

CONTROLO DE INFESTANTES EM TRIGO DE SEMEITEIRA DIRECTA UTILIZANDO DOSES DE HERBICIDA E VOLUMES DE CALDA REDUZIDOS

CONTROL OF WEEDS IN WHEAT UNDER NO-TILL USING REDUCED HERBICIDE DOSES AND APPLICATION VOLUMES

JOSÉ CALADO BARROS^(1,2), MÁRIO DE CARVALHO^(1,2), GOTTLIEB BASCH^(1, 2)

RESUMO

O objectivo do presente trabalho foi o de avaliar o efeito de doses reduzidas em relação ao recomendado pelo fabricante do herbicida diclofope-metilo + fenoxaprop – *p* – etilo + mefenepir dietilo e do volume de calda aplicado, no controlo em pós-emergência das infestantes gramíneas *Avena sterilis* L e *Lolium rigidum* G. em trigo de sementeira directa e o consequente efeito na produção da cultura.

Assim, combinaram-se doses de herbicida inferiores às recomendadas (1; 1.5 e 2 l ha⁻¹) com volumes de água também inferiores (100; 200 e 300 l ha⁻¹) em dois estádios de desenvolvimento das infestantes (início do

afilhamento e afilhamento completo). As doses de herbicida recomendadas para controlar estas infestantes são 2.5 a 3 l ha⁻¹ e os volumes de água recomendados variam entre 350 e 600 l ha⁻¹.

Os resultados obtidos neste estudo, mostram que a antecipação da aplicação do herbicida para uma fase mais precoce do desenvolvimento das infestantes (início do afilhamento), conduz a um maior controlo das infestantes, mesmo utilizando-se doses e volumes de calda inferiores aos recomendados. Por sua vez, o menor controlo das infestantes e o maior período de competição destas com a cultura quando a aplicação é atrasada (afilhamento completo) conduzem a uma menor produção de grão para esta data de aplicação.

Palavras-chave: *Avena sterilis* L., *Lolium rigidum* G., estádios de desenvolvimento, sementeira directa.

ABSTRACT

The aim of the present work was to assess the effect of lower doses than recommended by the manufacturer of the herbicide diclofop-methyl + fenoxaprop – *p* – ethyl + mefenpyr – diethyl and different application volumes to control the grass weeds *Avena sterilis* L. and

¹ Universidade de Évora, Departamento de Fitotecnia
7002-554 Évora, Portugal
e-mail: jfcb@uevora.pt
Telefone: 266-760877, Fax: 266-711163.

² Instituto das Ciências Agrárias Mediterrânicas (ICAM)
Herdade da Mitra - Valverde
7000 Évora
E-mail: icam@uevora.pt
Telef.: +351 266 760 885
+351 266 760 913

Lolium rigidum G. in post-emergence in no-till wheat and the consequent effect on crop yield.

Therefore lower herbicide doses than recommended (1; 1.5 and 2 l ha⁻¹) were combined with lower application volumes (100; 200 and 300 l ha⁻¹) at two different weed development stages (beginning of tillering and complete tillering). The recommended herbicide doses to control these weeds vary between 2.5 and 3 l ha⁻¹ and the application volumes should vary between 350 and 600 l ha⁻¹.

The results show that the anticipation of the herbicide application (beginning of tillering) leads to a better weed control even using herbicide doses and application volumes lower than recommended. The lower efficiency to control more developed grass weeds and a longer period of competition between crop and weeds for the second application timing (complete tillering) were responsible for the lower crop yields for this application date.

Key-words: *Avena sterilis* L., *Lolium rigidum* G., development stages, no-till.

INTRODUÇÃO

A redução dos custos de produção, o efeito negativo dos pesticidas no ambiente e o risco de contaminação dos alimentos, tem levado os agricultores em quase todo o mundo, à redução da aplicação destes produtos químicos, nomeadamente dos herbicidas. Em alguns países, tem havido mesmo, uma pressão crescente no sentido de banir a utilização de muitos herbicidas (Matteson, 1995).

