

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**CONTROLO DE INFESTANTES MONOCOTILEDÓNEAS
COM DIFERENTES DOSES DE HERBICIDAS EM PÓS-
EMERGÊNCIA DE TRIGO MOLE (*Triticum aestivum* L.)
DE SEMENTEIRA DIRECTA**

Dissertação de Mestrado apresentada por:

Maria Rita Rôlo Ferreira de Almeida

Orientador: Prof. JOSÉ MANUEL GODINHO CALADO

Évora

2010

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**CONTROLO DE INFESTANTES MONOCOTILEDÓNEAS
COM DIFERENTES DOSES DE HERBICIDAS EM PÓS-
EMERGÊNCIA DE TRIGO MOLE (*Triticum aestivum* L.)
DE SEMENTEIRA DIRECTA**

Dissertação de Mestrado apresentada por:

Maria Rita Rôlo Ferreira de Almeida



Orientador: Prof. JOSÉ MANUEL GODINHO CALADO

171 398

Évora

2010

AGRADECIMENTOS

Aos meus Pais e Avó Maria Rita, por todo o apoio e incentivo ao longo de todo este tempo.

Ao meu orientador, o Professor José Manuel Godinho Calado, pela orientação deste trabalho, pela incansável disponibilidade, pelos ensinamentos e amizade, sem os quais a realização deste trabalho não teria sido possível.

Ao Professor José Calado Barros pela sua atitude enquanto docente e por todos os esclarecimentos e apoio que sempre prestou, contribuindo para a minha formação e para a elaboração deste trabalho.

Ao Professor Ricardo Freixial por ter possibilitado a realização dos ensaios.

Ao Professor Ricardo e Isabel Mira pela enorme amizade, por todo o apoio na minha formação pessoal e académica ao longo dos anos.

Aos colaboradores do Departamento de Fitotecnia por toda a ajuda prestada.

A todos os meus colegas e amigos que, directamente ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho. Um agradecimento especial aos meus amigos, Filipa Vicente, minha colega de estágio, à Ana Ferreira, Diana Oliveira e Silva, António Macedo e José Miguel Coelho.

A todos,

Obrigada,

ÍNDICE

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
ÍNDICE DE QUADROS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
1. INTRODUÇÃO	1
2. TRIGO MOLE	3
2.1. Descrição Botânica	4
2.2. Desenvolvimento no contexto socio-económico em Portugal	6
2.3. Técnicas culturais utilizadas na cultura	10
2.3.1 Mobilização do solo	10
2.3.1.1. Sistema de mobilização tradicional	11
2.3.1.2. Sistemas de mobilização de conservação	12
2.3.2. Adubação	14
2.3.3. Monda	17
2.4. Enquadramento da cultura na agricultura de conservação	21
3. PLANTAS INFESTANTES	24
3.1. Definição de planta infestante	24
3.2. Competição das plantas infestantes e a cultura do trigo	27
3.2.1. Condicionantes da competição (características das plantas relativas à capacidade competitiva)	28
3.2.2. Consequências da competição	33
3.3. Plantas infestantes dominantes na cultura do trigo em Portugal	37

3.3.1. Infestantes da classe Monocotiledónea.....	38
3.3.1.1. <i>Lolium rigidum</i> Gaud.	39
3.3.1.2. <i>Avena</i> L.	40
3.3.1.3. <i>Phalaris</i> L.	41
3.3.1.4. <i>Bromus</i> sp.	42
3.3.2. <i>Juncus bufonius</i> L.	43
3.3.3. Outras espécies infestantes com importância na cultura do trigo	43
3.4. CONTROLO DAS PLANTAS INFESTANTES	47
3.4.1. Meios de luta utilizados.....	47
3.4.1.1. Meios Físicos.....	48
3.4.1.2. Meios Químicos.....	49
3.4.1.3. Meios Biológicos	53
3.4.1.4. Meios Genéticos	55
3.4.2. Importância do controlo em sistemas de baixo de custo	57
3.4.3. Utilização de herbicidas	60
3.4.3.1. Aplicação em Pré-sementeira.....	60
3.4.3.2. Aplicação em Pós-emergência	63
3.4.3.3. Importância da aplicação de uma dose adequada	69
3.4.3.4. Efeitos de resistência das infestantes aos herbicidas	79
3.5. Preocupações ambientais com a utilização de herbicidas	81
4. MATERIAL E MÉTODOS	83
4.1. Descrição do ensaio	83
4.2. Caracterização climática	83
4.3. Caracterização Edáfica.....	87

4.4. Técnicas culturais.....	88
4.5. Tratamentos e Delineamento Experimental	90
4.6. Observações e Determinações	92
4.7. Tratamento Estatístico.....	94
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	95
5.1. Nível de Infestação	95
5.2. Eficiência do controlo das plantas infestantes	100
5.3. Infestação e Produtividade da cultura.....	104
5.3.1. Controlo da Infestação e produtividade da cultura de trigo.....	104
5.3.2. Relação das Plantas infestantes com a produção de grão de trigo.....	107
5.3.3. Produção relativa de grão de trigo.....	112
6. CONCLUSÕES.....	117
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
ANEXOS.....	143

RESUMO

Neste trabalho estudou-se a eficiência dos herbicidas Herbipec 500 FL (s.a. Clortolurão) e Dopler Super (s.a. Diclofope-Metilo+Fenoxaprope-P-Etilo+Mefenepir-Dietilo) no controlo, em pós-emergência de infestantes Monocotiledóneas, e na produção de grão e suas componentes, na cultura do trigo mole em sementeira directa, combinando doses inferiores às recomendadas pelos fabricantes.

Os ensaios decorreram nos anos agrícolas de 2006/2007 e 2007/2008, na Herdade do Louseiro no concelho de Évora e na Herdade da Revilheira no concelho de Reguengos de Monsaraz, respectivamente. Na experimentação efectuou-se o estudo dos dois herbicidas, com 3 níveis cada, correspondentes a nove tratamentos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições cada.

Verificou-se uma maior eficiência no controlo das plantas infestantes de *Lolium rigidum* Gaud. e de *Juncus bufonius* L. e, conseqüentemente, um maior número de grãos e uma produção de grão de trigo elevada com 2 litros ha⁻¹ de Herbipec 500 FL e 0,5 litro ha⁻¹ de Dopler Super.

Reduced post-emergence herbicide doses to control grass weeds in no-till bread wheat (*Triticum aestivum* L.)

ABSTRACT

The purpose of this work was to study the efficiency of the herbicides Herbipec 500 FL (a.i. chlorotoluron) and Dopler Super (a.i. diclofop-methyl + fenoxaprop-P-ethyl + mefenpyr-diethyl) to control grass weeds at post-emergence in no-till bread wheat and consequently to do the evaluation of potential grain yield combining reduced doses to the recommended ones by the manufacturers.

The trials were carried out over two growing seasons (2006/2007 and 2007/2008) on the farm “Revilheira” and on a private farm “Louseiro”, both in the district of Évora. Trials to study effects of three doses of a two herbicides, with three levels each, corresponding to nine treatments were executed. The experimental design was a randomized block with four replications each.

The results showed a great efficiency and grain yield wheat with the mixture with 2 l ha⁻¹ Herbipec 500 FL and 0,5 l ha⁻¹ Dopler Super to controlling *Lolium* spp. and *Juncus bufonius* L..

ÍNDICE DE QUADROS

4. Material e Métodos

Quadro nº 1 – Temperaturas médias mensais das mínimas, das máximas e das médias do ar (°C) no ano agrícola de 2006/2007 em Reguengos de Monsaraz.....	84
Quadro nº 2 - Precipitação mensal (mm) no ano agrícola de 2006/2007.....	84
Quadro nº 3 – Precipitação média mensal (mm) de 1951 a 1980 (Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Portugal, 1991).....	84
Quadro nº 4 -Precipitação mensal (mm) no ano agrícola de 2007/2008 (Centro de Geofísica de Évora).....	85
Quadro nº 5 – Precipitação média mensal (mm) de 1951 a 1980 (Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Portugal, 1991).....	86
Quadro nº 6 – Temperaturas médias mensais das mínimas, das máximas e das médias do ar (°C) no ano agrícola de 2007/2008 e do período de 1951 a 1980.....	87
Quadro nº 7 - Análise de Solo da parcela onde se instalou o ensaio (Fonte: Euro analyse, AGRO-Systèmes)	88
Quadro nº 8 – Calendário das operações culturais efectuadas nos ensaios realizados em 2006/2007 na Herdade da Revilheira e 2007/2008 na Herdade do Louseiro.....	89
Quadro nº 9 – Tratamentos e respectivas doses dos dois herbicidas aplicados.....	91

5. Análise e Discussão dos Resultados

Quadro 10 – Efeito dos tratamentos em estudo no número de plantas infestantes por metro quadrado registado na segunda leitura realizada ao encanamento do trigo (dois anos de ensaio).....	99
---	----

Quadro 11 – Eficiência do controlo das plantas infestantes (total), Monocotiledóneas e da espécie <i>Lolium rigidum</i> G. verificada, nos tratamentos em estudo, com o herbicida Herbipec 500 FL, em dois anos de ensaios.....	100
Quadro 12 – Eficiência do controlo das plantas infestantes (total), Monocotiledóneas e da espécie <i>Lolium rigidum</i> G. verificada, nos tratamentos em estudo, com o herbicida Dopler Super, em dois anos de ensaios.	101
Quadro 13 – Eficiência do controlo das plantas infestantes (total), Monocotiledóneas e da espécie <i>Lolium rigidum</i> G. verificada, nos tratamentos em estudo, em dois anos de ensaios.....	102
Quadro 14 – Eficiência do controlo da espécie <i>Juncus bufonius</i> L. verificada nos tratamentos em estudo no ano 2007/2008 com aplicação do herbicida Herbipec 500 FL.....	102
Quadro 15 – Eficiência do controlo da espécie <i>Juncus bufonius</i> L. verificada nos tratamentos em estudo no ano 2007/2008.....	103
Quadro nº 16 – Produção de grão de trigo e respectivas componentes verificadas com a utilização do herbicida Herbipec 500 FL no ensaio realizado em dois anos.....	105
Quadro nº 17 – Produção de grão de trigo e respectivas componentes verificadas com a utilização do herbicida Dopler, na mistura dos herbicidas Herbipec 500 FL e Dopler, valores médios de dois anos de ensaios.	105
Quadro nº 18 – Efeito dos tratamentos na produção de grão de trigo e respectivas componentes.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

3. Plantas Infestantes

Fig. 1 - <i>Lolium rigidum</i> Gaud. (erva-febra): a) Planta de <i>Lolium rigidum</i> Gaud.; b) pormenor das aurículas avermelhadas; c) pormenor da espiga da planta.....	39
Fig. 2 - <i>Avena sterilis</i> L. (balanco-maior): a) Planta de <i>Avena sterilis</i> L.; b) planta adulta de <i>Avena sterilis</i> L.;c) pormenor da folha sem aurículas.....	40
Fig. 3 - <i>Phalaris minor</i> Retz.(erva-cabecinha).....	41
Fig. 4 - <i>Bromus rigidus</i> Roth(fura-capá).....	42
Fig. 5 - <i>Juncus bufonius</i> L.: a) Plântula de <i>Juncus bufonius</i> L.; b) planta de <i>Juncus bufonius</i> L.	43
Fig. 6 - <i>Calendula arvensis</i> L.	45
Fig. 7 - <i>Chamaemelum mixtum</i> L.	45
Fig. 8 - <i>Chrysanthemum segetum</i> L.	45
Fig. 9 - <i>Echium plantagineum</i> L.	45
Fig. 10 - <i>Raphanus raphanistrum</i> L. subsp. <i>Raphanistrum</i>	45
Fig. 11 - <i>Sinapis arvensis</i> L.	45
Fig. 12 - <i>Anagallis arvensis</i> L. var. <i>arvensis</i>	46
Fig. 13 - <i>Rumex crispus</i> L.	46
Fig. 14 - <i>Rumex pulcher</i> L.	46
Fig. 15 —Representação teórica do conceito de tempo óptimo de aplicação de tratamentos de pós-emergência (Adaptado de Berti <i>et al.</i> , 1996)	68

