

# AVALIAÇÃO DA SELETIVIDADE DE HERBICIDAS UTILIZADOS NA CULTURA DO TRIGO (*Triticum aestivum* L.)

NILSON GILBERTO FLECK<sup>1</sup>, CARLOS ROBERTO CANDEMIL<sup>2</sup>

**RESUMO** – Compostos fenóis têm sido utilizados como herbicidas na cultura do trigo há quase cinco décadas. Estes produtos apresentam modo de ação hormonal, no entanto, existem outros compostos, como bentazon, diclofop e pendimethalin, que apresentam modos de ação diferentes do acima citado e que têm sido utilizados mais recentemente. O objetivo básico deste trabalho foi avaliar a tolerância do trigo a estes herbicidas em condições de campo, mantido livre da presença de plantas daninhas. Comprovou-se que os herbicidas afetaram de forma negativa a cultivar de trigo utilizada, sendo os compostos do tipo hormonal, aplicados isoladamente ou em misturas com outros herbicidas, os que provocaram maiores danos. Para rendimento de grãos, as formulações amina e éster de 2,4-D foram equivalentes. Dentre as variáveis analisadas, as que foram mais afetadas são: altura das plantas, peso do hectolitro e rendimento de grãos. Dentre os hormonais, MCPA demonstrou ser o mais tolerado. Para a maioria das variáveis avaliadas, diclofop, pendimethalin e bentazon foram os compostos melhor tolerados pelo trigo, embora esse reduzisse sua produtividade de grãos.

*Palavras-chave:* Tolerância, herbicidas hormonais, bentazon, diclofop, pendimethalin.

## EVALUATION OF HERBICIDE SELECTIVITY IN WHEAT (*Triticum aestivum* L.) CROP

**ABSTRACT** – Phenoxy compounds have been utilized as herbicides in wheat crop for almost five decades. Compounds with different modes of action, like bentazon, diclofop, and pendimethalin, have more recent use. The objective of this research was to evaluate wheat tolerance to these herbicides under field and weed-free conditions. It was found that the herbicides affected negatively the wheat cultivar tested, being the hormone like herbicides and their mixtures those that caused the greatest injury. Regarding grain yield, 2,4-D formulations amine and ester were equivalents. Wheat characteristics more affected were: plant height, test weight, and grain yield. Among the hormone type products, MCPA proved to be the most tolerated by wheat crop. For the majority of variables evaluated, diclofop, pendimethalin, and bentazon were the compounds better tolerated by wheat, nevertheless the last reduced its grain yield.

*Key words:* Tolerance, hormone herbicides, bentazon, diclofop, pendimethalin.

## INTRODUÇÃO

O controle de plantas daninhas na cultura do trigo tem sido feito utilizando, tradicionalmente, herbicidas designados como reguladores de crescimento, tipo 2,4-D e MCPA. Além desses produtos, mais recentemente têm sido utilizados outros herbicidas com modo de ação diferente dos compostos fenóis. Dentre eles, destacam-se bentazon, diclofop e pendimethalin, cuja seletividade tem sido avaliada há relativamente menos tempo. Outra técnica utilizada, no controle de plantas daninhas em trigo, consiste na mistura de herbicidas, o que objetiva, principalmente, ampliar o espectro de plantas daninhas controladas.

Os efeitos da aplicação de herbicidas hormonais em cereais podem ser variados. O uso

do 2,4-D, por exemplo, pode causar danos nos pontos de crescimento, formação de espigas estéreis e crescimento anormal das plantas jovens (CRAFTS, 1975). Deve-se tomar muito cuidado na época de aplicação dos herbicidas de ação hormonal, pois o estágio de crescimento é o fator mais importante para determinar o nível de dano. Deve-se evitar aplicações em períodos de rápido crescimento, ou seja, estádios de alta atividade meristemática, pois o herbicida pode prejudicar a taxa de desenvolvimento meristemático (DERSCHIED et al., 1952; ALDRICH, 1958; KLINGMAN e ASHTON, 1975). A extensão do prejuízo causado pela aplicação do 2,4-D está intrinsecamente relacionada com o estágio da cultura no momento da aplicação, pois este herbicida pode causar prejuízos ao desenvolvimento dos cereais, mesmo quando aplicado em estágio de maior tolerância destas plantas (ROBINSON e FENSTER, 1973).

Aplicações precoces de 2,4-D em trigo podem diminuir o vigor das plantas, sendo bastante afetado o peso dos grãos. Inclusive, aplicações na fase de espigamento podem resultar em elevados níveis de esterilidade (WOOFER e

1. Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph. D. – Prof. Adjunto do Dep. de Plantas de Lavoura, Fac. de Agronomia da UFRGS, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

2. Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> – Bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq, Fac. de Agronomia da UFRGS.

