

# Alternância de herbicidas no controlo de infestantes do trigo



José F. C. Barros\*  
José Coutinho\*\*, Armindo Costa\*\*

\*Departamento de Fitotecnia, Escola de Ciências e Tecnologia, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Instituto de Investigação e Formação Avançada (IIFA), Universidade de Évora, Núcleo da Mitra, 7002-554 Évora, Portugal. E-mail: jfcb@uevora.pt.

\*\* Instituto Nacional de Investigação Agrária (INIAV) – Pólo de Elvas.

## Resumo

No ano agrícola de 2016/2017, realizou-se um ensaio de campo na Estação de Melhoramento de Plantas (Elvas), onde se estudou o efeito de vários herbicidas no controlo de infestantes em pré e pós-emergência na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.). O tratamento T1 (testemunha), foi o que menos grão e matéria seca total (grão + palha) produziu por unidade de área, consequência da maior competição com as infestantes, enquanto o tratamento 7 (Mesossulfurão-metilo + Propoxycarbazono-sódio + Mefenpir-Dietilo - WG (0,33 kg/ha) – pós-emergência (início do afilhamento) + 2,4 - Acido Diclorofenoxiacético + Bromoxinil octanoato (1 L/ha) – pós-emergência (início do afilhamento) + Biopower (0,6 L/ha) – pós-emergência (início do afilhamento), foi o que obteve uma maior produção de grão e de matéria seca total por unidade de área. No entanto, as diferenças na produtividade da cultura não foram significativas, entre os diferentes tratamentos.

## Introdução

A resistência adquirida aos herbicidas é um problema bastante grave, com o qual o agricultor está confrontado recentemente, sendo uma futura e crescente ameaça para a agricultura. A resistência a um herbicida pode ser definida como a capacidade hereditária, que uma determinada população de infestantes susceptíveis tem de resistir à aplicação desse herbicida, quando o mesmo é usado na dose recomendada e conseguir completar o seu ciclo de vida. Assim, quando se aplicam os mesmos herbicidas ou herbicidas diferentes, mas com o mesmo modo de ação, repetidamente ao longo do tempo, está a exercer-se uma pressão de seleção. As infestantes que sobrevivem a um determinado herbicida, constituirão um biótipo resistente, produzindo descendentes com carga genética semelhante, ou seja, também resistentes a esse herbicida, os quais poderão ao longo do tempo, constituir uma população superior à população susceptível. Muitos casos de resistências aos herbicidas têm sido relatados em todo o Mundo e atualmente, existem mais de 400 biótipos de infestantes mono e dicotiledóneas (folha estreita e folha larga), que apresentam resistência a um ou mais mecanismos herbicidas, tendo havido nos últimos anos, um crescente número de biótipos resistentes para os herbicidas dos grupos das sulfonilureias, que são inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS),



Fig. 1. Aspeto geral do ensaio

consequência da sua grande utilização em grandes áreas. Fazem parte deste grupo químico, o iodossulfurão-metilo-sódio, o amidossulfurão, o mesossulfurão-metilo, etc., as quais são exemplos de substâncias ativas de herbicidas comercialmente designados por Atlantis® (mesossulfurão-metilo+iodossulfurão-metilo-sódio), Hussar® (iodossulfurão-metilo-sódio), Pacífica Plus® (mesossulfurão-metilo+iodossulfurão-metilo-sódio+amidossulfurão), entre outros.

Para evitar este fenómeno de resistência aos herbicidas, devem considerar-se as práticas culturais mais adequadas de modo a reduzir-se a densidade das infestantes, como sejam: alternar o controlo mecânico com o controlo químico de infestantes, quando isso seja possível, escolher as variedades adequadas, optar pela melhor época de sementeira, aplicar a densidade de sementeira recomendada, etc. Outro aspecto muito importante é a realização de rotações de culturas, principalmente entre diferentes culturas de outono-inverno e primavera-verão, sendo esta, a maneira mais eficaz e sustentável de praticar a gestão integrada das infestantes resistentes. Por último, é de extrema importância diversificar o uso de herbicidas, alternando herbicidas com diferentes modos de ação, ou mesmo, misturar herbicidas com diferentes modos de ação contra as infestantes mais difíceis de controlar.