4. Material e Métodos

Fig. 16 – Condições termopluviométricas em 2006/2007 e média mensal da precipitação ocorrida no período de 1951 a 1980.	85
Fig. 17 – Condições termopluviométricas em 2007/2008 e média mensal da precipitação ocorrida no período de 1951 a 1980.	86
Fig. 18 – Esquema representativo dos talhões e respectivos tratamentos dos ensaios realizados nos anos agrícolas de 2006/2007 e 2007/2008.	92

5. Análise e Discussão dos Resultados

Fig. 19 – Percentagem de infestantes no talhão testemunha (C0D0) em dois anos de ensaios.....	95
Fig. 20 – Número de plantas infestantes no talhão testemunha (C0D0) no 1º ano de ensaio.....	96
Fig. 21 – Número de plantas infestantes no talhão testemunha (C0D0) no 2º ano de ensaio.....	96
Fig. 22 – Número de plantas infestantes com herbicida pós-emergência, tratamento C2D1, no 2º ano de ensaio.....	97
Fig. 23 – Número de plantas infestantes com herbicida pós-emergência, tratamento C2D1, média de 2 anos de ensaios.....	98
Fig. 24 – Número de plantas infestantes em 2006/2007 e 2007/2008 na primeira leitura realizada ao afilhamento do trigo (médias dos nove subtalhões).....	99
Fig. 25 – Eficiência dos diferentes tratamentos no controlo de infestantes em dois anos de ensaios.....	102
Fig. 26 – Eficiência dos tratamentos no controlo de infestantes em 2006/2007 e 2007/2008.....	104

Fig. 27 – Relação do nº de infestantes m ⁻² (a) e do nº Monocotiledóneas m ⁻² (b) com a produção de grão de trigo (kg ha ⁻¹) (valores médios de dois anos).....	109
Fig. 28 – Relação do nº de plantas de <i>Lolium</i> spp. m ⁻² (a) e do nº <i>Juncus bufonius</i> L.m ⁻² (b) com a produção de grão de trigo (kg ha ⁻¹) (valores médios de dois anos).....	110
Fig. 29 – Relação entre a eficiência do controlo das infestantes Monocotiledóneas (%) e o nº de grãos m ⁻² (a) e entre o nº de grãos m ⁻² e a produção de grão de trigo (kg ha ⁻¹) (b) (valores médios de dois anos).....	112
Fig. nº 30 – Produção relativa de grão de trigo verificada nos nove tratamentos (C2D1 = 100%) com os herbicidas Herbipec 500 FL e Dopler Super (valores médios de dois anos de ensaios).....	113
Fig. nº 31 – Número relativo de grãos de trigo verificado nos nove tratamentos (C2D1 = 100%) com os herbicidas Herbipec 500 FL e Dopler Super (valores médios de dois anos de ensaios).....	114
Fig. nº 32 – Peso do grão de trigo verificado nos nove tratamentos (C2D1 = 100%) com os herbicidas Herbipec 500 FL e Dopler Super (valores médios de dois anos de ensaios).....	114

1. Introdução

Nos últimos anos, devido a aspectos económicos, a efeitos negativos dos pesticidas no ambiente e ao risco de contaminação dos alimentos, tem ocorrido uma tendência para a redução da utilização de produtos fitofarmacêuticos, incluindo de herbicidas. A crescente preocupação sobre os possíveis efeitos ambientais nefastos dos herbicidas associada ao crescente medo da população com a saúde resultou numa pressão acrescida para que os agricultores reduzam a aplicação de herbicidas. Aspecto corroborado por Calado *et al.* (2008) que refere que, durante alguns anos, a protecção tradicional das culturas baseada na utilização indiscriminada de produtos fitofarmacêuticos tem estado sujeita a diversas controvérsias, às vezes pouco favoráveis, devido aos potenciais perigos ambientais e a certas pressões por parte do consumidor. Contudo, os herbicidas têm sido durante mais de 40 anos o principal meio de controlo de infestantes no mundo desenvolvido (Gill e Holmes, 1997 *cits por* Barros *et al.*, 2005).

Os herbicidas permitiram substituir os métodos mecânicos e manuais de controlo das infestantes. Foram assim, um dos factores que contribuíram para o aumento e estabilidade das produções e para a diminuição dos custos e do uso de mão-de-obra no sector agrícola (Calado *et al.*, 2008).

Como os agricultores também têm verificado, que os custos económicos de uma agricultura mais intensiva podem ser insustentáveis (Froud-Williams, 1995), há todo o interesse na redução da utilização dos herbicidas e na implementação de formas alternativas e/ou complementares de controlo da flora infestante devido a custos económicos e ambientais (Forcella *et al.*, 1993; Labrada, 1997; Weiner *et al.*, 2001; Calado *et al.*, 2008).

O'Donovan *et al.* (1985), Zhang *et al.* (2000), Boström e Fogelfors (2002a) e Barros *et al.* (2005; 2006; 2007a; 2007b) referem que o máximo controlo de infestantes não é sempre necessário para garantir uma boa produção de grão e que é possível efectuar um controlo satisfatório de infestantes utilizando doses de herbicidas inferiores às recomendadas pelos fabricantes e, mesmo assim, segundo Steckel *et al.* (1990), Hamill e Zhang (1995), Barros *et al.* (2005; 2006; 2007a; 2007b), obterem-se produções de grão satisfatórias.

Assim, tem-se verificado uma mudança generalizada na atitude dos agricultores que têm procurado sistemas alternativos à mobilização tradicional, entre outros factores, de forma a reduzirem custos de produção e a minimizarem os impactos ambientais dos sistemas cerealíferos extensivos, onde os sistemas de mobilização reduzida e sementeira directa têm sido extremamente importantes. Todavia, segundo Reeves *et al.* (1999), a utilização de sistemas de baixo custo deve funcionar sem prejudicar os recursos naturais, dos quais depende a agricultura.

Young *et al.* (1994) referem que os meios de luta químicos para eliminar infestantes em sistemas de sementeira directa tornam-se mais importantes do que na mobilização tradicional, principalmente quando existe maior intensificação da produção. O que segundo Blackshaw *et al.* (1994) e Streit *et al.* (2003), acontece devido à densidade de plantas infestantes e à composição de espécies, que diferem segundo o sistema de mobilização do solo.

Devido à importância que a cultura do trigo tem em termos económicos e sociais na cerealicultura alentejana e devido ao facto de se encontrar sujeita à política de preços do mercado mundial, torna-se imprescindível encontrar soluções que permitam diminuir os custos de produção e, assim, aumentar a competitividade perante os condicionalismos ambientais específicos da zona mediterrânica, onde a região do Alentejo se insere.

Assim sendo, o presente trabalho teve como objectivo verificar a eficiência de dois herbicidas aplicados em doses inferiores, às recomendadas pelos fabricantes, cujas substâncias activas são o Clortolurão e o Diclofope-Metilo+Fenoxaprope-P-Etilo+Mefenepir-Dietilo, no controlo em pós-emergência das plantas infestantes Monocotiledóneas na cultura do trigo mole (*Triticum aestivum* L.) de sementeira directa. Sabendo que a produtividade da cultura pode decrescer com o aumento da infestação (Welsh *et al.*, 1999), verificou-se o efeito do controlo das plantas infestantes na produtividade da cultura e, conseqüentemente, o impacto da infestação na produção de grão de trigo e respectivas componentes.

2. Trigo Mole

O trigo é uma cultura de estação fria; a temperatura mínima de crescimento é aproximadamente 3 – 4 °C, a óptima 25 °C e a máxima entre 30 e 32 °C. É produzido em zonas com pluviometria média anual compreendida entre 200 e 1750 mm, mas a maior superfície cultivada localiza-se entre 375 e 875 mm de precipitação anual. Em zonas mediterrânicas a precipitação está concentrada no período Outono – Primavera e, frequentemente, chove mais do que o necessário na fase inicial e média do ciclo vegetativo da cultura, faltando, às vezes, a água na fase de maturação do grão. Esta irregularidade de distribuição pluviométrica explica as variações nos rendimentos e justifica a introdução da rega. Os períodos críticos de necessidade de água do trigo são nos estados em que ocorre a formação das espigas, na floração e na fase inicial de formação do grão. O déficit hídrico, nos referidos estados, causa a redução do número de espigas/planta, a diminuição do número de grãos/espiga e o engelhar do grão (Bellido, 1991).

Os solos mais favoráveis para o trigo são os de textura média a pesada e de boa estrutura, que permitam uma boa drenagem, uma vez que a cultura é susceptível ao encharcamento. Os melhores rendimentos são obtidos em solos argilo-licosos ou argilosos bem providos de cálcio, com bom poder absorvente e não excessivamente arejados. Em solos ligeiros o trigo fica sujeito, muitas vezes, a deficiências nutricionais e stress hídrico na fase de maturação do grão. Os solos excessivamente argilosos, com má estrutura e insuficiente arejamento, podem provocar na planta, durante o período de maior pluviosidade, asfixia radical e limitar o seu desenvolvimento, bem como a funcionalidade das raízes, conduzindo a doenças. Em relação à salinidade do solo, o trigo apresenta uma tolerância moderada, estimando-se que o seu rendimento seja afectado quando a condutividade eléctrica do extracto de saturação é superior a 6 mmhos/cm, sendo a planta particularmente sensível durante a germinação e o estado de plantula (Bellido, 1991).

De acordo com Bellido (1991), devido à sua ampla adaptação, o trigo, é cultivado em todo o mundo ao longo de todo o ano. A sua diversidade aumenta, devido à existência de trigos de Inverno e de Primavera. Os primeiros são cultivados em zonas de Invernos amenos e necessitam de um período vernalizante para a floração. Os trigos

de Primavera, que não necessitam de vernalização, semeiam-se nessa época do ano em regiões de Invernos rigorosos ou, também, no Outono e Inverno em zonas meridionais, com o fim de aproveitar a humidade do período Outono – Primavera e escapar às altas temperaturas no final do ciclo. Ainda assim, existem variedades que têm necessidades intermédias entre os dois tipos, de Inverno e de Primavera e que são designadas de alternativos.

2.1. Descrição Botânica

De acordo com Bellido (1991), o trigo pertence à Divisão Angiospérmicas, classe Monocotiledoneae, família *Poaceae* (Gramíneas), tribo *Hordeae*, género *Triticum* L., espécie *Triticum aestivum* L.. Possui uma a várias flores por espiguetas, que são sésseis e alternam em lugares opostos no ráquis, formando uma verdadeira espiga.

O sistema radical do trigo é composto, por raízes primárias ou reprodutivas (em número de 5 a 6) que são funcionais normalmente desde a emergência até ao início do afilhamento e por raízes secundárias ou adventícias, que nascem a partir do nó de afilhamento, aparecendo quando a planta emite os seus caules, para substituírem progressivamente as raízes primárias; são do tipo fasciculado e estendem-se obliquamente em todas as direcções (Bellido, 1991).

A emissão de raízes secundárias cessa ao iniciar-se o encanamento, o que por vezes pode prolongar-se a fases posteriores, quando os órgãos florais se diferenciam sobre cada caule. A capacidade de crescimento e ramificação das raízes é influenciada pelas condições do meio, tais como: humidade, temperatura e textura do solo. Em solos arenosos adoptam umas formas mais largas e finas do que nos solos argilosos e um deficit hídrico moderado activa o seu crescimento. O desenvolvimento radical, tanto das raízes primárias como das secundárias, depende da temperatura. As temperaturas da ordem de 10 a 15 °C favorecem a emissão de raízes secundárias ou adventícias, nos cereais de inverno, reduzindo-se quando a temperatura do solo é inferior a 6 a 8 °C. O excesso de água durante o Inverno pode diminuir o crescimento radical, afectando desta forma o desenvolvimento posterior da cultura, ao torná-la mais sensível ao deficit hídrico durante a fase de maturação do grão (Bellido, 1991).

O sistema aéreo dos cereais é formado por caules que partem de uma zona situada na base da planta que se denomina nó de afilamento. Cada caule suporta as folhas, terminando, na sua extremidade, na inflorescência (Bellido, 1991).