Recebido para publicação em 05/08/1995.

LAMB, 1954). Foi verificado que as maiores reduções de rendimento, provocadas por aplicações de 2,4-D em trigo, ocorreram devido a uma forte redução no número de grãos por espiga (PINTHUS e NATOWITZ, 1967; ROBINSON e FENSTER, 1973). Da mesma forma, dicamba apresenta fitotoxicidade ao trigo, mostrando sintomas de dano foliar e queda no rendimento de grãos (VELLOSO e DAL'PIAZ, 1982). O diclofop também apresenta certa toxidez ao trigo, mas permite a completa recuperação deste, não afetando negativamente o rendimento final (FLECK e PAULITSCH, 1978).

Outros fatores a considerar com cuidado no uso de herbicidas hormonais em cereais são a dose, o tipo de herbicida utilizado e sua formulação. O uso de doses elevadas de 2,4-D diminui o rendimento do trigo (KLINGMAN, 1953). Já o MCPA causa menor dano aos cereais do que o 2,4-D (ROBINSON e FENSTER, 1973; KLINGMAN e ASHTON, 1975). Deve-se empregar doses menores de 2,4-D para a formulação do tipo éster, pois se esta for utilizada em concentrações iguais à formulação amina, por exemplo, ocorrem danos à cultura (KLINGMAN, 1953).

Um aspecto adicional de interesse no uso dos herbicidas hormonais está relacionado com a aplicação de misturas com outros herbicidas. No Estado do Rio Grande do Sul, é freqüente plantas daninhas de diversas espécies infestarem as lavouras, sendo prática comum a utilização de mais de um herbicida, muitas vezes sob a forma de misturas. Entretanto, algumas dessas misturas podem não ser viáveis, pois aumentam o risco de danos às culturas ou, ainda, podem reduzir o efeito dos próprios herbicidas, mostrando assim um efeito antagônico que acaba prejudicando o controle (VELLOSO e DAL'PIAZ, 1982). Experimentos com trigo demonstraram que a aplicação da mistura diclofop + 2,4-D + dicamba não afetou o rendimento de grãos, porém não apresentou um controle eficiente das plantas daninhas. Já a mistura diclofop + bentazon + acifluorfen provocou perda da ação gramínida do diclofop, o que comprometeu o controle das plantas daninhas (VELLOSO e DAL'PIAZ, 1982). Outra pesquisa constatou que a mistura dicamba + 2,4-D + MCPA não afetou o rendimento do trigo (ROBINSON e FENSTER, 1973).

O presente experimento apresentou como objetivos avaliar a seletividade de herbicidas recomendados à cultura do trigo, assim como com-

parar algumas misturas e formulações destes, em solo livre da presença de plantas daninhas durante o desenvolvimento da cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida a campo durante a estação de crescimento de 1980, tendo sido localizada na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), no município de Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O experimento foi instalado em solo pertencente à unidade de mapeamento São Jerônimo, classificado como Podzólico Vermelho-Escuro, álico (Paleudult) (ESPÍRITO SANTO, 1988). A análise química do solo, amostrado antes da adubação, revelou os seguintes valores: pH 5,0; P 4,6 ppm; K 165 ppm e M. O. 3,2%. A Análise granulométrica do solo forneceu os seguintes resultados: areia grossa 30%; areia fina 16%; silte 15% e argila 39%. A adubação de manutenção da área, feita na semeadura, consistiu da aplicação de 5 kg/ha de N, 45 kg/ha de  $P_2O_5$  e de 15 kg/ha de  $K_2O$ . Aos 25 dias após a emergência das plantas foram aplicados 45 kg/ha de N, em cobertura.

A semeadura do trigo, genótipo 'E-7414', foi realizada no dia 30 de junho de 1980, tendo a emergência ocorrida 8 dias após. Foi utilizado o espaçamento de 0,2 m entre linhas, tendo sido alcançada uma população média de 220 plantas por metro quadrado.

Os compostos herbicidas empregados foram os seguintes: 2,4-D amina (sal dimetilamina do ácido 2,4-diclorofenoxiacético), 2,4-D éster (éster isooctílico do ácido 2,4-diclorofenoxiacético), MCPA (sal sódico do ácido 2-metil-4-clorofenoxiacético), dicamba (sal dimetilamina do ácido 3,6-dicloro-2-metoxibenzóico), bentazon [3-(1-metiletil)-(1H)-2,1,3-benzotiadiazina-4(3H)-ona-2,2-dióxido], diclofop (ácido ( $\pm$ )-2-[4-(2,4-diclorofenóxi)fenóxi]propanóico) e pendimethalin (N-(1-etilpropil)-3,4-dimetil-2,6-dinitrobenzenamina). Na Tabela 1, encontram-se referidas as formulações e doses utilizadas nos tratamentos testados.