Foi objetivo deste trabalho, o estudo da eficácia no controlo do *Lolium* e de infestantes de folha larga e, na produtividade da cultura do trigo mole (*Triticum aestivum* L.), de herbicidas com diferentes modos de ação, aplicados em pré e pós-emergência, de modo a poderem ser considerados como alternativas eficazes no controlo de infestantes, nesta cultura. As substâncias ativas estudadas foram:

**Diflufenicão** – é um herbicida seletivo e de contato, que pertence ao grupo químico das carboxamidas, usado no controlo de algumas infestantes gramíneas (monocotiledóneas) e muitas infestantes de folha larga (dicotiledóneas), em trigo, cevada centeio e tritcale. Este herbicida atua como residual e foliar, podendo ser aplicado em pré-emergência e em pós-emergência precoce. Inibe a biossíntese dos carotenóides, impedindo a fotossíntese e consequentemente conduzindo à morte das plantas. Para um maior espectro de ação, o diflufenicão pode ser usado em combinação com outras substâncias ativas, como o flufenacete, a pendimetalina, o iodossulfurão-metilo-sódio, etc.

**Flufenacete** – pertence à família química das oxiacetamidas, podendo ser aplicado em pré-emergência ou em pós-emergência precoce. É residual, foliar, seletivo e sistémico, sendo transportado nos apoplastos. Afeta as membranas celulares dos tecidos meristemáticos nas infestantes gramíneas, interferindo com a seletividade e a permeabilidade das membranas, o que impede a divisão celular. O Flufenacete tem um largo espectro de ação nas infestantes gramíneas anuais e controla algumas infestantes de folha larga (dicotiledóneas). Para aumentar o seu espectro de ação poderá ser misturado com outras substâncias químicas como o diflufenicão, a pendimetalina, a metribuzina, etc.

**Metribuzina** – é um herbicida que pertence à classe química das triazinas, sendo seletivo e residual, podendo ser aplicado ao solo como pré-emergente ou em pós-emergência precoce às folhas das infestantes. Está indicado para controlar infestantes gramíneas anuais

(monocotiledóneas) e infestantes de folha larga (dicotiledóneas). É absorvido pelas raízes, mas também pelas folhas, embora em menor extensão, sendo translocado no xilema até às folhas, onde tem o seu efeito. O seu modo de ação é através da inibição do fotossistema II da fotossíntese. Pode ser aplicado em culturas como a cevada, o trigo, o tomate, etc. Pode ser misturado com outros herbicidas como o Flufenacete, de modo a aumentar o seu espectro de ação.

**Mesossulfurão-metilo** – É um herbicida seletivo e sistémico de pós-emergência, pertencendo ao grupo das sulfonilureias. É usado para controlo de infestantes mono e dicotiledóneas em trigo, triticale e centeio. Move-se no floema e no xilema das plantas, causando a inibição da síntese dos aminoácidos, leucina, isoleucina e valina, através da inibição da enzima acetolactato sintase (ALS), interrompendo a síntese das proteínas, o que por sua vez interfere na síntese do ADN e no crescimento das células. Pode ser combinado com outras substâncias ativas, como por exemplo o iodossulfurão-metilo-sódio e o amidossulfurão.

**Iodossulfurão-metilo-sódio** – Tal como o mesossulfurão-metilo é um herbicida seletivo e sistémico de pós-emergência, pertencendo ao grupo das sulfonilureias, tendo um modo de ação idêntico a este. Pode ser combinado com outras substâncias ativas, como por exemplo o mesossulfurão-metilo e o amidossulfurão para aumentar o espectro de ação.

**Propoxicarbazono-sódio** – pertence à classe química das sulfonilaminocarbonil-triazolinonas e é um herbicida seletivo e sistémico para controlar infestantes mono e dicotiledóneas em pós-emergência no trigo, como por exemplo o bromus, a mostarda, a rabo-de-raposa, etc. Atua como inibidor da enzima acetolactato sintase (ALS).

**Bromoxinil octanoato** – É um herbicida hidroxibenzonitrilo usado para aplicação em pós-emergência no controlo de infestantes dicotiledóneas em cereais de outono-inverno, milho, sorgo, etc. É um herbicida de contato e foliar atuando através da inibição da fotossíntese. Pode ser combinado com outros herbicidas para aumentar o seu espectro de ação, como por exemplo com o 2,4 D (ácido diclorofenoxiacético).