Na actualidade, o objectivo do manejo de infestantes centra-se cada vez mais em manter a comunidade infestante num nível aceitável e não tanto, deixar a cultura totalmente livre de infestantes. Vários trabalhos

científicos mostram que um controlo bastante satisfatório de infestantes pode muitas vezes ser conseguido, utilizando-se doses de herbicida inferiores às recomendadas pelos fabricantes dos produtos, mantendo a produção potencial das culturas (Lundkvist, 1997; Fernandez-Quintanilla *et al.*, 1998; Navarrete *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2000; Boström & Fogelfors, 2002).

Zhang *et al.*, (2000), com base em diferentes estudos, em várias culturas e diferentes condições ambientais, encontraram variações substanciais na eficiência do controlo das infestantes, usando diferentes doses de herbicida. Em alguns estudos, em que usaram a dose de herbicida recomendada, obtiveram uma eficiência de apenas 20 a 40 %, enquanto uma eficiência maior que 70 % foi conseguida em 50 % dos estudos com doses de herbicidas de apenas 20 % em relação às doses recomendadas. Os mesmos autores verificaram, também, que a eficiência no controlo das infestantes tendeu a ser menor, e a variar mais, para as doses inferiores às recomendadas, mas permaneceu dentro dos valores de 60-100% em mais de 90% dos casos. Em cereais, mais de 70% de controlo de infestantes foi mantido em mais de 90% dos casos, para doses de herbicida entre 30 e 60% das doses recomendadas.

A redução dos custos de produção, a diminuição da erosão dos solos e o aumento da fertilidade dos mesmos a médio e longo prazo, consequência da melhoria da sua estrutura, tem levado os agricultores em todo o mundo, e também em Portugal, a adoptar cada vez mais o sistema de sementeira directa, particularmente na instalação de cereais de Outono/Inverno. A utilização deste sistema de mobilização do solo conduz a uma alteração na distribuição das sementes das infestantes no perfil do solo, tendendo a acumular-se à superfície ou perto desta (Streit *et al.*, 2002). Deste modo, poder-se-á

esperar uma grande infestação após as primeiras chuvas, infestantes essas que serão controladas em pré-sementeira, não sendo pois, de esperar a ocorrência de grandes reinfestações quando a cultura já estiver estabelecida. Gill & Arshad (1995) e Jensen (1995) referem uma emergência tardia reduzida de infestantes anuais com o decréscimo da intensidade de mobilização do solo e especialmente em solos não cultivados. Em sementeira directa, em que não há distúrbio no solo e a superfície está coberta pelos resíduos das plantas, a densidade de infestantes é reduzida quando comparada com outros sistemas (Zanin *et al.*, 1997; Streit *et al.*, 2002).

Assim, com a sementeira directa, a germinação menos escalonada das infestantes ao longo do ciclo da cultura, poderá permitir o seu controlo numa fase mais precoce do seu desenvolvimento, quando se encontrem mais sensíveis ao herbicida, o que, por sua vez, não só possibilitará o uso de doses reduzidas de herbicida, mas também de volumes de calda menores, para garantir um suficiente contacto com as folhas das infestantes. Como foi demonstrado por O' Donovan *et al.*, (1985), a remoção precoce das infestantes é importante para evitar reduções de produção nas culturas.

Quer a *Avena sterilis* L. quer o *Lolium rigidum* G. são duas das infestantes mais problemáticas em pós-emergência nos cereais de Outono/Inverno, principalmente no trigo e, nos últimos anos, o herbicida diclofope-metilo + fenoxapropé-p-étilo + mafenepir dietilo, tem sido utilizado pelos agricultores portugueses com resultados bastante satisfatórios quando se aplica a dose mínima recomendada (2.5 lha⁻¹) em interacção com volumes de água que variam entre 350 e 600 lha⁻¹.