Os caules são formados por nós e entrenós. Os primeiros são lenhificados e são zonas meristemáticas a partir das quais se desenvolvem os entrenós e se diferenciam as folhas. Cada nó é o ponto de união de uma folha (Bellido, 1991).

O colmo é erecto, cilíndrico e nodoso, encontrando-se dividido em nós e em entrenós, o seu crescimento ocorre no meristema terminal e no intercalar, tendo como função o suporte das folhas e das espigas (Sampaio, 1990).

Uma aplicação de azoto no estado de afilamento, nos cereais de inverno, favorece mais o desenvolvimento dos entrenós da base, ao contrário de uma aplicação no início do encanamento que favorece o desenvolvimento dos entrenós superiores. A altura do caule está ligada às complexas características da resistência à acama, o que explica o esforço dos melhoradores para reduzir a altura da planta (Bellido, 1991).

As folhas têm forma linear, estreitas, compridas e dispõem-se de forma alternada em duas filas ao longo do caule. Cada folha tem duas partes: a bainha, que é a zona inferior que envolve o entrenó e o limbo ou zona superior. Na união do limbo e da bainha existe uma pequena membrana ou lâmina membranosa, não vascular, mais ou menos larga e dentada, denominada lígula. Em cada lado desta, na base do limbo, encontram-se as aurículas. O trigo possui lígula e duas aurículas pequenas e vilosas (Bellido, 1991).

A inflorescência do trigo é uma espiga, de espiguetas multifloras. A flor do trigo é hermafrodita e está envolvida por glumas e glumelas. O grão é uma cariopse, contendo uma única semente, encontrando-se envolvida pelo pericarpo (casca) do fruto que está intimamente ligado ao tegumento da semente (Sampaio, 1990).

O fruto das gramíneas é seco e indeiscente, denominado cariópside, estando o grão, propriamente dito, encerrado no tegumento do fruto, denominado pericarpo, que provém dos tecidos do ovário. O grão difere segundo as espécies e segundo as variedades, variando o seu tamanho, classificando-se em dois grandes grupos: grão ou cariópside coberto e grão nú, sendo este último o caso do trigo. O grão é nú quando se soltam as glumelulas do grão espontaneamente ou na colheita (Bellido, 1991).

2.2. Desenvolvimento no Contexto Socio-Económico em Portugal

A introdução do trigo na Península Ibérica é pouco clara, contudo foram os romanos os responsáveis pela divulgação de técnicas culturais que propiciaram a sua expansão. Desde então, o *Triticum aestivum* L. (trigo mole) possui uma posição económica e social de destaque no nosso País. É a partir desta espécie que se obtém um dos alimentos principais para a população portuguesa, com grande tradição histórica e cultural na alimentação deste povo, principalmente na região do Alentejo, onde na sua generalidade as culturas de cereais de Outono-Inverno possuem uma posição de relevo.

Durante a primeira metade do século XX começou uma política de incentivo ao cultivo de cereais, sobretudo na região do Alentejo, que procurava garantir a auto-suficiência nos produtos obtidos com estas culturas (Vieira e Eden, 2001), uma vez, que o pão era e é um dos alimentos base da população portuguesa (Calado, 2005).

Durante o Estado Novo, os governantes portugueses decidiram incentivar a expansão do cultivo do trigo, designadamente através de subsídios específicos aos agricultores, para tornar o país auto-suficiente. Tal política, denominada por “Campanha do Trigo” e instituída em 1929 pelo Ministro Linhares de Lima, conduziu a um aumento extraordinário das áreas cultivadas com cereais, principalmente no Alentejo, em que muitos terrenos pouco férteis passaram de montados ou de pastagens para campos de cultivo, o que foi uma das causas para a degradação dos solos do País. Segundo Sampaio (1990), esta visão do problema do trigo marca uma política de quatro décadas, para só falarmos no passado recente, pois ela remonta a meados do século XIX.

Na transição do meio do século XX, entre 1940 e 1960, beneficiaram igualmente do desenvolvimento da mecanização (tractor agrícola, ceifeira e outros equipamentos), ocorrendo uma expansão da área semeada de trigo mole. Posteriormente, esta intensificação do uso de máquinas e equipamentos contribuiu para a diminuição da mão-de-obra no sector agrícola e para o melhoramento do rendimento. Também a introdução do uso de agro-químicos, de fertilizantes e da utilização de novas variedades, permitiu intensificar e aumentar a produção de grão destas duas espécies durante os anos cinquenta do último século (Froud-Williams, 1997).

Embora se pense que Portugal tenha sido um país predominantemente agrícola, a verdade é que, pelo menos até à mudança do regime político ocorrido em 1974, a política agrícola foi condicionada pelo desenvolvimento industrial (Pinheiro e Carvalho, 2003). Até aqui verificava-se que o papel da agricultura era, principalmente, o de produzir alimentos em quantidade e a preços baixos de forma a alimentar uma população pouco exigente em qualidade. Assim, a estratégia existente consistia num conjunto de medidas proteccionistas (como as barreiras alfandegárias) que tornavam praticamente impossível a importação. Contudo, para produtos fundamentais, como o trigo, para a alimentação, existia um grande controlo dos preços. Por outro lado, para outros produtos em excesso, o escoamento era assegurado para ex-colónias; destas vinham outros produtos a preços inferiores aos do mercado mundial. Este modelo de desenvolvimento teve consequências prejudiciais para a agricultura em particular e para a economia em geral, devido à falta de estímulos ao desenvolvimento e, conseqüentemente, à modernização e à inovação, que se traduziu na permanência de sistemas produtivos tradicionais, na generalidade pouco rentáveis, o que conduziu à perda de competitividade da agricultura portuguesa em relação a outros países e a um crescimento muito lento da oferta de produtos agrícolas. O sector agrícola encontrava-se desorganizado, descapitalizado e sem capacidade de resposta, mesmo com uma política de preços que parecia incentivadora (Pinheiro e Carvalho, 2003). Portanto, as medidas tomadas até então não produziram os efeitos desejados e a agricultura permanecia no seu estado de subdesenvolvimento.

Com a adesão de Portugal à Comunidade Económica Europeia verificou-se, no final dos anos de 1980 e início dos de 1990, que a política agrícola criou condições para a confiança, estabilidade e segurança, promovendo a aquisição de maquinaria agrícola de grande potência e capacidade de trabalho, muitas vezes, superior ao necessário, mas destinadas maioritariamente aos mesmos sistemas agrícolas (Vieira e Eden, 2001).

Pode dizer-se que a adesão representou, para a agricultura portuguesa, uma *faca de dois gumes*. Por um lado, levou à existência de mais meios financeiros para financiar as políticas de mercados e preços e as políticas socio-estruturais mas, por outro, o Governo perdeu a autonomia relativamente à definição de política agrícola, tendo que se sujeitar às políticas comunitárias (Pinheiro e Carvalho, 2003).

Embora na adesão à Europa comunitária tivesse sido salvaguardado um período de transição para a cerealicultura portuguesa, entre os anos de 1992 e 2003, durante os quais, foi decrescendo sucessivamente uma ajuda direccionada particularmente aos

cereais do nosso país e designada de co-financiada (aproximação gradual dos preços), a economia rural de algumas regiões, nomeadamente a alentejana, continua a basear-se nos sistemas de produção cerealíferos (Vieira e Eden, 2001). Por isso, a maquinaria e os equipamentos existentes, as tecnologias de produção e mercados, estão relacionados com estas culturas (Vieira e Eden, 2001).

Constata-se, apesar de tudo, que estas espécies mantêm produções unitárias baixas e variáveis, relativamente aos restantes parceiros comunitários, principalmente aos Países da Europa Central. De acordo com Calado (2005), sofreram nos últimos anos (última década) uma quebra significativa dos preços reais (aproximadamente 50%), em consequência da aproximação aos preços praticados no mercado comum (diminuição da ajuda co-financiada) e ainda destes aos do mercado mundial.

De acordo com o Instituto Nacional de Estatística (INE, 2007), a cerealicultura portuguesa sofreu uma grande alteração na década de 90. Até ao final da década de 90, cerca de 90% do trigo semeado pertencia à espécie *Triticum aestivum* L. (trigo mole), que acabou posteriormente substituído pela espécie *Triticum durum* L. (trigo duro), devido a uma política de preços e à implementação de uma ajuda suplementar e específica a este cereal, revista e aumentada na agenda 2000, pela Comunidade Económica Europeia. Quando se iniciou o processo de desligamento total das ajudas, a partir de 2005 e a substituição desta ajuda por outra específica, à qualidade, mas de valor substancialmente mais baixo, iniciou-se o processo de retoma do trigo mole e o quase desaparecimento do trigo duro. A ajuda monetária específica, à espécie *Triticum durum* L., deveu-se à limitação que os Países do Norte e Centro da Europa apresentam para a produção qualitativa de grão, causadas pelo efeito prejudicial do excesso de chuvas durante a fase de maturação do grão.

Apesar da irregularidade que caracteriza o clima mediterrânico, este apresenta, geralmente, condições favoráveis para a maturação dos grãos de cereais, podendo assim, beneficiar a qualidade dos produtos colhidos no Sul de Portugal, principalmente do trigo duro e da cevada. Estas são duas culturas de Outono-Inverno, cujo mercado pode valorizar os acréscimos qualitativos, devido à dificuldade de os obter em regiões da Europa onde o ambiente favorece claramente os índices quantitativos (Calado, 2005). Além disso, no contexto agro-pecuário alentejano, em que a componente pecuária está interligada com a cerealicultura, a realização de tratamentos químicos que apesar de serem menos eficientes permitam boas produções e a existência de um banco de sementes que possibilite algumas pastagens para a produção animal das explorações,

terá todo o interesse. De acordo com Carvalho *et al.* (1987), pode-se dizer que a tecnologia utilizada para a produção do cereal num sistema pastagem-cereal afecta o restabelecimento natural da pastagem após o cereal de forma altamente significativa.

Actualmente, com o aumento do preço dos combustíveis, as alterações climáticas, a redução dos *stocks* em 5% para o nível mais baixo desde 1982, nomeadamente de cereais, associados a um aumento da procura de produtos agrícolas pelas duas economias emergentes do continente asiático, China e Índia (onde vive 1/3 da população mundial), são os principais motivos que provocaram a escalada de preços dos alimentos no mercado global desde meados de 2007, citados no relatório "Fighting food inflation through sustainable investment", da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) e do EBRD (em inglês, no original) - Banco Europeu para a Reconstrução e Desenvolvimento (2008). Além disso, este relatório informa que, o índice de preços dos alimentos, subiu 23% em 2007 em comparação com o ano anterior. Em Dezembro de 2007, os preços já tinham aumentado 40% em relação ao período homólogo.

As previsões do Deutsche Bank apontam para uma pressão que se irá manter sobre os preços nos próximos dois anos. O trigo devia atingir o seu pico de valorização potencial em Março de 2009. A FAO e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OECD) vão mais longe dizendo que os preços poderão manter-se acima dos níveis de equilíbrio históricos durante os próximos dez anos (OECD-FAO Agricultural Outlook 2007-2016, 2007).

É de todo o interesse económico nacional, de acordo com a realidade dos sistemas cerealíferos do Alentejo, a utilização de técnicas mais adequadas à situação existente e a implementação de políticas específicas, nomeadamente, a criação de uma reserva estratégica nacional, de forma a prevenir situações de escassez de cereais, como as verificadas ultimamente, quando surgem maus anos agrícolas na Europa de Leste, E.U.A. e Canadá e se assiste a especulações no mercado internacional. Por outro lado, teria interesse a produção de trigo para a panificação nacional, uma vez que é possível produzi-lo com qualidade e não em quantidade. Neste momento verifica-se já alguma preferência, por parte de empresas como a Milupa e Nestlé, por trigos de baixo teor de pesticidas (btp), já com alguma expressão no nosso País, devido ao baixo teor de fitofármacos, utilizados para o fabrico de "*baby food*", o que se torna num valor acrescido para esta cultura.