Os tratamentos foram arranjados no delineamento experimental de blocos ao acaso, repetidos cinco vezes. As unidades experimentais apresentaram dimensões de 2 x 5 m. Para efeito da avaliação dos tratamentos foi considerada uma área útil de 1,2 x 4 m.

O herbicida pendimethalin foi aplicado em pré-emergência, 3 dias após a semeadura do trigo. O solo se encontrava com adequado teor de umidade, já que houve precipitação de cerca de 15 mm de chuva 3 dias antes da aplicação; enquanto 5 e 9 dias após a aspersão do composto houve precipitações de 15 mm e de 41 mm, respectivamente.

Os herbicidas utilizados em pós-emergência foram aplicados 25 dias após a emergência das plantas de trigo, quando estas se encontravam na fase inicial de afilhamento, no estágio quatro da escala de Feeks-Large (LARGE, 1954). As aplicações herbicidas foram realizadas com a utilização de um pulverizador costal de precisão, operado à pressão constante de 157 kPa, vazão de 250 l/ha e bicos tipo leque, série 11005. No caso dos herbicidas usados em pós-emergência, houve precipitação de 62 mm de chuva durante o decêndio que antecedeu as aplicações e de 10 mm 4 dias após a aplicação. Tanto o tratamento testemunha quanto os demais estiveram naturalmente livres da infestação de plantas daninhas até o final do ciclo da cultura.

Os efeitos dos tratamentos foram estimados através do peso de matéria seca da parte aérea das plantas de trigo, número de afilhos, altura das plantas, tamanho das espigas, espiguetas basais estéreis, número de espigas por área, número de grãos por espiga, peso do grão,

peso do hectolitro e rendimento de grãos. Duas e quatro semanas após aplicação dos herbicidas em pós-emergência, foram amostrados número de afilhos por planta e peso de matéria seca da parte aérea, por planta e por unidade de área, através do levantamento das plantas existentes em 0,2 m em duas fileiras por parcela. O comprimento das plantas foi medido em dez plantas por parcela, tomadas ao acaso. Os comprimentos das espigas e espiguetas basais estéreis foram estimados através da amostragem de dez espigas por parcela.

O número de espigas por unidade de área foi obtido através de contagem em 2 m em duas fileiras da área útil, totalizando 4 m lineares por parcela. O peso do grão, referido como de 1000 unidades, foi obtido através de cálculo a partir da pesagem de quatro amostras de 100 grãos. O número de grãos por espiga foi obtido indiretamente através de cálculos, considerando o peso dos grãos contidos em dez espigas amostradas e o respectivo peso de 1000 grãos. O rendimento de grãos foi obtido pela pesagem dos grãos contidos nas espigas colhidas na área útil das parcelas, o qual foi transformado em quilogramas por hectare.

Os dados coletados foram submetidos à análise da variância e as médias dos tratamentos foram comparadas aplicando-se o teste de Duncan, em ambos os casos ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 1** – Avaliação da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo ('E-7414'), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1980

Tratamentos utilizados no experimento			
Nome Comum	Dose (g/ha)	Nome Comercial <sup>1</sup>	Dose (l/ha)
1. 2,4-D amina	720 e.a. <sup>2</sup>	U 46 D Fluid 720	1,00
2. 2,4-D éster	400 e.a.	U 46 D Éster 400	1,00
3. MCPA	800 e.a.	Agroxone 400	2,00
4. 2,4-D amina + MCPA	720 e.a. + 400 e.a.	U 46 D Fluid 720 + Agroxone 400	1,00 + 1,00
5. 2,4-D amina + Dicamba	720 e.a. + 120 e.a.	Banvel 380	1,25
6. 2,4-D amina + Bentazon	720 e.a. + 720 i.a. <sup>3</sup>	U 46 D Fluid 720 + Basagran	1,00 + 1,50
7. Bentazon	960 i.a.	Basagran	2,00
8. Diclofop	540 i.a.	Iloxan	1,50
9. Pendimethalin	1250 i.a.	Herbadox	2,50
10. Testemunha <sup>4</sup>	—	—	—

1— Herbicidas aplicados 25 dias após a emergência, quando as plantas de trigo se encontravam no afilhamento (estádio 4 da escala de Feeks-Large; LARGE, 1954); exceto pendimethalin, aplicado três dias após a semeadura. Não significa que a FEPAGRO ou os autores estejam recomendando estes produtos.