O objectivo do presente trabalho foi o de estudar a possibilidade da redução da dose de um herbicida e do volume de calda

relativamente ao recomendado pelo fabricante, mantendo um controlo satisfatório das infestantes gramíneas *Avena sterilis* L e *Lolium rigidum* G. e conseqüentemente mantendo a produção potencial da cultura do trigo em sementeira directa.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios para estudar o efeito de três doses de herbicida inferiores às recomendadas pelo fabricante no controlo da *Avena sterilis* L. e do *Lolium rigidum* G., em interacção com três volumes de água também inferiores aos recomendados, em dois estádios de desenvolvimento das infestantes, foram levados a cabo nos anos agrícolas de 2002/2003, 2003/2004 e 2005/2006, numa herdade privada do Concelho de Évora (Sul de Portugal). Os ensaios realizaram-se em três campos experimentais da mesma herdade, com características edáficas semelhantes. Os dados climáticos (temperatura e precipitação) foram registados automaticamente numa estação meteorológica próxima dos campos de ensaio. A precipitação mensal e a temperatura média mensal em cada ano são apresentadas nos Quadros 1 e 2. As características físicas e químicas, do solo nos locais dos ensaios, são apresentadas no Quadro 3.

O herbicida utilizado é uma mistura de 250 g l⁻¹ ou 22,73 % de diclofope - metilo + 20 g l⁻¹ ou 1,82 (p/p) de fenoxapropé-p-étilo + 40 g l⁻¹ ou 3,64 (p/p) de mafenepir - dietilo. É um herbicida de contacto e translocação, indicado para o combate em pós-emergência da *Avena sterilis*, *Phalaris minor*, *Phalaris brachystachys*, *Phalaris paradoxa* e do *Lolium rigidum* na cultura do trigo, sendo referenciado como muito eficaz no controlo da *Avena sterilis* L. e do *Lolium rigidum* G. A este herbicida juntou-se 15 g ha⁻¹ de

Quadro1 – Precipitação mensal (mm) nos anos de 2002/2003, 2003/2004 e 2005/2006.

Anos	Meses											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	129.5	55.1	116.5	138.2
2003	94.1	85.1	53.5	85.0	9.6	5.0	2.0	13.0	33.0	133.7	61.4	65.2
2004	54.8	64.5	40.0	31.7	16.4	0.1	0.0	9.9	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	161.4	77.3	56.6
2006	30.2	36.0	83.8	52.4	0.2	22.3	2.2	17.8	-	-	-	-

Fonte: Centro de Geofísica de Évora

Quadro 2 – Temperatura media mensal (°C) nos anos de 2002/2003, 2003/2004 e 2005/2006.

Anos	Meses											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	19.0	16.8	12.1	10.9
2003	8.4	9.0	12.8	13.2	18.8	21.9	22.9	25.5	21.8	15.6	12.2	9.0
2004	10.0	9.7	10.9	13.7	15.1	24.2	24.3	22.8	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	21.9	17.7	10.7	8.4
2006	6.9	8.2	11.7	14.9	19.2	22.3	25.8	25.8	-	-	-	-

Fonte: Centro de Geofísica de Évora

Quadro 3 – Características físicas e químicas dos locais dos ensaios.

Prof. (cm)	Areia (g kg ⁻¹)	Limo (g kg ⁻¹)	argila (g kg ⁻¹)	Densidade aparente	Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)
0 – 20	722	123	155	1.31	9.7	6.15	4.60
20 – 40	625	131	244	1.16	5.6	6.51	4.41
40 - 70	636	142	222	1.24	3.7	6.95	4.55

sulfonilureia (Tribenurão – metilo 75%) para o controlo das infestantes dicotiledóneas.

Os ensaios foram delineados em blocos casualizados, estando os tratamentos em combinação factorial. O número de repetições era de quatro e cada talhão tinha uma área de 30m² (3m x 10m) a que correspondeu uma área total de cada ensaio de 1440m². Os tratamentos foram os seguintes:

Doses de herbicida: D0 – controlo; D1 – 1 l ha⁻¹; D2 – 1.5 l ha⁻¹ e D3 – 2 l ha⁻¹.

Volumes de calda: V1 – 100 l ha⁻¹; V2 – 200 l ha⁻¹ e V3 – 300 l ha⁻¹.

Épocas de tratamento: 1^a – início do

afilhamento das infestantes e 2^a – afilhamento completo das infestantes.

A cultura do trigo foi estabelecida através de sementeira directa, de meados de Outubro a meados de Novembro. A rotação praticada era Ervilha forrageira → Trigo → Trigo. O controlo de infestantes em pré-sementeira foi efectuado através da aplicação de um herbicida total, sistémico e não residual, no caso o glifosato.