2.3. Técnicas Culturais Utilizadas na Cultura

Nos últimos trinta anos ocorreu em Portugal um progresso significativo nas técnicas utilizadas nas culturas de cereais e, particularmente, no trigo. Nesse progresso foi fundamental a melhoria mecânica do tractor agrícola e com este um conjunto de alfaias e equipamentos que permitiram o aperfeiçoamento e melhoramento das técnicas culturais utilizadas. Além disso, a colheita passou a efectuar-se com ceifeira debulhadora automotriz. Aliado ao progresso tecnológico dá-se um importante melhoramento genético, com o aparecimento de variedades bem adaptadas às nossas condições edáficas e climáticas e o desenvolvimento da indústria química que permitiu o desenvolvimento de produtos fitofarmacêuticos. Esta intensificação do uso de máquinas e equipamentos aliado ao progresso químico e genético possibilitaram um aumento de rendimento.

2.3.1. Mobilização do solo

A preparação do solo para a sementeira tem como objectivos conseguir um estado físico favorável e controlar as plantas infestantes. As consequências do trabalho de preparação da cama da semente são variáveis, nomeadamente na componente física e biológica, por causa das características do solo, precedentes e posteriores à realização da operação (Calado, 2005). A estrutura da camada superficial do solo criada por este trabalho, deve facilitar a germinação das sementes e a emergência das plântulas, e o rápido desenvolvimento do seu sistema radical (Bellido, 1991).

A mobilização do solo é uma técnica cultural dispendiosa, com riscos ambientais, promove um aumento da taxa de mineralização, que nas condições ambientais existentes na zona mediterrânica é pouco fundamentada e só se justifica para o controlo de plantas infestantes e preparação da cama da semente. Daí dever-se considerar quais as melhores condições para a realização destas mobilizações e a necessidade de estas serem ou não efectuadas. No caso de as executar, só é benéfica a sua realização, se esta ocorrer no período de sazão (correspondente ao estado friável do solo). Contudo, este período não é estacionário e pode rapidamente ser ultrapassado, por

excesso ou falta de humidade. Por outro lado, a textura do solo e o seu teor de humidade podem influenciar a resistência à penetração e assim afectar a emergência e desenvolvimento da plântula.

Os estados de germinação das sementes e da emergência das plântulas de espécies vegetais dependem das condições físicas do solo, principalmente, do tamanho dos agregados, da densidade aparente e da resistência à penetração na camada destinada à cama da semente. Para obter uma boa emergência, deve-se então, realizar a sementeira numa camada de solo caracterizada por pequenos agregados, solta, regular e húmida, ou seja, com teor de humidade dentro da friabilidade (Calado, 2005).

Actualmente diversas técnicas são empregues na cultura do trigo. Desde a maior ou menor intensidade de mobilização do solo, fertilização, sementeira e respectiva densidade (Bellido, 1991). A maioria dos agricultores portugueses tem utilizado o sistema de mobilização tradicional, baseado na lavoura seguida de gradagem e/ou escarificação, para o estabelecimento da cultura com os objectivos principais de preparação da cama da semente e controlo de infestantes que surgem nessa altura (Barros *et al.*, 2005). A mobilização do solo era, até ao aparecimento dos herbicidas, praticamente a única forma de controlar infestantes (Carvalho e Basch, 1994).

Quando for possível, a época de preparação da cama da semente também deve ser ajustada ao período em que já emergiu uma grande proporção das jovens plantas infestantes anuais dominantes, para conseguir, inicialmente, controlar esta população e assim reduzir os gastos em tratamentos de pós-sementeira, nomeadamente com os herbicidas (Forcella *et al.*, 1993; Carvalho, 1994; Calado *et al.*, 2002).

2.3.1.1. Sistema de mobilização tradicional

Nos sistemas de mobilização tradicionais, empregam-se na preparação da cama da semente alfaías de descompactação (escarificadores) e/ou alfaías para fragmentar, regularizar e misturar resíduos (grade de discos), uma vez que qualquer delas permite, simultaneamente, controlar as jovens plantas infestantes anuais. Contudo, há o consumo de tempo, o dispêndio de energia e a multiplicação da passagem das rodas do tractor, prejudicando a estrutura do solo (Bellido, 1991). Em condições desfavoráveis (solo húmido), a utilização de equipamentos pesados, de esforços de tracção elevados, o recurso a equipamentos com órgãos activos accionados pelo tractor agrícola, podem ocasionar riscos elevados de degradação do solo. Além disso, algumas dessas

mobilizações apesar de se realizarem como meio de controlo de infestantes podem favorecer a germinação de sementes de várias espécies. Segundo Mohler e Galford (1997), as mobilizações do solo podem criar condições que favorecem a germinação de sementes de várias espécies infestantes, pelo menos, para algumas espécies. O aumento da germinação é causado pela mudança das condições ambientais do solo, independentemente do movimento da semente ao longo do perfil do mesmo.

Ao realizar-se uma lavoura, Diehl (1989) refere que esta deve ser analisada pois altera as propriedades físicas do solo, causa a formação do calo de lavoura e de um horizonte limitante, aumenta os efeitos da erosão sobre os solos declivosos e provoca o efeito de dessecamento, particularmente grave em regiões onde se deve economizar a água. Do ponto de vista biológico, a lavoura coloca a microfauna a uma grande profundidade, reduzindo a sua actividade. Quanto à acção sobre as infestantes, a lavoura, mesmo efectuada a mais de trinta centímetros, não assegura a sua destruição total, pois coloca também as sementes das plantas infestantes a uma grande profundidade, garantindo a permanência e viabilidade de algumas sementes durante vários anos (Diehl, 1989).

Deste modo, devido aos inconvenientes produzidos por este sistema de mobilização, nos últimos anos surgiram outros, que pretendem que o objectivo agronómico seja atingido mas minimizando ou evitando a degradação do solo. Assim, para simplificar os trabalhos de mobilização de solo surgiram sistemas alternativos que vão desde a mobilização mínima ou mobilização reduzida, seguida de sementeira, até à ausência de mobilização, denominada de sementeira directa.

2.3.1.2. Sistemas de mobilização de conservação

Durante milhares de anos, agricultura e mobilização foram considerados sinónimos. Simplesmente, não era imaginável, que fosse possível o crescimento das culturas, sem que antes da sementeira se mobilizasse o solo, e para controlar as plantas infestantes (Triplett Jr e Dick, 2008).

Na mobilização mínima são utilizadas alfaias de mobilização do solo limitando, no entanto, ao mínimo a sua utilização no que diz respeito ao número de passagens no solo, à profundidade de trabalho e a superfície afectada do terreno. Apesar da protecção da superfície do solo ser inferior à conseguida na sementeira directa, é objectivo deste

sistema manter parte dos resíduos na sua superfície, permitindo uma protecção parcial ao solo contra os processos erosivos. As alfaias típicas destes sistemas são as de mobilização vertical (escarificadores). Muitas vezes, nestes sistemas recorre-se também à utilização de herbicidas de pré-sementeira, de modo a garantir um combate eficaz às plantas infestantes com um número mínimo de operações de mobilização do solo. No sistema de mobilização mínima são efectuadas, frequentemente, operações combinadas, em que numa mesma passagem são realizadas duas ou mais operações culturais. Estes equipamentos combinados mobilizam o solo a diferentes profundidades, consoante as necessidades e têm incorporado um semeador, o que permite diminuir o número de passagens, mas exigem grande potência do tractor.

Relativamente à sementeira directa, segundo Carvalho (2001), é um sistema de mobilização do solo em que não existe perturbação do solo antes da sementeira. É o próprio semeador que mobiliza uma estreita faixa do terreno, apenas a necessária para o enterramento da semente, ficando o solo na entrelinha não perturbado. O combate às infestantes de pré-sementeira é feito pela aplicação de um herbicida e a superfície do terreno permanece coberta pelos resíduos aí existentes (como restos da cultura anterior, plantas mortas), a fim de proteger o solo contra a erosão. Assim, ficam excluídos da sementeira directa sistemas em que o semeador está associado a uma alfaia de mobilização do solo. Nos primeiros anos poderão aparecer dificuldades várias, resultantes não só da demora em relação à melhoria da estrutura do solo, como também em relação à aprendizagem necessária para uma correcta utilização destes novos sistemas.

Qualquer sistema deve evitar a degradação da estrutura do solo e será apropriado observar as características e o estado do solo, considerando que as intervenções na presença de muita humidade provocam grande compactação (Bellido, 2001).

A mobilização mínima, e particularmente a sementeira directa, são uma forma muito eficaz de reduzir as perdas de água por escorrimento superficial e as perdas de solo por erosão e, para além disso, de acordo com Carvalho (2001), nos sistemas de culturas arvenses do Sul do país, os sistemas usados têm que ser capazes de reduzir a incorporação de factores e custos de produção, têm que apresentar itinerários técnicos mais flexíveis e de maior rapidez de execução e que sejam capazes de aumentar o potencial produtivo dos solos a médio prazo.

Para Carvalho (2005), a redução da incorporação de factores de produção, tal como a intensidade dos sistemas de mobilização do solo, é de extrema importância para

um aumento do potencial produtivo do solo que, por sua vez, permite uma redução da incorporação de fertilizantes. A rapidez e flexibilidade dos itinerários técnicos vão permitir ajustar a aplicação de factores às necessidades do ano, evitando assim os desperdícios.

Deste modo, há muitas e boas razões para a alteração dos sistemas tradicionais de mobilização do solo, particularmente para a adopção de sistemas de mobilização mínima e sementeira directa, que vão desde a conservação do solo e da água à redução dos custos de produção. A perda de solo por erosão é, eventualmente, o problema ambiental mais grave provocado pelo sector agrícola em Portugal (Carvalho, 2001).

Estes sistemas de mobilização do solo, com especial destaque para a sementeira directa, trazem vantagens a médio prazo que permitem um aumento do potencial produtivo do solo. Mas são necessários alguns anos para que se verifique um aumento do teor de matéria orgânica do solo e o conseqüente aumento da estabilidade da estrutura, assim como o estabelecimento de uma rede intensa e contínua de porosidade biológica, resultante da actividade das raízes das diferentes culturas, que se vão sucedendo no terreno, e da fauna do solo (Carvalho, 2001).

A principal desvantagem desta tecnologia reside na possibilidade de um aumento do número de pragas e de doenças, uma vez que os resíduos das culturas ao serem mantidos no solo poderão propiciar melhores condições para a reprodução de alguns destes inimigos das culturas. Contudo, esta situação poderá ser contrariada ao serem realizadas rotações culturais, pois estas permitem quebrar o ciclo de doenças, pragas e infestantes, principalmente se forem intercaladas na rotação espécies diferentes e com um ciclo vegetativo diferente.

A longo prazo, alguns ensaios de campo mostraram melhores resultados em sementeira directa relativamente à mobilização tradicional, uma vez que a estrutura do solo melhora com o decorrer dos anos em que se utiliza este sistema (Wicks *et al.*, 1988; Børrensen, 1993 e Ekeberg e Riley, 1997 cits por Nunes, 2006).

2.3.2. Adubação

O solo é o principal fornecedor de nutrientes e de água às plantas, dependendo o nível de fertilidade das suas características físicas, químicas e biológicas. Para preservar e melhorar a fertilidade do solo é fundamental utilizar técnicas culturais que tenham

efeito directo sobre as suas características, sendo para isso necessário, nas nossas condições, aumentar o seu teor em matéria orgânica, fertilizar racionalmente as culturas e corrigir a acidez do solo.

O azoto afecta a taxa de crescimento da cultura por afectar a fotossíntese total através da quantidade de energia interceptada, quer pelo aumento da área foliar (Milthorpe e Morby, 1979 cits por Barros, 2000), quer pelo aumento da sua duração (Barros, 2000). A reacção da planta à deficiência em azoto começa pelo recurso às suas reservas do nutriente e alteração da repartição do carbono, depois limita a expansão foliar, mantendo uma troca gasosa constante por unidade de área foliar. Assim, uma boa nutrição azotada promove um bom crescimento foliar antes da floração e a manutenção da actividade fotossintética das folhas depois da floração, tal como a translocação dos compostos azotados da planta para as sementes (Ordoñez e Company, 1990 cits por Barros, 2000).