2— e.a.= equivalente ácido.

3— i.a.= ingrediente ativo.

4— Não houve necessidade de controlar ervas daninhas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância demonstrou que, para a maioria das variáveis avaliadas, houve diferenças significativas entre médias dos tratamentos aplicados, o que significa que vários herbicidas exerceram efeitos, geralmente negativos, sobre as características agronômicas. Contudo, em determinações realizadas duas semanas após as aplicações dos herbicidas, os tratamentos ainda não mostravam nenhum efeito destes compostos sobre o número de afilhos por planta ou para o peso da matéria seca, quer considerada por unidade de área, quer considerada por planta de trigo (Dados não publicados). Já as determinações efetuadas quatro semanas após a utilização dos herbicidas (Tabela 2), embora também não afetando o número de afilhos por planta, mostraram efeitos significativos sobre o peso da matéria seca das plantas de trigo. Quando se considerou esta característica por planta, foi encontrado que os tratamentos de 2,4-D amina + MCPA; 2,4-D amina + bentazon e de diclofop causaram reduções à variável, quando comparados à testemunha que não recebeu herbicidas, embora diclofop tivesse sido equivalente a todos os demais herbicidas, exceto ao bentazon.

Embora não fosse constatada diferença estatística para número de afilhos por planta na segunda avaliação, verificou-se que, em valores absolutos, os tratamentos 2,4-D amina + MCPA, 2,4-D amina + bentazon e diclofop apre-

sentaram reduções da ordem de 33 a 35% nesta variável, quando em comparação à testemunha sem tratamento. Provavelmente a amostra de plantas avaliada tenha sido insuficiente para se alcançar diferença significativa entre tratamentos, considerando que o coeficiente de variação foi relativamente elevado. Mas, coincidentemente, foram estes mesmos tratamentos que causaram as maiores reduções (variáveis de 28 a 37%) no peso da matéria seca por planta de trigo, ao serem comparados à testemunha, demonstrando que eles afetaram negativamente ou atrasaram o crescimento das plantas ao menos durante as primeiras semanas do ciclo, coincidindo com os resultados obtidos por WOOFER e LAMB (1954). Aplicações precoces de 2,4-D e/ou suas misturas em trigo podem diminuir o vigor das plantas. Em misturas, ou utilizado sozinho, o 2,4-D pode afetar negativamente o trigo (ROBINSON e FENSTER, 1973), causando atrasos no seu crescimento, o que explicaria um peso menor da matéria seca, constatado em alguns tratamentos com misturas ou formulações apenas com 2,4-D (CRAFTS, 1975). Já o diclofop é considerado seletivo ao trigo, mas pode apresentar certa fitotoxicidade inicial, embora permita rápida recuperação deste (FLECK e PAULITSCH, 1978). Cabe lembrar que a adição de surfactantes a herbicidas de ação foliar pode reduzir a seletividade destes herbicidas (KLINGMAN e ASHTON, 1975; TODD e STOBBE, 1977). Deste modo, o

TABELA 2 – Avaliação da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo ('E-7414'), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1980

Tratamentos	Determ. realizadas 28 dias após aplic. dos herbicidas		
	Afilhos por planta (n <sup>o</sup> )	Peso da matéria seca das plantas mg/planta	g/m <sup>2</sup>
1. 2,4-D Amina	1,62	960 ab <sup>1</sup>	304 ab
2. 2,4-D Éster	1,39	851 abc	310 ab
3. MCPA	1,54	875 abc	251 c
4. 2,4-D Amina + MCPA (400)	1,16	638 c	240 c
5. 2,4-D Amina + Dicamba	1,34	768 abc	264 bc
6. 2,4-D Amina + Bentazon	1,12	634 c	257 bc
7. Bentazon	1,60	1015 a	278 bc
8. Diclofop	1,14	729 bc	255 bc
9. Pendimethalin	1,35	955 ab	338 a
10. Testemunha	1,73	1008 a	300 ab
Médias	1,40	843	280,5
F	1,31 ns	3,32**	3,51**
CV (%)	30,37	21,05	13,55

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

ns = não significativo

diclofop pode causar alguns danos ao trigo, dependendo de como é aplicado, considerando que é um composto essencialmente de ação gramínica.