Os talhões foram pulverizados com um equipamento próprio para ensaios, equipado com bicos de fenda (110°-12), quando aproximadamente 90% das infestantes

estavam na fase do início do afilhamento (1ª época de aplicação) e quando cerca de 90 % das infestantes estavam na fase de afilhamento completo (2ª época de aplicação). As pressões e as velocidades de avanço utilizadas foram função dos volumes de água utilizados. As infestantes foram contadas duas vezes em cada ano, mas não foram removidas. A primeira contagem teve lugar imediatamente antes do tratamento e a segunda contagem cerca de dois meses depois do tratamento, em caixilhos de 50cm x 50cm (um por talhão) colocados em todos os talhões e na parte central destes.

A eficiência dos diferentes tratamentos é expressa como a percentagem de infestantes controladas e pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$Ef = 100 - ((C2 - d)/C1) * 100$$

Onde **Ef** é a eficiência do tratamento (%), **C1** o número de infestantes por m² contadas antes do tratamento, **C2** o número de infestantes por m², contadas depois do tratamento e **d** a diferença no número de infestantes por m² contadas nos talhões testemunha (reinfestação).

Na 1ª época de aplicação (início do afilhamento das infestantes) o valor médio de **d** foi de 16.5 plantas m⁻² para a *Avena* e de 2.9 plantas m⁻² para o *Lolium*. Na 2ª época de aplicação (afilhamento completo das infestantes) o valor médio de **d** foi de 3 plantas m⁻² para a *Avena* e 1.5 plantas m⁻² para o *Lolium*.

O trigo foi semeado com uma densidade entre 160 e 180 kg ha⁻¹ e a fertilização em N, P e K foi aplicada de acordo com as recomendações, para manter o nível de fertilidade.

Em cada um dos anos de ensaio, a área colhida correspondeu a 15m² da parte central de cada talhão para evitar o efeito de bordadura, usando-se para tal, uma ceifeira debulhadora própria para ensaios. A produção

de grão por unidade de área foi determinada directamente, depois da correcção da humidade. O tratamento estatístico consistiu na análise de variância que se aplicou aos diferentes parâmetros estudados, sendo feita de acordo com o delineamento experimental do ensaio. A separação de médias foi efectuada sempre que o teste F revelou uma probabilidade do erro justificar diferença, menor ou igual a 5 % ($p \leq 5\%$), pelo teste de separação múltipla de médias de Duncan. O programa estatístico utilizado foi o MSTAT-C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à eficiência do controlo da *Avena sterilis* L., apenas a dose de herbicida revelou efeito significativo (Quadro 4). Em termos médios, a dose D2 (1.5 l ha⁻¹), que é metade da dose máxima recomendada, não diferiu significativamente da dose D3 (2 l ha⁻¹), e conduziu a níveis de eficiência de aproximadamente 95 %. Existiu uma sugestão de interacção entre a dose de herbicida e o volume de calda, verificando-se que quanto menor a dose, mais importante se tornou a redução do volume de calda, sugerindo assim, que a concentração afecta a eficiência do herbicida. Existiu igualmente uma sugestão de interacção entre a dose de herbicida e a época de aplicação, verificando-se que a antecipação da aplicação parece ser mais favorável para as doses de herbicida mais reduzidas.

Relativamente à eficiência do controlo do *Lolium rigidum* G. verificou-se um efeito significativo da dose de herbicida e do volume de calda aplicado (Quadro 5). O efeito da dose foi idêntico ao verificado para o controlo da *Avena sterilis* L., ou seja, a dose D2 não diferiu significativamente da dose D3. O aumento do volume de calda fez diminuir a eficiência do herbicida, não havendo neste caso, nenhuma sugestão de interacção entre os dois factores,

Quadro 4 – Efeito das doses de herbicida e dos volumes de aplicação na eficiência (%) do controlo da *Avena sterilis* L., para as duas épocas de tratamento (média dos três anos).