**2,4- Ácido diclorofenoxiacético** – é um herbicida sistémico de absorção foliar, derivado do ácido ariloxialcanóico que afeta o desenvolvimento celular. É aplicado para controlo em pós-emergência de infestantes de folha larga (dicotiledóneas) em cereais de outono-inverno (centeio, trigo e cevada), milho e sorgo. Tal como o bromoxinil octanoato, as infestantes gramíneas, são resistentes a este herbicida.

**Mefenepir-dietilo** – é usado como um herbicida “safener” em combinação com outros herbicidas em cereais, de modo a aumentar a seletividade dos herbicidas entre as culturas e as espécies infestantes. É usado como “safener” em combinação com o fenoxaprope-*p*-etilo, iodossulfurão-metilo-sódio e mesossulfurão-metilo.

**Biopower** – (Sulfato de Éter Alquílico) é um surfactante aniónico usado para aumentar a eficácia de herbicidas de aplicação foliar e outros produtos fitofarmacêuticos, através da redução da tensão superficial em sistemas aquosos.

## Material e métodos

No ano agrícola de 2016/2017 foi levado a cabo um ensaio, com o objetivo de estudar o efeito de diversos herbicidas no controlo de infestantes em pós-emergência na cultura do trigo mole (*Triticum aestivum* L.). Este ensaio teve lugar numa folha, pertencente ao INIAV (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária) na Estação de Melhoramento de Plantas de Elvas.

O trigo utilizado no ensaio foi o Nabão que é uma variedade de trigo mole de ciclo semi-precoce.

O solo onde foi instalado o ensaio está cartografado na carta de Solos de Portugal, como um Bpc (Barros Pretos, Calcários, Muito Descarboxilados, de dioritos ou gabros ou outras rochas eruptivas ou cristalofílicas básicas, associados a calcário friável), apresentando

uma profundidade de cerca de 75 cm, textura argilosa em todo o seu perfil, um pH de 7,8 e um teor de matéria orgânica de 1,8 % no horizonte superficial.

A sementeira da cultura foi efetuada em finais de Dezembro, tendo-se realizado simultaneamente a adubação de fundo, com a aplicação de 200 kg/ha do adubo ternário 20-08-10. Devido à baixa precipitação ocorrida neste ano agrícola, nomeadamente durante o ciclo da cultura, apenas se realizou uma adubação de cobertura, quando o trigo se encontrava na fase de desenvolvimento de 4 folhas abertas (estádio 14 da escala de Zadoks), tendo-se aplicado cerca de 40 unidades de azoto. O controlo de infestantes em pré-sementeira foi levado a cabo com uma passagem de vibrocultor, tendo-se efetuado a preparação da cama da semente com duas passagens de grade de discos. A aplicação dos herbicidas, foram levados a cabo por um



Fig. 2. Pulverizador de pressão de jato projetado utilizado no ensaio

pulverizador próprio para ensaios (Figura 2).

A dimensão dos talhões foi de 10 m x 3 m e a colheita foi realizada por uma ceifeira-debulhadora própria para ensaios, com uma largura de trabalho de 1,35 m, tendo a área útil de colheita em cada talhão, sido de 13,5 m<sup>2</sup>. A produção de grão por unidade de área foi determinada diretamente, depois da correção da humidade.

O ensaio foi delineado em blocos casualizados, estando os tratamentos em combinação fatorial e o número de repetições, foi de quatro.

## Tratamentos

**Tratamento 1 (T1)** – Testemunha

**Tratamento 2 (T2)**

- Diflufenicão (DFF)
- Flufenacete (FFA)
- Metribuzina (MRB)
- DFF + FFA + MRB (0,58 L/ha) – Pré-emergência

**Tratamento 3 (T3)**

- Diflufenicão (DFF)
- Flufenacete (FFA)
- Metribuzina (MRB)
- DFF + FFA + MRB (0,7 L/ha) – Pós-emergência (2 folhas)

**Tratamento 4 (T4)**

- DFF + FFA + MRB (0,58 L/ha) – pré-emergência
- MONOLITH -WG (0,33 kg/ha) – pós-emergência (início do afilhamento)
- BIOPOWER (0,6 L/ha) – pós-emergência (início do afilhamento)
- MONOLITH (Mesossulfurão-metilo+Propoxicarbazono-sódio+Mefenepir-dietilo)