Em geral, a disponibilidade de azoto entre diferentes sistemas de mobilização, não deve diferir significativamente, pois o azoto é facilmente arrastado em profundidade com a água. No entanto, o fósforo e o potássio são muito pouco móveis no solo, principalmente o primeiro. Este aspecto, leva a que tendam a acumular-se muito à superfície na ausência de mobilização. Esta maior concentração à superfície, de nutrientes pouco móveis não significa uma menor disponibilidade para as plantas, uma vez que na sementeira directa é frequente verificar-se um teor de humidade relativamente mais elevado nessa zona, que tende a facilitar a difusão dos nutrientes (Hernández, 1990 cit por Barros, 2000).

À semelhança do azoto, o fósforo também afecta a taxa de crescimento da cultura. É um nutriente muito importante nas zonas da planta caracterizadas por uma divisão celular mais intensa. Daí a influência benéfica atribuída ao fósforo no desenvolvimento do sistema radical (Santos, 1982 cit por Barros, 2000).

Por outro lado, a deficiência em potássio reduz a taxa de assimilação líquida (Vicherkova, 1985 cit por Barros, 2000). O potássio tem também um papel activo, muito importante, nos processos de regulação estomática, os quais controlam a abertura estomática e a transpiração, o que é importante na resistência da planta à deficiência de água no solo (Meyer et al., 1973; Ordoñez e Company, 1990 cits por Barros, 2000).

Para Carvalho *et al.* (2002), o teor de matéria orgânica de um solo depende de factores do clima e do sistema de culturas praticado, uma vez que ambos influenciam as

taxas de adição e de mineralização da matéria orgânica. As mobilizações aceleram a mineralização de matéria orgânica e provocam as perdas de nutrientes contidos nesta (Triplett e Dick, 2008). Triplett e Dick (2008) afirmam que incrementos nos níveis de matéria orgânica na camada superficial do solo, provocados pela sementeira directa, podem influenciar a natureza das fixações e locais de troca, a este nível, para o fósforo e potássio.

Triplett e Dick (2008), referiram que existe um aumento precoce na extracção de fósforo, em solos em sementeira directa, o qual foi atribuído a micorrizas que colonizam as raízes das culturas precedentes, que permanecem no solo, melhorando assim a absorção precoce. Além disso, as extensas redes de micorrizas que são criadas não são destruídas pelos sucessivos anos de sementeira directa.

Uma consequência dos baixos teores de matéria orgânica dos solos portugueses é a baixa eficiência da adubação azotada em cereais, nomeadamente nos anos de Inverno húmido. Não sendo normalmente possível a aplicação atempada de azoto nestes anos, a quebra de produção dos cereais que se verifica nos anos húmidos deve-se em grande parte à deficiência azotada (Carvalho *et al.*, 2002). A resposta da cultura à adubação azotada é claramente afectada pela mobilização do solo (Triplett e Dick, 2008).

O aumento do teor do solo em matéria orgânica conseguido através da mudança de sistema de mobilização tradicional para sementeira directa, influencia de forma evidente a resposta da cultura de trigo à adubação azotada; a resposta desta cultura à adubação é muito dependente do teor do solo em matéria orgânica, particularmente para níveis mais baixos de adubação (Carvalho *et al.*, 2002). Assim, as adubações ao serem efectuadas em solos sujeitos a sementeira directa, este aspecto deixa de ser tão problemático. Triplett e Dick (2008), afirmam que na realidade a perda de solo e perda de nutrientes associados às partículas do solo é reduzida, em sementeira directa, o efeito líquido será o aumento da eficiência dos nutrientes aplicados.

Segundo Carvalho *et al.* (2002), para níveis de matéria orgânica no solo mais elevados (3%), na camada 0-10 cm, deixaria de haver resposta económica à adubação azotada, tendo em consideração os custos actuais do adubo azotado e o preço do trigo. O óptimo económico da adubação azotada será aquele que conduz a um retorno de 4 kg de trigo por cada unidade de azoto aplicada. Assim, resolver-se-iam, simultaneamente, dois problemas importantes na produção de cereais nas nossas condições. Por um lado, reduzir-se-ia um custo de produção importante, aumentando-se a sua sustentabilidade

económica. Por outro lado, reduzir-se-ia a poluição com nitratos, que juntamente com a erosão do solo, constitui um dos principais impactos ambientais da produção de cereais em ambientes Mediterrâneos.

Fazer uma fertilização racional das culturas é aplicar ao solo ou à planta, nas épocas mais apropriadas e sob as formas mais adequadas, os nutrientes que não se encontram disponíveis no solo, em quantidade suficiente para obter uma boa colheita. Para tal é imprescindível conhecer quais as disponibilidades do solo em nutrientes, bem como a quantidade necessária, de acordo com a cultura em questão, para que atinja determinado nível de produção. Igualmente importante é saber quando a cultura necessita dos nutrientes e como estes devem ser aplicados. O que é corroborado por Maçãs e Gomes (2005), que afirmam que vários estudos têm demonstrado que as variedades de trigo diferem, na produção de grão, componentes da produção, concentração e composição da proteína do grão e em outras características que definem a qualidade tecnológica, como resultado de variadas situações de fertilidade dos solos.

2.3.3. Monda

O controlo de infestantes é talvez um dos problemas mais complexos com que o agricultor se confronta e, certamente, aquele que maiores encargos representa na actividade de diária de uma exploração (Carvalho e Azevedo, 1991). A eliminação ou monda das ervas daninhas que reduzem o rendimento das culturas, sempre tem sido um trabalho essencial das técnicas culturais (Bellido, 1991).

Segundo Sampaio (1990), a monda é uma operação indispensável na cultura do trigo, podendo ser feita por dois processos: monda à mão ou monda química. A monda manual, processo que se usou quase exclusivamente até à década de 50 do século XX, consistia no arranque das infestantes, à mão, com a ajuda de um pequeno sacho (Sampaio, 1990), podendo repetir-se no tempo consoante as necessidades. Com o desenvolvimento da mecanização, surge uma maior capacidade de trabalho e o crescimento de produtos químicos fitotóxicos (herbicidas), bem como os equipamentos de aplicação de herbicidas, que foram melhorados, os quais equiparam também meios aéreos (aviões e helicópteros), possibilitaram um novo meio de controlo de infestantes

das searas e aplicações em grandes áreas, com diminuição do número de horas de trabalho.

A monda química, hoje aplicada em quase 100% dos casos, consiste em espalhar sobre a seara produtos químicos para destruir as infestantes sem prejudicar a cultura do trigo (Sampaio, 1990). Para Bellido (1991), os herbicidas começaram a eliminar mais rapidamente e com menor custo relativamente à sacha manual ou mecânica as infestantes das searas, sobretudo em grandes superfícies. Contribuíram assim, para a intensificação verificada nestas culturas e até para a expansão do sistema de monocultura (Calado, 2005).

É certo que existem métodos curativos de controlo de infestantes, nomeadamente a mobilização do solo e a aplicação de herbicidas. No entanto, para além de representarem encargos muito elevados numa exploração, a sua eficácia tende a diminuir para níveis muito elevados de infestação. Por outro lado, a eficácia de qualquer destes métodos depende da oportunidade de aplicação. É relativamente a estes dois aspectos, nível geral de infestação e oportunidade de aplicação dos tratamentos de combate às infestantes, que a rotação de culturas pode ser muito importante (Carvalho e Azevedo, 1991). Assim, deverá ocorrer um aumento da heterogeneidade do sistema de culturas, incluindo a rotação, de forma a reduzir a probabilidade que uma determinada espécie infestante escape a todas as práticas de controlo que vão sendo utilizadas durante a sequência de culturas (Carvalho e Azevedo, 1991). Aspectos como datas de sementeira, datas de colheita, tolerância aos herbicidas, alternância de culturas de porte erecto e porte prostrado, são situações em relação às quais é importante criar heterogeneidade, do ponto de vista de controlo de infestantes.

Quando se opte pelo sistema tradicional de mobilização do solo ou pelo sistema de mobilização reduzida, para controlar as infestantes em pré-sementeira existem à disposição meios mecânicos (charrua de aivecas, escarificadores, grades de discos e fresas) e meios químicos (herbicidas). Quando a opção for pela sementeira directa, os meios químicos têm obrigatoriamente de ser utilizados, sendo aplicados recorrendo a pulverizadores de pressão de jacto projectado (Barros, 2005). Assim, quando as infestantes estiverem amplamente distribuídas pelo terreno a tratar, conseguir-se-á uma aplicação uniforme em toda a área, com êxito e economia de aplicação ao utilizar-se aquele equipamento de aplicação de herbicidas.

Mas, antes de se decidir como realizar uma aplicação herbicida deve conhecer-se a extensão, a distribuição espacial e a natureza das infestantes a abordar. Os herbicidas

podem ser aplicados em pré-sementeira, pré-emergência da cultura e das infestantes e pós-emergência da cultura e das infestantes (Barros, 2005).

Nas nossas condições edafo-climáticas e para a maioria das situações, a flora infestante é constituída por plantas anuais (propagação por sementes) e plantas perenes ou vivazes (propagação vegetativa). Assim, para que o controlo de infestantes em pré-sementeira seja eficaz, o herbicida aplicado deve ser total e obviamente não residual. Como as infestantes perenes só serão totalmente controladas se os seus órgãos reprodutivos (estolhos, rizomas, bolbos, e.t.c.) forem destruídos, sempre que se verifique a presença deste tipo de infestantes no solo, o herbicida deverá ser sistémico em relação ao seu modo de acção. O herbicida sistémico penetra na parte aérea das plantas e é translocado juntamente com a seiva até aos seus órgãos reprodutivos. Quando se verificar somente a presença de infestantes anuais no solo, um herbicida que actue por contacto (queima apenas a parte aérea das plantas), poderá ser suficiente para um bom controlo (Barros, 2005).

Os tratamentos herbicidas de pré-emergência aplicam-se para prevenir a germinação/emergência das infestantes, requerendo como qualquer outro tratamento herbicida, uma grande uniformidade na sua distribuição na superfície do solo. Em pré-emergência os herbicidas utilizados devem ser selectivos e residuais, ficando activos no solo durante algum tempo. Pelo facto de serem residuais, estes herbicidas são agressivos para o ambiente, tendo no entanto, a vantagem de serem mais baratos que os herbicidas de pós-emergência. Quando o sistema de mobilização do solo é o tradicional ou a mobilização reduzida, a aplicação de herbicidas de pré-emergência será eficaz, o mesmo não sucedendo em sementeira directa. Como este último sistema implica a existência de resíduos à superfície, estes exercerão um efeito tipo “*guarda-chuva*” impedindo que grande parte do herbicida atinja o solo, sendo por isso, este tratamento, pouco eficaz (Barros, 2005).

Os tratamentos herbicidas de pós-emergência podem ser realizados com herbicidas sistémicos ou de translocação e de contacto. O efeito da aplicação de herbicidas em pós-emergência é igual, independentemente do sistema de mobilização utilizado. Pelas razões anteriormente indicadas, na sementeira directa e em culturas de sequeiro é preferível utilizar mondas de pós-emergência, com herbicidas de absorção foliar. Estes herbicidas têm em relação aos de pré-emergência, a vantagem de serem ambientalmente menos agressivos, mas são por outro lado, economicamente mais caros (Barros, 2005).

A heterogeneidade introduzida num sistema, por uma rotação de culturas bem planeada, poderá diminuir os encargos com o controlo de infestantes e aumentar a eficácia dos meios utilizados quer pela redução do nível geral de infestação, quer pela oportunidade de aplicação dos meios de combate, quer ainda pela diversificação dos meios de controlo que é possível utilizar. Simultaneamente, a heterogeneidade criada poderá contribuir para uma redução do trabalho nos períodos de ponta, como sementeiras e colheitas (Carvalho e Azevedo, 1991). Calado (2005), corrobora e diz que, por exemplo, combater na pré-sementeira as plantas infestantes ou evitando com a colheita que elas produzam semente, pode-se restringir o restabelecimento do banco de sementes no solo.

2.4. Enquadramento da Cultura na Agricultura de Conservação

Uma grande proporção dos solos utilizados pelas culturas de cereais e, particularmente pelo trigo, em Portugal caracteriza-se por uma pequena espessura efectiva e uma má drenagem interna, a qual associada à concentração da precipitação durante o Inverno, limita segundo Carvalho (1987), o crescimento do sistema radical das plantas em profundidade. Devido a estas condicionantes, existe um débil enraizamento, que causa maior susceptibilidade à deficiência hídrica no final do ciclo das culturas (Carvalho, 1987).