Épocas de tratamento	Doses	Volumes			
		V1	V2	V3	Média
1ª	D1	97.9	91.3	86.4	91.8
	D2	98.5	98.0	94.2	96.9
	D3	96.2	93.7	95.7	95.2
	Média	97.5	94.3	92.0	94.6
2ª	D1	88.2	85.1	84.9	86.1
	D2	93.3	93.0	91.3	92.5
	D3	94.4	93.8	91.7	93.3
	Média	91.9	90.6	89.3	90.6
Média	D1	93.0	88.2	85.6	88.9b
	D2	95.9	95.5	92.7	94.7a
	D3	95.3	93.8	93.7	94.2a
	Média	94.7	92.5	90.7	

Os valores seguidos pela mesma letra ou letras não são significativamente diferentes para um nível de 5% (Teste de separação múltipla de médias de Duncan).

Quadro 5 – Efeito das doses de herbicida e dos volumes de aplicação na eficiência (%) do controlo do *Lolium rigidum* G., para as duas épocas de tratamento (média dos três anos).

Épocas de tratamento	Doses	Volumes			
		V1	V2	V3	Média
1ª	D1	95.2	91.9	87.3	91.4
	D2	96.2	95.5	92.2	94.6
	D3	97.7	94.1	91.8	94.5
	Média	96.4	93.8	90.4	93.5
2ª	D1	85.9	88.1	85.3	86.4
	D2	94.2	94.2	84.6	90.5
	D3	96.3	94.3	92.5	94.3
	Média	92.2	92.3	87.4	91.0
Média	D1	90.6	90.0	86.3	88.9b
	D2	95.2	94.9	88.4	92.8ab
	D3	97.0	94.2	92.1	94.4a
	Média	94.3a	93.0a	88.9b	

Os valores seguidos pela mesma letra ou letras não são significativamente diferentes para um nível de 5% (Teste de separação múltipla de médias de Duncan).

ou seja, a perda de eficiência resultante da utilização do volume de calda mais elevado (300 l ha⁻¹) foi idêntica nas três doses de herbicida testadas. Existe, à semelhança do que se tinha verificado para a *Avena sterilis* L., uma sugestão de interacção entre a dose e a época de aplicação, em que a antecipação desta

Quadro 6 – Efeito das doses de herbicida e dos volumes de aplicação na produção de grão (g m⁻²) para as duas épocas de tratamento (média dos três anos).

Épocas de tratamento	Doses	Volumes			
		V1	V2	V3	Média
1ª	D0	136.8	136.8	136.8	136.8d
	D1	317.5	309.4	307.5	311.4a
	D2	322.3	324.2	311.8	319.4a
	D3	312.1	346.4	329.1	329.2a
	Média	272.1	279.2	271.3	274.2a
2ª	D0	99.4	99.4	99.4	99.4e
	D1	210.8	225.3	215.7	217.3bc
	D2	220.0	196.5	195.3	203.9c
	D3	245.5	232.4	235.1	237.7b
	Média	193.9	188.4	186.4	189.6b
Média	D0	118.1	118.1	118.1	118.1c
	D1	264.1	267.3	261.6	264.4b
	D2	271.1	260.3	253.6	261.7b
	D3	278.8	289.4	282.1	283.4a
	Média	233.0	233.8	228.4	

Os valores seguidos pela mesma letra ou letras não são significativamente diferentes para um nível de 5% (Teste de separação múltipla de médias de Duncan).

parece ser mais vantajosa nas doses mais reduzidas.

No que respeita à produção de grão na cultura, verificou-se um efeito significativo da dose de herbicida, da época de aplicação e da interacção entre estes dois factores (Quadro 6). Em termos médios, a dose D3, mais próxima da recomendada pelo fabricante, conduziu a um aumento significativo na produção da cultura. No entanto, analisando a interacção entre a dose de herbicida e a época de aplicação, verifica-se que para a 1ª época não existiram diferenças significativas da produção entre as doses testadas. Assim, a antecipação da época de aplicação não só permitiu aumentar, de forma significativa, a produção da cultura como também permitiu reduzir a dose de herbicida a utilizar. O aumento da produção de grão terá resultado do facto de se ter libertado a cultura da competição das infestantes numa fase mais precoce do seu ciclo e, a possibilidade da redução da dose, resultará da menor idade das infestantes à data do tratamento.