Quando são considerados os efeitos dos tratamentos para peso de matéria seca por metro quadrado (Tabela 2), verificou-se que MCPA e 2,4-D amina + MCPA afetaram negativamente esta característica ao serem comparados à testemunha e também aos tratamentos com 2,4-D amina, 2,4-D éster e pendimethalin. Contudo, apenas aqueles dois tratamentos diferiram da testemunha. Também ficou demonstrado que pendimethalin foi superior aos demais tratamentos herbicidas, exceto aos com 2,4-D amina e 2,4-D éster usados isolados. O pendimethalin é considerado seletivo para o trigo, apresentando pouca fitotoxicidade, possivelmente por ser aplicado em pré-emergência e apresentar pouca mobilidade no solo, não lixiviando através deste, visto que é fortemente absorvido à matéria orgânica e à argila do solo (BORGIO e ROSITO, 1977).

A altura final das plantas de trigo foi afetada pela maioria dos herbicidas (Tabela 3), o que comprova que sua seletividade não foi total. Assim, exceto para bentazon, diclofop e pendimethalin, todos os demais produtos químicos reduziram a altura das plantas em grau variável de 3 a 7,5%, o que, em valores absolutos, não foi muito expressivo. Sabe-se que herbicidas hormonais muitas vezes carecem de seletividade e podem provocar danos e má-formação, afetando características morfológicas das plantas

cultivadas (ALDRICH, 1958; CRAFTS, 1975). MARTIN et al. (1989) demonstraram que herbicidas hormonais aplicados ao trigo em estágio de pré-afilhamento afetam negativamente a altura das plantas, concordando com os resultados obtidos neste experimento. Esta redução na altura das plantas apresenta correlação positiva com as reduções no rendimento de grãos, segundo esses mesmos autores.

Quanto ao tamanho das espigas, foi constatado que esta característica não diferiu quando comparados os tratamentos herbicidas à testemunha; exceto pendimethalin. Da mesma forma, as espigas oriundas da aplicação com pendimethalin foram maiores do que as provenientes das aplicações com 2,4-D amina, 2,4-D amina + MCPA e 2,4-D amina + bentazon. Em valores absolutos estas diferenças não foram de grande magnitude, causando reduções de 5 a 8% apenas.

Em relação ao número de espiguetas basais estéreis (Tabela 3), esta característica foi menor quando aplicados 2,4-D amina, MCPA, 2,4-D amina + MCPA, 2,4-D amina + dicamba e 2,4-D amina + bentazon. O 2,4-D éster apresentou comportamento intermediário ao dos demais herbicidas. Para esta característica, observou-se que, de modo geral, ocorreu menor número de espiguetas basais estéreis para herbicidas do tipo hormonal ou suas misturas do que para os demais que apresentam outros modos de ação.

O número de espigas por área (Tabela 4), decresceu no tratameto em que foi aplicado

TABELA 3 – Avaliação da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo ('E-7414'), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1980

Tratamentos	Determinações realizadas na colheita final		
	Altura das plantas (cm)	Tamanho das espigas (mm)	Espiguetas basais estéreis (nº)
1. 2,4-D Amina	100,2 cd <sup>1</sup>	90,1 bc	3,2 c
2. 2,4-D Éster	104,1 b	92,1 abc	3,9 ab
3. MCPA	101,9 c	94,8 ab	3,4 bc
4. 2,4-D Amina + MCPA	99,2 d	88,4 c	3,6 bc
5. 2,4-D Amina + Dicamba	101,2 cd	93,8 ab	3,3 c
6. 2,4-D Amina + Bentazon	100,0 cd	91,0 bc	3,7 bc
7. Bentazon	106,5 a	91,8 abc	4,3 a
8. Diclofop	106,2 ab	92,5 abc	4,4 a
9. Pendimethalin	105,6 ab	96,3 a	4,3 a
10. Testemunha	107,2 a	91,3 bc	4,3 a
Médias	103,2	92,2	3,82
F	17,55**	2,29*	6,64**
CV (%)	1,58	3,67	10,54

<sup>1</sup>– Médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

**MCPA, em comparação à testemunha. Também foi verificado que as parcelas tratadas com 2,4-D amina e diclofop apresentaram maior número de espigas do que aquelas que receberam aplicações de 2,4-D éster, MCPA e 2,4-D amina + dicamba. Tal redução pode ter sido causada pela diminuição do vigor das plantas, prejudicando o acúmulo de reservas (WOOFTER e LAMB, 1954), ou simplesmente pela morte de plantas (CRAFTS, 1975). Para MARTIN et al. (1989), MCPA, 2,4-D (amina e éster) e 2,4-D amina + dicamba reduzem o número de espigas por área, tendo este fato alta correlação com o decréscimo no rendimento de grãos (coeficiente de correlação = 0,81).**