Assim, existem boas razões para a adopção de sistemas de mobilização mínima e de sementeira directa, que contribuem para a conservação do solo e da água e permitem uma considerável melhoria da estrutura do solo, favorecendo o crescimento do sistema radical das culturas e a absorção de água, a maiores profundidades, de grande importância em períodos quentes e secos, que caracterizam o clima mediterrânico.

A baixa eficiência da adubação azotada na cultura do trigo resulta, nas condições de clima mediterrânico, de três factores: o excesso de precipitação durante o Inverno, a necessidade de disponibilizar azoto para a cultura durante este período e o baixo teor de matéria orgânica dos nossos solos (Alpendre e Carvalho, 2002), que conduz à baixa capacidade dos solos em fornecer azoto. Deste modo, em ambiente Mediterrâneo, a eficiência de recuperação de azoto, na produção de trigo, é habitualmente baixa (Carvalho, 2005).

O principal problema que se coloca, em climas de temperatura média anual elevada, é a taxa de mineralização da matéria orgânica (Jenkinson e Ayanaba, 1977), sendo muito difícil a manutenção de elevados teores no solo. Para as condições do Sul de Portugal verifica-se o mesmo, como constatou Alves (1961). Assim sendo, o aumento do teor de matéria orgânica dos nossos solos, obriga, em primeiro lugar, a uma redução da taxa de mineralização, a qual pode ser conseguida com o recurso à sementeira directa (Carvalho e Basch, 1995).

Carvalho *et al.* (2005), num estudo sobre o problema da eficiência da adubação azotada do trigo de sequeiro concluiu que, o aumento do teor do solo em matéria orgânica é possível, até de forma relativamente rápida, pelo recurso à sementeira directa

e ao aumento da quantidade de resíduos deixados no solo. Este aumento permite uma redução drástica da adubação a praticar à cultura de trigo. No mesmo estudo constataram que para teores de matéria orgânica, no solo, de dois por cento, a eficiência da recuperação do azoto aplicado é idêntica à verificada em países de clima temperado. Enquanto teores do solo de três por cento conduzem a eficiências muito superiores.

Para Carvalho (2005), os erros cometidos na adubação a praticar à cultura, devido à variabilidade climática, podem ser reduzidos pela utilização de um modelo de gestão da adubação azotada que faz depender o montante a aplicar, da precipitação entre os meses de Novembro e Fevereiro. Sendo que, o baixo teor de matéria orgânica torna a nutrição azotada da cultura fortemente dependente da fertilização mineral (Allison, 1973; Hagin e Tucker, 1982).

Além disso, com o crescimento activo da cultura durante o Inverno é premente a disponibilidade de azoto para a cultura, porque a ocorrência de deficiências durante este período comprometem a produção da cultura (Scott, 1977; Mossedaq e Smith, 1994), como demonstrou Carvalho (1987), que para as nossas condições de clima mediterrânico, o número de espigas é o principal factor responsável por variações de rendimento causadas pelo efeito climático e de fertilidade em azoto.

A sementeira directa e a manutenção das palhas no terreno poderão ter assim um contributo decisivo no aumento da sustentabilidade dos nossos sistemas de culturas de sequeiro, pois contribuem para a redução significativa dos dois principais custos de produção das culturas (mobilização do solo e adubação azotada) e dos dois impactes ambientais mais importantes (erosão do solo e poluição com nitratos) (Carvalho *et al.*, 2002).

Como a cultura de trigo à floração, já deverá ter absorvido 75% do azoto total encontrado à colheita, é até esta fase que deverá ocorrer o distanciamento na diferença de produção entre culturas bem e mal nutridas (Mossedaq e Smith, 1994). Assim, após uma imobilização inicial rápida, maiores montantes de azoto fertilizante imobilizado no solo serão libertados gradualmente nos períodos de maiores necessidades (de Fevereiro em diante após o encanamento) (Alpendre e Carvalho, 2002).

Ao preparar a cama da semente mais tarde maior sucesso haverá na destruição da população potencial de espécies daninhas, sendo minimizada a competição que poderia estabelecer-se entre espécies nocivas e cultura. Porém, dever-se-á conhecer, para cada situação, a quantidade de plântulas prejudiciais emergidas que a cultura irá tolerar sem sofrer perdas significativas de produção (Forcella *et al.*, 1993). Os mesmos

autores referiram ainda, no mesmo estudo, que elevada proporção de plântulas emergidas, é assim um pré-requisito, para uma boa eficácia no controlo das infestantes na preparação da cama da semente. No entanto, poderão surgir algumas dificuldades para controlar determinadas espécies em simultâneo com a realização desta técnica cultural, principalmente em regiões de alguma secura, devido à emergência ser mais lenta do que a do trigo, mas uniforme (Medd *et al.*, 1985). Contudo, o período de espera para a máxima emergência poderá atrasar a sementeira da cultura e condicionar a sua produção (Forcella *et al.*, 1993).

Segundo Forcella (1986), a interferência das infestantes na cultura do trigo poderá ser diferente em sementeira directa e nos sistemas tradicionais, pois nestes a mobilização poderá promover a germinação das sementes do banco de sementes do solo ou eliminar as plantas que estão em desenvolvimento.

Diversos trabalhos têm procurado verificar a interferência das infestantes na cultura do trigo, da qual resultaram perdas na produção e em algumas das suas componentes (Appleby *et al.*, 1976; Bourdôt *et al.*, 1997; Cosser *et al.*, 1997; Lemerle *et al.*, 1995; 1996; Martin *et al.*, 1987; Medd *et al.*, 1985; Wilson *et al.*, 1990).

Nos sistemas em que há redução das mobilizações parecem predominar espécies anuais (Cardina, 1995; Harrison e Loux, 1995), mas tende a mudar a dominância das folhas largas (Dicotiledóneas) para as plantas pertencentes à família das Gramíneas (Harrison e Loux, 1995).

Apesar das condições meteorológicas de cada ano influenciarem os resultados obtidos, à semelhança do que observaram Wicks *et al.* (1994) e Calado *et al.* (2002), uma emergência significativa da população potencial de infestantes antes de semear a cultura do trigo, permite no sistema de sementeira directa, segundo Calado *et al.* (2002), um controlo dessa flora na época de pré-sementeira, limitando a sua interferência na cultura. Ao diminuir-se o impacto da infestação no desenvolvimento da cultura, haverá menor necessidade de intervenção para controlar as plantas nocivas em pós-sementeira através da aplicação de herbicidas. Este facto é justificado pelas perdas de produção, que resultam da interacção entre espécie cultivada e infestantes (Calado *et al.*, 2002).

3. Plantas Infestantes

3.1. Definição de Planta Infestante

Na génese das plantas infestantes estiveram as espécies silvestres muito adaptadas aos locais naturais perturbados pela glaciação e as novas espécies ou cultivares que têm evoluído a partir das actividades agrícolas (Muzik, 1970). Algumas crescem em associação com as actividades humanas, sendo designadas de obrigatórias. Enquanto outras, que se desenvolvem quer em habitats primários (naturais) quer em cultivados (perturbados pela acção do homem), são denominadas de facultativas (Muzik, 1970).

Booth e Swanton (2002) referem que, numa grande extensão podem dividir-se as plantas em grupos funcionais, quando se pensa em árvores, arbustos e ervas, anuais e perenes. Contudo, na agricultura sabe-se que as infestantes são, em geral, plantas herbáceas, ou seja, ervas anuais e perenes, porque a prática da mobilização do solo filtra as espécies mais ou menos lenhosas, retirando-as do meio. Como exemplos desses filtros em sistemas agrícolas, temos o clima, as características do solo, a topografia, a mobilização, os herbicidas e a depredação, que podem influenciar qualquer espécie infestante em qualquer estado do seu ciclo de vida (Booth e Swanton, 2002).

As definições atribuídas a planta infestante são várias, como erva daninha, invasora ou má erva (Bonciarelli, 1978). Contudo, apesar das diversas definições, estas plantas têm em comum a vocação para exercerem impacto sobre as actividades humanas.

Um conceito amplo de planta infestante é dado por Shaw (1956), que as define como toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada, tal como o sugerido por Dordio *et al.* (1999), em que infestante é toda a planta que se desenvolve onde não é desejável, sob o ponto de vista de interesse do homem. Um conceito mais voltado às actividades agropecuárias é exaltado na definição proposta por Blanco (1972) que define planta infestante como toda e qualquer planta que emerge espontaneamente em áreas de interesse humano e que, de alguma forma, interfere prejudicialmente nas actividades agropecuárias do homem. Para Villarías (2002) o conceito botânico de

infestante não existe. Uma espécie vegetal será uma infestante, quando dificulta o crescimento das plantas cultivadas. Portanto, as plantas que não têm nenhuma utilidade conhecida e que se encontrem numa determinada cultura, são denominadas de infestante.

Outros autores apresentam uma definição mais precisa. Em que, planta infestante define-se como aquela que é prejudicial ou causa danos ao homem, seus animais e suas culturas. Reduz o rendimento das espécies cultivadas (Roberts *et al.*, 1977; Hoefler *et al.*, 1981; Spitters, 1989; Bridges, 1995), devido à competição pelos factores de produção e aos efeitos de alelopatia, diminui a qualidade e interfere na eficiência da colheita (Attwood *et al.*, 1977; Bridges, 1995), com a consequente redução da produção e da qualidade dos produtos (Dordio *et al.*, 1999). Esta redução poderá, eventualmente, afectar o consumidor, através de um possível acréscimo dos preços ou de uma diminuição qualitativa dos produtos (Calado, 2005). A influência das infestantes nos rendimentos é difícil de enumerar com precisão, mas é muitas vezes considerável, sendo que em numerosos casos é mesmo impossível a planta desenvolver-se se as infestantes não forem destruídas (Éliard, 1999).

Segundo Bridges (1995), muitas espécies de infestantes estiveram na origem de muitas culturas e também estas, podem perante determinadas condições passar por infestantes. Esta ideia é corroborada por Dordio *et al.* (1999) que diz que plantas de interesse quando cultivadas podem tornar-se infestantes quando se encontram noutra cultura, à semelhança do que é afirmado por Bonciarelli (1978) ao alertar para o facto de que muitas plantas cultivadas podem assumir em determinadas circunstâncias o papel de infestantes. Para Roberts *et al.* (1977), esta mudança de avaliação ocorrerá quando as suas plantas persistirem nos cultivos seguintes da rotação.

Quando surgem plantas de trigo no meio de outra cultura, são consideradas infestantes (Villarias, 2002). Assim, nas classes Monocotiledónea e Dicotiledónea, são encontradas diversas espécies cultivadas, que por isso, em certas ocasiões poderão ser consideradas plantas infestantes.

Para além disso, Dordio *et al.* (1999), menciona que plantas normalmente referidas como infestantes, em determinadas regiões podem ser consideradas úteis. E podem, também, ajudar a moderar a temperatura, a inibir outras espécies e a criar condições para atrair ou abrigar artrópodes benéficos, por isso, é importante a sua acção nos agroecossistemas (Calado, 2005).



Por outro lado, para além dos danos intrínsecos à sua própria presença, não se deve subestimar o facto de que as infestantes funcionam muitas vezes como hospedeiras de outros inimigos das culturas, como pragas e doenças (Monteiro *et al.*, 1991), originados por insectos, nemátodos, fungos, bactérias e vírus (Attwood *et al.*, 1977; Roberts *et al.*, 1977).

Devido aos prejuízos que causam, estas plantas consideram-se más ervas e as várias designações que lhes são atribuídas, devem-se à forma como exercem a sua influência, sendo comum designá-las de infestantes ou invasoras (por infestarem e invadirem os campos das culturas), daninhas ou nocivas (por causarem prejuízos) e adventícias (por se intrometerem na cultura).