Os resultados obtidos nestes ensaios parecem estar de acordo com os conseguidos por Lundkvist, (1997), Fernandez-Quintanilla *et al.* (1998), Navarrete *et al.* (2000) e Zhang *et al.* (2000), os quais demonstraram haver um controlo bastante satisfatório de infestantes e consequentemente uma boa produção das culturas, mesmo utilizando-se doses de herbicida inferiores às recomendadas pelos fabricantes dos produtos. Também O'Donovan *et al.*, (1985), referem ser a remoção precoce das infestantes, importante para evitar reduções na produção das culturas.

CONCLUSÕES

1. A antecipação do tratamento permite aumentar a eficiência no controlo das infestantes *Avena sterilis* L. e *Lolium rigidum* G., mesmo utilizando-se doses de herbicida e volumes de calda inferiores aos recomendados pelo fabricante.

2. A maior eficiência no controlo das infestantes e o menor período de competição entre estas e a cultura conduzem a maiores produções de grão quando o tratamento é realizado numa fase mais temporã do desenvolvimento das infestantes.

3. A aplicação do herbicida numa fase mais precoce do desenvolvimento das infestantes, permite reduzir a aproximadamente metade, a dose de herbicida e o volume de calda em relação ao recomendado, mantendo a produção potencial da cultura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade de Évora e à Bayer Crop Science o apoio dado e que possibilitou a realização dos ensaios, a partir dos quais, resultou o presente trabalho científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boström, U. & Fogelfors, H. (2002) - Response of weeds and crop yield to herbicide dose decision – support guidelines. *Weed Science* 50: 186-195. Centro de Geofísica de Évora. Universidade de Évora, Portugal.
- Fernandez-Quintanilla, C., Gonzalez Andujar, J.L. Gonzalez Ponce, R., de Lucas, C., Navarrete, L., Recasens, J., Sanchez Del Arco, M.J., Taberner, A., Tiebas, M.A. & Torner C. (1998) - Using the low rate concept for control of grass weeds in cereals under Mediterranean conditions. *In: Proceedings of the 6th EWRS Mediterranean Symposium*. Montpellier, pp. 353-359.
- Gill, K.S. & Arshad, M.A. (1995) - Weed flora in the early growth period of spring crops under conventional, reduced and zero tillage systems on a clay soil in northern Alberta, Canada. *Soil Tillage Research* 33: 65-79.
- Jensen, P.K. (1995) - Effect of light environment during soil disturbance on germination and emergence pattern of weeds. *Ann. Applied Biology* 127: 561-571.
- Lundkvist, A. (1997) - Influence of weather on the efficacy of dichlorprop-P/MCPA and tribenuron-methyl. *Weed Research* 37: 361-371.
- Matteson, P.C. (1995) - The 50 % pesticide cuts in Europe: a glimpse of our future? *Am. Entomology* 41: 210-220.
- Navarrete, L.; Sánchez Del Arco, M.J.; González Ponce, R.; Taberner, A.; Tiebas, M.A. (2000) - Curvas de dosis respuesta para avena loca y vallico en cultivos de cebada de invierno. *In: XIX Reunión Anual del Grupo de Trabajo Malas Hierbas y Herbicidas*. Oviedo, pp. 50-53.
- O'Donovan, J.T.; Remy, A. De St.; O'Sullivan, P.A.; Dew, D.A & Sharma, K.A. (1985) - Influence of the relative time of emergence of wild oat (*Avena fatua*) on yield loss of barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Science* 33: 498-503.
- Streit, B.; Rieger, S.B.; Stamp, P. & Richner, W. (2002) - The effect of tillage intensity and time of herbicide application on weed communities and populations in maize in central Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 92: 211-224.
- Zanin, G.; Otto, S.; Riello, L. & Borin, M. (1997) - Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 66: 177-188.
- Zhang, J.; Weaver, S.E. & Hamill, A.S. (2000) - Risks and reliability of using herbicides at below-labeled doses. *Weed Technology* 14: 106-115.