O número de grãos por espiga não foi afetado diferentemente pelos tratamentos (Tabela 4). Tampouco o peso dos grãos sofreu ação diferencial dos herbicidas aplicados (Tabela 4). O rendimento de grãos do trigo foi afetado pela utilização dos herbicidas, exceto quando foram aplicados MCPA, diclofop e pendimethalin, os quais produziram rendimentos de grãos em quantidades equivalentes à testemunha onde não foi aplicado herbicida (Tabela 5). Embora bentazon não diferisse destes três compostos herbicidas, ele produziu rendimento de grãos inferior ao da testemunha (redução de 8,2%). Detectou-se que, tanto para rendimento de grãos quanto para peso do hectolitro de grãos, o herbicida 2,4-D, quer utilizado isolado como em misturas, causou decréscimos significativos nas variáveis referidas, ao se confrontar esses trata-

mentos com a testemunha (Tabela 5). A utilização de herbicidas hormonais pode causar redução do rendimento do trigo, segundo vários pesquisadores (PINTHUS e NATOWITZ, 1967; ROBINSON e FENSTER, 1973), devido ao fato desses possuírem a capacidade de afetar negativamente alguns componentes do rendimento.

Quanto ao rendimento de grãos, os diversos herbicidas ocasionaram decréscimos médios de 10,7% em razão dos danos causados às plantas de trigo, reduções que variaram de 1,4% (diclofop) até 19,4% (2,4-D amina + MCPA), dependendo do produto utilizado (Tabela 5). Para os herbicidas hormonais os decréscimos médios na produtividade alcançaram 11,4%; enquanto os herbicidas não-hormonais causaram reduções médias de 5% ao rendimento de grãos. O herbicida 2,4-D, aplicado sozinho ou em misturas, reduziu a produtividade do trigo em 15,4% e o peso do hectolitro em 4,5%, em média. O efeito fitotóxico dos herbicidas afetou o rendimento da cultura, sendo os maiores decréscimos obtidos com o emprego de herbicidas hormonais, conforme já foi demonstrado por outros pesquisadores (PINTHUS e NATOWITZ, 1967; ROBINSON e FENSTER, 1973; BORGIO e ROSITO, 1977; TOTTMAN, 1978). Experimento realizado por MARTIN et al. (1989) confirmou esses resultados, sendo que para esses autores tal efeito é devido à redução do número de espigas por área, variável que neste trabalho foi mais afetada do que o número de grãos por espiga ou peso do grão.

**TABELA 4 – Avaliação da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo ('E-7414'), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1980**

Tratamentos	Determinações realizadas na colheita final		
	Núm. de espigas por área (m <sup>2</sup> )	Núm. de grãos por espiga	Peso do grão (g/1000)
1. 2,4-D Amina	418 a <sup>1</sup>	32,5	28,4
2. 2,4-D Éster	380 bc	33,9	29,1
3. MCPA	372 c	36,3	29,3
4. 2,4-D Amina + MCPA	402 abc	29,6	29,1
5. 2,4-D Amina + Dicamba	377 bc	33,1	29,3
6. 2,4-D Amina + Bentazon	400 abc	33,9	28,1
7. Bentazon	400 abc	30,2	27,8
8. Diclofop	424 a	31,9	29,7
9. Pendimethalin	407 abc	36,3	27,5
10. Testemunha	411 ab	31,6	28,8
Médias	399,2	32,9	28,7
F	2,49*	2,10 ns	0,76 ns
CV (%)	6,18	10,56	6,38

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

ns = não significativo

Individualmente, o tratamento mais prejudicial ao trigo foi a mistura formada por dois compostos com ação hormonal, 2,4-D + MCPA, a qual reduziu drasticamente a grande maioria das características medidas. Contudo, considerando apenas as determinações realizadas ao final do ciclo da cultura, verificou-se para todas as variáveis, equivalência de comportamento negativo ao trigo entre 2,4-D amina e mistura de 2,4-D amina com MCPA. Para várias destas características, o 2,4-D na forma amina exerceu maior ação tóxica do que na forma éster, o que não deixa de ser surpreendente, uma vez que a forma éster costuma ser referida como de melhor ação foliar, graças a alguns fatores como sua baixa polaridade, que a torna mais compatível com a cutícula e auxilia na sua penetração direta através da mesma; sua grande volatilidade, o que facilita a absorção dos vapores pelos estômatos e, finalmente, a ação molhante da formulação éster, dissolvida em veículo oleoso, que colabora na penetração via estômatos (GARCIA TORRES e FERNANDEZ-QUINTANILLA, 1991). No entanto, devem-se levar em consideração que, em termos de dose expressa em equivalente ácido, a de 2,4-D amina foi 80% superior a do 2,4-D éster, o que, aliado a condições adequadas de absorção foliar, pode ter incrementado de forma acentuada a penetração da forma amina, conduzindo aos efeitos e conseqüências decorrentes deste fato. Outro aspecto a destacar entre estas duas formulações, é que a éster apresenta potencial de perda por volatilização muito maior do que a amina, o que tam-