3.2. Competição das plantas infestantes com a cultura do Trigo

As interações, entre cultura e infestantes, podem ser positivas ou negativas. O efeito combinado de todas as interações negativas entre plantas é designado por interferência. A interferência entre cultura e plantas infestantes inclui competição, alelopatia e parasitismo (Bridges, 1995). Apesar de se fazer sentir com qualquer um dos três processos, é o primeiro (competição), que parece ocorrer com maior frequência nos sistemas de cereais (Calado, 2005).

A competição é um processo que ocorre quando o efeito combinado da procura de recursos pelas plantas ocorre dentro de determinada área e excede a oferta disponível. A competição entre cultura e infestantes manifesta-se pela alteração no crescimento e desenvolvimento de ambas as espécies (Bridges, 1995). A competição pode ser interespecífica ou intraespecífica. Interespecífica, quando a competição ocorre com duas ou mais espécies que coexistem simultaneamente, no tempo e no espaço, à procura de um mesmo recurso limitado. No segundo caso, a situação repete-se, mas com plantas da mesma espécie.

A alelopatia é um tipo de interferência negativa que ocorre quando uma planta produz e lança para o meio ambiente (solo e ar) substâncias químicas, as quais são prejudiciais para o crescimento e desenvolvimento de outras plantas. As plantas podem ser auto-alelopáticas (autotóxicas) ou elas podem ser alelopáticas para outras espécies. Os efeitos e os potenciais efeitos da alelopatia têm sido amplamente estabelecidos e são conhecidos por desempenharem um papel importante em alguns ecossistemas (Bridges, 1995). O parasitismo consiste num processo pelo qual uma planta vive sobre uma outra planta hospedeira e obtém nutrientes e energia, a partir do hospedeiro, normalmente através de um haustório. Estas plantas que parasitam outras podem ter um grande impacto na produtividade da planta hospedeira (Bridges, 1995).

As plantas crescem em estreita proximidade e podem concorrer para um ou mais factores de crescimento como a luz, água e nutrientes. Em segundo lugar competem pelo espaço e por relações de simbiose. As plantas reagem à proximidade alterando a sua forma de crescimento ou a sua taxa de crescimento, de forma a aumentarem a sua capacidade de captar recursos. É evidente que a morfologia depende do crescimento e

há espécies infestantes que crescem mais rapidamente do que as cultivadas, utilizando os recursos do meio. A partir da procura dos recursos necessários para suportarem esse crescimento, verifica-se a extrema sensibilidade das plantas jovens, sendo o seu desenvolvimento afectado devido ao complexo processo da competitividade (Mohler, 1996).

A alelopatia poderá ser um factor na competição da cultura com as infestantes. Uma forma directa de a utilizar será plantar culturas que produzam substâncias alelopáticas que inibam a germinação e desenvolvimento de infestantes na proximidade da cultura. A escolha de uma rotação de culturas correcta pode muito afectar a população de infestantes em épocas posteriores, fenómeno que foi atribuído à alelopatia (Cardina, 1995). Também neste campo, o melhoramento genético poderá contribuir ao produzir variedades, com actividade alelopática, capazes de dificultarem o crescimento de flora prejudicial à cultura.

3.2.1. Condicionantes da competição (características das plantas relativas à capacidade competitiva)

Dever-se-ão controlar as plantas infestantes antes do estado que mais problemas causam na espécie cultivada. Todavia, quando for possível, em condições de campo, prever a emergência das plântulas infestantes, poder-se-ão seleccionar os genótipos e a data de sementeira que minimizarão os efeitos negativos das plantas prejudiciais na cultura (Martínez-Ghersa *et al.*, 2000a). Obviamente, a emergência das plântulas daninhas pode começar desde o fim da preparação da cama da semente e continuar enquanto as condições ambientais forem favoráveis para o processo de germinação (Sattin *et al.*, 1997), mas o início do ciclo de crescimento das plantas é importante na determinação da intensidade e no resultado da subsequente competição das espécies prejudiciais com a cultura (Calado, 2005). Por isso, alguns dias de atraso no nascimento, podem criar uma diferença de crescimento irrecuperável entre plantas (Sattin *et al.*, 1997).

Assim, qualquer característica da cultura ou técnica cultural que equilibre a competição, a favor da cultura, reduzirá os recursos disponíveis para as infestantes, diminuindo assim o seu potencial de crescimento e consequente impacto sobre a produção da cultura (Cardina, 1995). Contudo, o efeito da competição exercida pelas plantas daninhas na cultura, medido pela redução da produção, pode variar com o local (Challaiah *et al.*, 1986). Em geral, as espécies infestantes são mais competitivas, quando apresentam um crescimento inicial rápido, o que leva ao ensombramento das plantas cultivadas ou cujo sistema radical permita a utilização da água do solo e uma rápida absorção de nutrientes (Muzik, 1970; Iqbal e Wright, 1999), por isso, também a disponibilidade de azoto pode influenciar o seu crescimento (Iqbal e Wright, 1997). As adubações minerais contribuem fortemente para o desenvolvimento de plantas infestantes. Quando são utilizadas grandes quantidades de azoto é potenciado o desenvolvimento de espécies nitrófilas (Monteiro *et al.*, 1991).

Quando as infestantes crescem antes do estabelecimento da cultura podem interferir na água utilizável (Donald e Eastin, 1995 citos por Calado, 2005) e nos nutrientes do solo, ou seja, reduzem os recursos do solo e/ou contaminam o terreno através de substâncias tóxicas provenientes dos seus resíduos. O acumular destes à superfície, pode também inibir a germinação das sementes e prejudicar a emergência das plântulas da cultura (Calado, 2005). Após a emergência das plantas cultivadas, a interferência das infestantes depende do tempo em que ocorre este estado nas espécies não desejadas, uma vez que as plantas emergidas mais tarde parecem ser menos competitivas (Bastiaans *et al.*, 2000; Jones e Medd, 2000; Sattin *et al.*, 1997).

As diferentes culturas podem ter efeitos variáveis na população de plantas infestantes, em parte devido às suas diferenças na capacidade competitiva (Andersson e Milberg, 1998 citos por Légère e Bai, 1999). Os cereais de grão pequeno são geralmente muito competitivos, o que explica o seu uso frequente como culturas abafantes. Contudo, a sua relativa capacidade competitiva varia consoante as espécies e, dentro destas, entre cultivares (Blackshaw, 1994; Huel and Hucl, 1996; Lemerle *et al.*, 1996; Richards e Davies, 1991 citos por Légère e Bai, 1999). A competitividade pode ser substancialmente influenciada pelas condições ambientais (Lemerle *et al.*, 1995; Lutman *et al.*, 1994). Culturas mais competitivas possuem maior capacidade para suprimir as plantas infestantes, enquanto mantêm níveis aceitáveis de produção de grão (Lemerle *et al.*, 1995).

A competição por parte da cultura, pode reduzir a produção de sementes e biomassa das infestantes em 80% ou mais (Minotti e Sweet, 1981 cit. por Cardina, 1995). Por causa dos seus efeitos na população de plantas infestantes, como a produção de sementes pelas infestantes e o seu retorno para o banco de sementes, a capacidade competitiva das culturas é importante na gestão das populações de infestantes (Cardina, 1995). Bridges (1995) refere que plantas que emergem e têm altas taxas de crescimento relativo durante o início da fase vegetativa de crescimento são, em geral, competitivas. Para tal, é necessária eficiência na absorção de recursos, o que é conseguido devido ao extenso sistema radical que estas plantas desenvolvem em poucos dias ou semanas, após a emergência. O crescimento relativamente rápido das folhas e alongamento do caule são, também, uma característica (Bridges, 1995).

As características das plantas de trigo, ou de outra cultura, relacionadas com o sistema radical devem ser consideradas nesta perspectiva da capacidade competitiva com a flora infestante, que neste domínio ocorre abaixo da superfície do solo. O que de acordo com Lemerle *et al.* (2001a), principalmente a rapidez de crescimento da raiz nos primeiros estados, e Froud-Williams (1997), os efeitos da exsudação de substâncias aleopáticas, são atributos com alguma relevância para a competitividade.

O crescimento da raiz é uma forma de aumentar a competição da cultura, desde que sejam raízes de grande comprimento específico (comprimento por unidade de peso da raiz). Por outro lado, o comprimento das raízes pode também estar relacionado positivamente com a altura das plantas de trigo (Lemerle *et al.*, 2001a). De acordo com Cardina (1995) e Martínez-Ghersa *et al.* (2000a), além do crescimento, a distribuição e a função exercida pelas raízes no perfil do solo, são características que podem melhorar a capacidade das plantas cultivadas competirem com as nocivas para os diferentes recursos do solo. Além disso, as raízes podem exsudar substâncias tóxicas no meio de crescimento, confinando o desenvolvimento de outras plantas, fenómeno de alelopatia (Froud-Williams, 1997; Lemerle *et al.*, 2001a).

É provável que, na competição pela luz, as variedades de caule mais pequeno e com menos vigor, sejam concorrentes mais fracas (Arnold *et al.*, 1985 cit. por Lemerle *et al.*, 1995). A concorrência precoce provavelmente será influenciada pela taxa de crescimento inicial, enquanto a altura apenas será importante mais tarde (Lemerle *et al.*, 1995). Por outro lado, Lemerle *et al.* (1996a), verificaram que os genótipos de trigo australianos com maior altura pareciam ter grande vigor inicial, o que lhes permitia, possivelmente, apresentar uma forte capacidade competitiva.

No entanto, é importante que os genótipos de trigo com plantas mais altas, tenham, também, uma relação positiva com a produtividade do trigo obtida na cultura sem infestação e não o contrário, como foi verificado por Christensen *et al.* (1996), em que nas variedades de porte mais baixo obtiveram maiores produções, quando a cultura estava livre da flora infestante.

Appleby *et al.* (1976), descobriu que a produção de grão de trigo foi reduzida, pela infestação de *Lolium rigidum* L., mais em variedades de caule mais curto do que em variedades de caule mais longo. O que foi confirmado segundo as observações de Cosser *et al.* (1997), em que a cultivar com plantas mais altas apresentou melhor comportamento produtivo quando a infestação era grande. Por outro lado, com menos infestantes durante o desenvolvimento do trigo, as variedades mais recentes e de menor altura permitiram obter rendimentos iguais ou superiores às mais antigas de maior altura. Os dados de Reeves e Brooke (1977) também sugerem que variedades de trigo de caule maior são mais competitivas com o *Lolium rigidum* Gaud., na Austrália, considerando que afilhamento e produção de matéria seca são menos importantes. Em contrapartida, outros relatos sugerem que a altura não é importante em conferir capacidade competitiva superior em algumas culturas (Wicks *et al.*, 1986; Satorre e Snaydon, 1992). E como refere Lemerle *et al.* (1996a), no seu estudo, as variedades mais antigas também apresentaram maior capacidade competitiva e, esta, era mais acentuada nos genótipos com elevada acumulação inicial de biomassa, com um grande número de filhos, de maior altura e que possuíam folhas largas capazes de causarem maior ensombramento.

As razões para as diferenças de capacidade competitiva entre espécies de cereais, variedades e época, dependerá da variação de culturas, da morfologia e fisiologia das plantas infestantes, tais como a altura e a acumulação de matéria seca (Balyan *et al.*, 1991 cit. por Lemerle *et al.*, 1995), taxa de cobertura do solo (Richards, 1989 cit. por Lemerle *et al.*, 1995), crescimento radical (Pavlychenko e Harrington, 1934 cit. por Lemerle *et al.*, 1995), área foliar e interceptação da luz (Cudney *et al.*, 1991 cit. por Lemerle *et al.*, 1995), a absorção de nutrientes (Konesky *et al.*, 1989) e possíveis taxas relativas de desenvolvimento fenológico (Cousens *et al.*, 1991; Morishita *et al.*, 1991, cits por Lemerle *et al.*, 1995). O vigor inicial é assim importante (além da altura) que depende da taxa de crescimento relativa, taxa de emergência e do crescimento numa primeira fase (Lemerle *et al.*, 1996a; 1996c; 2001a; Froud-Williams, 1997), mas há ainda características como a taxa de afilhamento, a forma e dimensão das folhas e por

consequente a capacidade de ensombramento, que devem ser consideradas no âmbito da cultura competir com as infestantes (Lemerle *et al.*, 1996a; 1996c; 2001a; Froud-Williams, 1997; Korres e Froud-Williams, 2002).