**Tratamento 5 (T5)**

- PACIFICA PLUS® (Amidossulfurão + Iodossulfurão-metilo-sódio + Mesossulfurão-metilo + Mefenepir-dietilo - WG (0,3 kg/ha) – pós-emergência (início do afilhamento)
- BIOPOWER (0,6 L/ha) – pós-emergência (início do afilhamento)

**Tratamento 6 (T6)**

- PACIFICA PLUS® (Amidossulfurão + Iodossulfurão-metilo-sódio + Mesossulfurão-metilo + Mefenepir-dietilo - WG (0,5 kg/ha) – pós-emergência (início do afilhamento)
- BIOPOWER (0,6 L/ha) – pós-emergência (início do afilhamento)

**Tratamento 7 (T7)**

- MONOLITH (Mesossulfurão-metilo + Propoxicarbazono-sódio + Mefenepir-Dietilo WG (0,33 kg/ha) – pós-emergência (início do afilhamento)
- BUCTRIL U® (2,4- Ácido Diclorofenoxiacético + Bromoxinil octanoato (1 L/ha) – pós-emergência (início do afilhamento)
- BIOPOWER (0,6 L/ha) – pós-emergência (início do afilhamento)



## Resultados e discussão



Fig. 3. Tratamento Testemunha

### Tratamento 1 - Testemunha (T1)

Cerca de 75% da flora infestante era constituída pela *Sinapis arvensis* L. (mostarda-dos-campos), *Calendula arvensis* L. (erva-vaqueira) e *Convolvulus arvensis* L. (corriola). Aproximadamente 15% era *Cynodon dactylon* L. (grama) e *Cyperus esculentus* L. (junça). Os outros 10% compreendiam as dicotiledóneas: *Centaurea melitensis* L. (beija-mão), *Picris echioides* L. (raspa-saias), *Chenopodium album* L. (catassol), *Galium aparine* L. (amor-de-hortelão), *Sonchus asper* (L.) Hill (serralha-áspera), *Lactuca serriola* L. (alface-brava-menor) e cardo-de-ouro (*Scolymus hispanicus* L.). Com uma população muito reduzida (cerca de 1% ou menos) estavam presentes o *Bromus spp.* (bromus) e a *Avena sterilis* L. (balanco-maior).



Fig. 4. Tratamento 2

### Tratamento 2 (T2)

DIFLUFENICÃO + FLUFENACETE + METRIBUZINA (0,58 L/ha) – Pré-emergência

Este tratamento não controlou ou controlou mal, a *Convolvulus arvensis* L. (corriola), a *Sonchus asper* (L.) Hill (serralha-áspera), a *Cyperus esculentus* L. (junça), a *Cynodon dactylon* L. (grama), a *Centaurea melitensis* L. (beija-mão) a *Calendula arvensis* L. (erva-vaqueira), a *Avena sterilis* L. (balanco-maior) e o *Bromus spp.* (bromus). Controlou bem a *Sinapis arvensis* L. (mostarda-dos-campos), o *Chenopodium album* L. (catassol) e a *Picris echioides* L. (raspa-saias).



Fig. 5. Tratamento 3

### Tratamento 3 (T3)

DIFLUFENICÃO + FLUFENACETE + METRIBUZINA (0,7 L/ha) – pós-emergência (2 folhas)

Este tratamento controlou bem a *Sinapis arvensis* L. (mostarda-dos-campos), a *Lactuca serriola* L. (alface-brava-menor), o *Chenopodium album* L. (catassol) e a *Avena sterilis* L. (balanco-maior). Não controlou ou controlou mal, a *Calendula arvensis* L. (erva-vaqueira), a *Convolvulus arvensis* L. (corriola), a *Cynodon dactylon* L. (grama), a *Cyperus esculentus* L. (junça), a *Sonchus asper* (L.) Hill (serralha-áspera) e a *Centaurea melitensis* L. (beija-mão).



Fig. 6. Tratamento 4

### Tratamento 4 (T4)

- DIFLUFENICÃO + FLUFENACETE + METRIBUZINA (0,58 L/ha) – pré-emergência.  
- M E S O S S U L F U R Ã O - METILO+PROPOXICARBAZONO-SODIO+MEFENEPIR-DIETILO - WG (0,33 kg/ha) – pós-emergência (início do afilhamento).  
- BIOPOWER (0,6 L/ha) – pós-emergência (início do afilhamento).

