 17 jul 2006.
15. REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE CEVADA, 25., 2005, Passo Fundo. **Indicações técnicas para a produção de cevada cervejeira nas safras 2005 e 2006**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 102 p.
16. RICHARDSON, M.J. Yield loss in barley associated with *Sinapis arvensis* L. (charlock) after continuous routine use of herbicide. **Weed Research**, v. 20, n. 5, p. 295-298, 1980.
17. SCURSONI, J.A.; SATORRE, E.H. Barley (*Hordeum vulgare*) and wild oat (*Avena fatua*) competition is affected by crop and weed density. **Weed Technology**, v. 19, n. 4, p. 790-795, 2005.
18. SCURSONI, J.A.; SATORRE, E.H. The effect of trifluralin applied preplant on grass weed control and establishment and yield of barley (*Hordeum vulgare*). **Weed Technology**, v. 11, n. 3, p. 515-519, 1997.
19. SPANDL, E.; DURGAN, B.R.; MILLER, D.W. Wild oat (*Avena fatua*) control in spring wheat (*Triticum aestivum*) and barley (*Hordeum vulgare*) with reduced rates of postemergence herbicides. **Weed Technology**, v. 11, n. 3, p. 591-597, 1997.
20. THARP, B.E.; KELLS, J.J. Effect of soil-applied herbicides on establishment of cover crop species. **Weed Technology**, v. 14, n. 3, p. 596-601, 2000.
21. TIWARI, S.N.; TEWARI, A.N.; TRIPATHI, A.K. Effect of herbicidal weed management on wheat (*Triticum aestivum*) productivity and weed growth. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 75, n. 9, p. 569-571, 2005.
22. VARGAS, L.; ROMAN, E.S. Seletividade e eficiência de herbicidas em cereais de inverno. **Revista Brasileira de Herbicidas**, n. 3, v. 1, p. 1-10, 2005.
23. WINKLER, L. M.; VIDAL, R. A.; BARBOSA NETO, J. F. Aspectos genéticos envolvidos na resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Revista Plantio Direto**, v. 70, n. 4, p. 21-24, 2002.

Recebido em 28/03/2007

Aceito em 09/08/2007