bém pode ter contribuído, ao menos em parte, para explicar os resultados encontrados. Para 2,4-D a dose influencia, e muito, a tolerância das plantas, sendo que, doses exageradas levam a graves danos. Para doses iguais, a formulação éster é citada como sendo mais fitotóxica (KLINGMAN, 1953).

O produto MCPA, embora tenha causado redução do comprimento das plantas de trigo e decréscimo no número de espigas por área, não afetou negativamente as demais variáveis, inclusive mostrando equivalência de produtividade e de peso do hectolitro de grãos com a testemunha. Este desempenho pode ser demonstrado como uma compensação entre componentes do rendimento e outras características, haja vista que este herbicida apresentou baixo número de espiguetas basais estéreis e também valores numéricos elevados para número de grãos por espiga e para peso médio do grão. Em consequência, superou o produto 2,4-D em quaisquer de suas formulações ou tipos de utilização (isoladas ou em misturas) quanto às características de produtividade de grãos ou de peso do seu hectolitro. O MCPA é, geralmente, referido como sendo mais seletivo do que o 2,4-D para o trigo (ROBINSON e FENSTER, 1973; KLINGMAN e ASHTON, 1975).

Neste experimento, foi utilizada apenas uma cultivar para reagir aos tratamentos herbicidas, tendo-se assumido que esta cultivar seria igualmente tolerante ou suscetível a todos os compostos utilizados, o que poderá não ter sido verdadeiro, já que muitos trabalhos de pesquisa

TABELA 5 – Avaliação da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo ('E-7414'), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1980

Tratamentos	Determinações realizadas na colheita final	
	Rendimento de grãos (kg/ha)	Peso do hectolitro (kg)
1. 2,4-D Amina	2474 d <sup>1</sup>	72,2 c
2. 2,4-D Éster	2569 cd	74,1 b
3. MCPA sódico	2827 ab	75,4 a
4. 2,4-D Amina + MCPA sódico	2388 d	72,3 c
5. 2,4-D Amina + Dicamba	2521 cd	72,6 c
6. 2,4-D Amina + Bentazon	2575 cd	72,8 c
7. Bentazon	2718 bc	76,1 a
8. Diclofop	2920 ab	75,4 a
9. Pendimethalin	2804 ab	75,3 a
10. Testemunha	2961 a	76,2 a
Médias	2676	74,2
F	7,68**	17,83**
CV (%)	5,96	1,17

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

têm demonstrado existir reação varietal diferenciada aos herbicidas (CRAFTS, 1975; KLINGMAN e ASHTON, 1975; FLECK e PAULITSCH, 1978; SCHROEDER e BANKS, 1989). No entanto, TOTTMAN (1978) sugeriu que diferenças de tolerância entre cultivares seriam atribuídas ao fato de se realizarem aplicações em estádios diferentes, uma vez que as aplicações são realizadas simultaneamente e existem diferenças de desenvolvimento entre cultivares por ocasião dos tratamentos.

Por outro lado, fatores tais como as doses selecionadas (KLINGMAN, 1953; ROBINSON e FENSTER, 1973; TOTTMAN, 1978), o estágio de desenvolvimento em que se encontram as plantas (o qual dificilmente será uniforme) (ROBINSON e FENSTER, 1973; KLINGMAN e ASHTON, 1975; MARTIN et al., 1989) e as condições ambientais (ALDRICH, 1958; SCHROEDER e BANKS, 1989) também podem ter exercido influências diferenciais de modo a modificar os resultados caso essas variáveis fossem alteradas (DERSCHIED et al., 1952; CRAFTS, 1975).

### CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. A utilização de diversos dos herbicidas recomendados na cultura do trigo ocasiona efeitos variáveis, em geral negativos, em características das plantas, componentes do rendimento, na produtividade e qualidade dos grãos;

2. Das variáveis avaliadas, as mais negativamente afetadas pelos herbicidas são comprimento das plantas, peso do hectolitro e rendimento de grãos; em compensação, diversos tratamentos reduziram a esterilidade das espigas basais;

3. De um modo geral, o herbicida 2,4-D, em especial a forma amina, ou misturas em que participa, é o composto que causa os maiores decréscimos ao rendimento de grãos do trigo e à qualidade dos grãos;

4. Considerando as características rendimento de grãos e peso do hectolitro, o herbicida MCPA mostra ser mais seletivo do que as formulações de 2,4-D utilizadas;

5. O herbicida que mostra desempenho mais uniforme e seletivo é o pendimethalin, sendo que, em geral os produtos bentazon e diclofop lhe seguem o mesmo comportamento;

6. Para produtividade de grãos, bentazon posiciona-se como de comportamento intermediário entre os herbicidas que mostram maior e menor seletividade ao trigo.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALDRICH, R. J. Effect of 2,4-D on the growth and yield of oats grown under 3 levels of fertility. *Agronomy Journal*, Madison, v.50, n.2, p.145-148, 1958.
- BORGO, A.; ROSITO, C. Avaliação da eficiência de herbicidas no controle de *Polygonum convolvulus* L. e outras folhas largas em trigo. *Trigo e Soja*, Porto Alegre, v.21, p.3-7, 1977.
- CRAFTS, A.S. Properties and functions of herbicides. In: CRAFTS, A.S. *Modern weed control*. Berkeley: University of California, 1975. p.177-231.
- DERSCHIED, L.A.; STAHLER, L.M.; KRATOCHVIL, D.E. Differential responses of barley varieties to 2,4-D. *Agronomy Journal*, Madison, v.44, n.4, p. 182-188, 1952.
- ESPÍRITO SANTO, F.R.C. *Distribuição de óxidos de Fe em uma catena de solos derivados de granito na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: UFRGS, 1988. 141p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1988.
- FLECK, N.G.; PAULITSCH, R.J. Controle químico de azevém (*Lolium multiflorum* L.) na cultura do trigo. *Planta Daninha*, Campinas, v.1, n.2, p.30-37, 1978.
- GARCIA TORRES, L.G.; FERNANDEZ-QUINTANILLA, C. Família de herbicidas I. Herbicidas de acción foliar y traslocación. In: GARCIA TORRES, L.G.; FERNANDEZ-QUINTANILLA, C. *Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas*. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. p.205-225.
- KLINGMAN, D.L. Effects of varying rates of 2,4-D and 2,4,5-T at different stages of growth on winter wheat. *Agronomy Journal*, Madison, v.45, n.12, p.606-607, 1953.
- KLINGMAN, G.C.; ASHTON, F.M. Phenoxy. In: KLINGMAN, G.C.; ASHTON, F.M. *Weed science: principles and practices*. New York: Wiley, 1975. p.209-226.
- LARGE, E.C. Growth stages in cereals. *Plant Pathology*, London, v.3, p.128-129, 1954.
- MARTIN, D.A.; MILLER, S.D.; ALLEY, H.P. Winter wheat (*Triticum aestivum*) response to herbicides applied at three growth stages. *Weed Technology*, Champaign, v.3, n.1, p.90-94, 1989.
- PINTHUS, M.T.; NATOWITZ, Y. Response of spring wheat to the application of 2,4-D at various growth stages. *Weed Research*, Oxford, v.7, p.95-101, 1967.
- ROBINSON, L.R.; FENSTER, C.R. Winter wheat response to herbicides applied postemergence. *Agronomy Journal*, Madison, v.65, n.5, p.749-751, 1973.
- SCHROEDER, J.; BANKS, P.A. Soft red winter wheat (*Triticum aestivum*) response to dicamba and dicamba plus 2,4-D. *Weed Technology*, Champaign, v.3, n.1, p.67-71, 1989.
- TODD, B.G.; STOBBE, E.H. Selectivity of dichlofop methyl among wheat, barley, wild oat (*Avena fatua*) and green foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Science*, Auburn, v.25, n.5, p.382-385, 1977.
- TOTTMAN, D.R. The effects of dicamba herbicide mixture on the grain yield components of winter wheat. *Weed Research*, Oxford, v.18, p.335-340, 1978.
- VELLOSO, J.A.R.O.; DAL'PIAZ, R. Controle químico do azevém (*Lolium multiflorum* L.) e gorga (*Spergula arvensis*) e seletividade de herbicidas às culturas de trigo, cevada e centeio. *Planta Daninha*, Campinas, v.5, n.2, p.8-13, 1982.
- WOOFER, H.D.; LAMB, C.A. The retention and effect of 2,4-D sprays on winter wheat. *Agronomy Journal*, Madison, v.46, n.7, p.299-302, 1954.