Este tratamento controlou bem a *Sinapis arvensis* L. (mostarda-dos-campos), a *Picris echioides* L. (raspa-saias), a *Sonchus asper* (L.) Hill (serralha-áspera), a *Avena sterilis* L. (balanco-maior) e o *Bromus spp.* (bromus). Controlou mal ou não controlou, a *Calendula arvensis* L. (erva-vaqueira), a *Convolvulus arvensis* L. (corriola), a *Cynodon dactylon* L. (grama), a *Cyperus esculentus* L. (junça) e o cardo-de-ouro (*Scolymus hispanicus* L.).



Fig. 7. Tratamento 5

### Tratamento 5 (T5)

- PACÍFICA PLUS® (0,3 kg/ha) – pós-emergência (início do afilhamento).  
- BIOPOWER (0,6 L/ha) – pós-emergência (início do afilhamento).

Este tratamento controlou quase todas as dicotiledóneas presentes, nomeadamente a *Sinapis arvensis* L. (mostarda-dos-campos), a *Picris echioides* L. (raspa-saias), a *Calendula arvensis* L. (erva-vaqueira), a *Sonchus asper* (L.) Hill (serralha-áspera), a *Lactuca serriola* L. (alface-brava-menor) e o *Chenopodium album* L. (catassol). Controlou mal a *Convolvulus arvensis* L. (corriola) e não controlou o cardo-de-ouro (*Scolymus hispanicus* L.).



Fig. 8. Tratamento 6

### Tratamento 6 (T6)

- PACÍFICA PLUS® (0,5 kg/ha) – pós-emergência (início do afilhamento).  
- BIOPOWER (0,6 L/ha) – pós-emergência (início do afilhamento).

Tal como o anterior, este tratamento controlou bem quase todas as dicotiledóneas presentes, sendo exceção o cardo-de-ouro (*Scolymus hispanicus* L.). Controlou alguma *Convolvulus arvensis* L. (corriola), não obstante alguma dela ter emergido após a aplicação do herbicida. Controlou bem o *Bromus spp.* (Bromus), mas controlou mal a *Cynodon dactylon* L. (grama) e a *Cyperus esculentus* L. (junça), apesar de algumas destas infestantes, também terem emergido após a aplicação do herbicida.



Fig. 9. Tratamento 7

### Tratamento 7 (T7)

- MONOLITH WG (0,33 kg/ha) – pós-emergência (início do afilhamento)  
- BUCTRIL U® (1 L/ha) – pós-emergência (início do afilhamento)  
- BIOPOWER (0,6 L/ha) – pós-emergência (início do afilhamento)

Este tratamento controlou praticamente todas as infestantes dicotiledóneas presentes. Pela observação visual, constatou-se que este tratamento terá tido uma boa eficácia no controlo da *Convolvulus arvensis* L. (corriola). Relativamente à grama, toda ela emergiu após a aplicação dos herbicidas. No que concerne à junça, também grande parte dela emergiu após a realização do tratamento.

## Produção de grão e de matéria seca

O Quadro 1 mostra que o tratamento testemunha (T1) foi o que menos produziu, consequência da maior competição das infestantes com a cultura. Inversamente, o tratamento 7, foi o que mais grão e matéria seca total obteve, não sendo no entanto, a diferença significativa relativamente aos outros tratamentos.

Quadro 1. Produção de grão e de matéria seca total (média das repetições)

Tratamento	Produção de grão (kg/ha)	Produção de matéria seca total (kg/ha)
Tratamento 1	2296,7	5260,0
Tratamento 2	2643,8	6130,6
Tratamento 3	2816,0	7130,3
Tratamento 4	2674,5	6540,0
Tratamento 5	2800,0	6760,7
Tratamento 6	2774,8	6630,0
Tratamento 7	3117,5	7740,3

## Conclusão

Pelos resultados obtidos e tendo em conta as condições em que se realizou este ensaio, no qual não se verificou a presença de *Lolium*, poder-se-á afirmar, que é possível alternar herbicidas com modos de ação diferentes, no controlo de infestantes na cultura do trigo, sem afetar significativamente a produtividade da cultura. Este facto será fundamental para evitar problemas de resistência das infestantes aos herbicidas, não excluindo obviamente todas as outras práticas culturais anteriormente mencionadas.