Para Donald e Eastin (1995), o trigo com hábitos de crescimento de Inverno parece ser mais competitivo com as infestantes relativamente ao de hábitos de crescimento de Primavera, possivelmente, porque existe maior desenvolvimento da parte aérea, sendo feita uma cobertura mais uniforme de todo o espaço. Contudo, as variedades de trigo que são mais tardias à maturação, tendem a ser menos competitivas perante as plantas infestantes, porque podem ficar sujeitas a uma maior intensidade das condições adversas, como o aumento do stress hídrico durante a formação do grão (Lemerle *et al.*, 2001b).

Muitos estudos têm mostrado diferenças significativas na capacidade competitiva entre variedades de trigo e uma série de espécies de plantas infestantes (Appleby *et al.*, 1976; Moss, 1985; Challaiah *et al.*, 1986; Wicks *et al.*, 1986; Balyan *et al.*, 1991; Blackshaw, 1994; Christensen, 1994; Huel & Hucl, 1996; Seavers & Wright, 1999). Especialmente preocupante é o facto de os modernos trigos semi-anões serem menos competitivos do que os trigos tradicionais mais antigos (Appleby *et al.*, 1976; Moss, 1985; Lemerle *et al.*, 1996a), tornando-os mais dependentes de herbicidas do que as variedades mais antigas (Lemerle *et al.*, 2001b). Além disso, as variedades actuais são caracterizadas por porte baixo devido à presença de genes de ananismo, designando-se de semi-anãs, situação que se constata também na cerealicultura portuguesa (Calado, 2005). A extensão e as razões para a variação das variedades de trigo na capacidade competitiva foram recentemente revistas por Lemerle *et al.*, (2001a).

Ao favorecer a capacidade competitiva da cultura, haverá uma menor dependência em relação aos herbicidas, que poderá conduzir a uma redução de custos (Lemerle *et al.*, 1996b; 1996c; 2001a) e minimizará a contaminação ambiental (Lemerle *et al.*, 2001a). Além disso, a eficácia do herbicida pode aumentar nas culturas e, consequentemente, em variedades que tenham maior aptidão para competirem com as espécies infestantes.

Ramsel e Wicks (1988) cita por Cardina (1995) referem que no trigo, cultivares mais competitivas apresentam maiores produções de grão e de biomassa, mas podem não interceptar mais luz nem serem maiores do que variedades menos competitivas. Contudo, segundo Appleby *et al.* (1976) e Challaiah *et al.* (1986) a competitividade das variedades de trigo está relacionada com a maior altura da planta. Apesar da

complexidade, em duas variedades com potencial produtivo semelhante, mas alturas diferentes, parece que pode ser recomendada a mais alta para se atingirem maiores rendimentos em campos com infestantes (Appleby *et al.*, 1976; Christensen *et al.*, 1996; Lemerle *et al.*, 1996a; Cosser *et al.*, 1997; Korres e Froud-Williams, 2002). É difícil generalizar acerca da capacidade competitiva das variedades, porque a interação entre variedades, práticas culturais, tais como distância na linha, fertilizações ou data de sementeira, são variáveis.

3.2.2. Consequências da competição

Diferentes variedades respondem favoravelmente, em competitividade e produção, a diferenças de técnicas culturais e de condições ambientais (Cardina, 1995). Mas sabe-se que quando aumenta a densidade de plantas infestantes aumentam as perdas de produção da cultura. Segundo Calado (2005), quando ocorre uma grande infestação, é provável que se verifique a senescência prematura da folha bandeira (última folha) das plantas de trigo, afectando assim a fotossíntese líquida e, conseqüentemente o seu rendimento. Refere ainda o mesmo autor, que pelo contrário, quando a infestação é baixa, o rendimento da cultura é pouco afectado, sendo o tratamento químico pouco justificável para estas condições.

Economicamente, o limiar deverá situar-se no valor de densidade de infestantes até ao nível em que o valor das perdas, devido à competição das plantas infestantes, exceda os custos do seu controlo. Todavia, estes limites de acção devem ter em consideração outros factores, tais como o efeito de permitir a disseminação de sementes de infestantes no solo, a qual irá potencialmente afectar a gestão da flora infestante nas culturas sucessivas (Bridges, 1995). No que diz respeito ao período em que decorre a competição, geralmente as infestantes que emergem antes ou ao mesmo tempo que a cultura, habitualmente, causam a redução na produção da cultura mais do que as infestantes que emergem depois da germinação da cultura (Bridges, 1995).

O período crítico de competição entre as plantas infestantes e a cultura do trigo é variável e ocorre geralmente dos 14 aos 47 dias após a emergência das plantas da cultura. Esta variação deve-se ao genótipo, época de sementeira, época de emergência, espécie e densidade das plantas infestantes. No caso de uma cultivar de trigo com um

ciclo de 140 dias o período crítico vai, aproximadamente, até 47 dias após a emergência (Rizzardi *et al.*, 2006).

Segundo Lemerle *et al.* (1979; 1996b), a competição entre a cultura do trigo e a flora infestante, nomeadamente a espécie *Lolium rigidum* Gaud., ocorre desde o estado de duas folhas até à fase reprodutiva, reduzindo o afilamento e afectando a formação da espiga de trigo.

Nesta cultura, as perdas na produção de grão, devidas ao *Lolium rigidum* Gaud. (com uma densidade de 100 plantas m⁻²), podem variar entre zero e 75%, dependendo da estação do ano, da data de sementeira, produtividade potencial, variedade e densidade de sementeira (Smith & Levick, 1974; Reeves, 1976; Lemerle *et al.*, 1979; Medd *et al.*, 1985 cits por Lemerle *et al.*, 1995). Durante as últimas duas décadas, os herbicidas selectivos foram utilizados extensivamente, com o objectivo de diminuir as perdas causadas por esta infestante. Porém, com o generalizado desenvolvimento da resistência do *Lolium rigidum* Gaud. aos herbicidas (Pratley *et al.*, 1993), uma alternativa de controlo não-químico tornou-se cada vez mais importante.

Lemerle *et al.* (1995) verificaram, que as produções de grão dos cereais de Inverno, foram influenciadas por uma interacção significativa entre espécies, variedades e competição das plantas infestantes. Além disso, as perdas na produção de grão de trigo mole de Primavera (*Triticum aestivum* L.), que resultaram da competição da cultura com o *Lolium rigidum* (em 300 plantas m⁻²) variaram entre 22 e 40%, de acordo com a variedade em causa. Para além deste estudo, outros também mostraram que há diferenças na capacidade competitiva entre variedades de trigo (Reeves & Brooke, 1977; Lemerle *et al.*, 1979; Moss, 1985; Challaiah *et al.*, 1986; Wicks *et al.*, 1986). Durante a fase vegetativa, da cultura do trigo, se ocorrer competição entre este e as plantas infestantes, estas provocam-lhe uma redução do afilamento e de acumulação de matéria seca. O efeito desta competitividade na formação da espiga pode ser expresso até mais tarde que a formação da espigueta, mas antes do enchimento do grão de trigo, como afirma Lemerle *et al.* (1979).

Lemerle *et al.* (1995), confirma no seu estudo que o *Lolium rigidum* Gaud. compete pelos nutrientes e pela luz, tais como Barrett e Campbell (1973), Smith e Levick (1974), Reeves (1976) e Forcella (1984), haviam afirmado. No entanto, o desenvolvimento e a taxa de crescimento do *Lolium rigidum* Gaud. é semelhante à da cultura do trigo (Cousens, 1996).

No caso da espécie *Avena* spp., Jones e Medd (2000) verificaram, nas condições edafo-climáticas da Austrália, o extenso período de emergência de plântulas desta espécie. Constataram três períodos distintos, sendo o primeiro deles antes da sementeira da cultura do trigo (o que permite a eliminação das infestantes na preparação da cama da semente); o segundo acompanhou a época de sementeira (o controle pode ser efectuado na pré ou na pós-emergência) e por último, a terceira fase, caracterizou-se por uma emergência tardia, em que as plantas são pouco competitivas e, apesar de já não poderem ser controladas pelos métodos tradicionais, têm capacidade para se reproduzirem e contribuírem para o banco de sementes.

Além das espécies infestantes referidas pertencentes à família das Gramíneas, há ainda a *Phalaris minor* Retz. (erva cabecinha), que também pertence a esta família e surge em alguns campos de cereais, onde segundo Iqbal e Wright (1998) instala-se com facilidade em ambientes húmidos e, quando começa a ocorrer algum défice de água no solo, aumenta a sua capacidade competitiva comparativamente ao trigo. Além disso, segundo Singh *et al.* (1999), a germinação das sementes desta espécie infestante ocorre entre meados dos meses de Novembro a Dezembro, por isso o seu ciclo vegetativo pode ser mais curto do que o da cultura do trigo, o que lhe confere benefícios na competição com a espécie cultivada.

Forcella (1986), numa região no sudeste australiano, que considerou de clima quase mediterrâneo, verificou, em primeiro lugar, que a interferência entre cultura e infestantes pode ser de muito curta duração. Diferenças consideráveis nas produções ou no peso seco podem ocorrer se as plantas infestantes não forem controladas em intervalos específicos, dentro da estação de crescimento (fase vegetativa), que podem ser tão curtos como intervalos de 5 a 10 dias. Em segundo lugar, dependendo da data de sementeira, a interferência pode decorrer em uma ou duas épocas, sendo a primeira no final do Outono, quando a cultura for semeada no início desta estação; nesta fase as plantas de trigo têm mais ou menos duas a quatro semanas de idade (Rerkasem *et al.*, 1980 cit. por Forcella, 1986, encontrou plantas, com esta idade, mais susceptíveis à concorrência) e a segunda época é no início da Primavera; parece ser esta a mais importante nas sementeiras tardias (final do Outono). Constatou, ainda, que a interferência das infestantes na cultura aumentava para temperaturas do solo superiores a 10 °C na camada superficial do solo, o que resultava na rápida diminuição de azoto disponível.

Noutro ensaio realizado na Austrália, por Lemerle *et al.* (2001b), com o objectivo de estudar a capacidade competitiva de algumas variedades de trigo comercialmente disponíveis (sendo à partida algumas mais competitivas e outras menos em determinados aspectos) com o *Lolium rigidum* Gaud., verificaram que praticamente toda a variação no rendimento de grãos da cultura foi atribuída à interacção entre variedade e efeitos ambientais em 81% e somente 4% devido à associação de infestantes, variedade e efeitos ambientais. Assim, afirmam que a introdução de uma maior variabilidade genética no trigo é necessária para aumentar significativamente a competitividade. Alternativamente, manipular agronomicamente a cultura, tal como o aumento da densidade de sementeira, pode ser uma alternativa prática. Concluem que, a produção de grão em talhões sem infestantes foi altamente e positivamente correlacionada com a produção de grão dos talhões infestados, sugerindo que a adaptação local é importante para a forte competitividade.

É de referir que existem infestantes, que por vezes, crescem mais tarde nos intervalos da cultura, que apesar de já não conseguirem directamente reduzir a produção de grão, de acordo com Donald e Eastin (1995), todavia interferem na colheita, diminuindo a qualidade do grão e causando problemas no seu armazenamento. E a utilização das ceifeiras debulhadoras na colheita mecânica de cereais teve enorme influência no aumento das infestações de algumas espécies, uma vez que estas entram na ceifeira juntamente com o cereal, sendo debulhadas facilmente e disseminadas de imediato num local mais ou menos próximo (Monteiro *et al.*, 1991). O exemplo mais marcante desta situação é o enorme incremento da infestação de balanco maior (*Avena sterilis* L.) nas searas de trigo no centro e sul do país, devido à falta de limpeza dos tegões e outros órgãos destas máquinas que levou à disseminação de sementes entre zonas bastante distantes, nomeadamente ao recorrer-se ao aluguer de ceifeiras debulhadoras que vão ser utilizadas em muitas regiões do país, tendo por isso ocorrido um agravamento da situação em Portugal (Monteiro *et al.*, 1991).

Para além disto, as culturas infestadas demoram mais tempo a secar até à altura da colheita atrasando assim o calendário de operações. E a presença de plantas infestantes pode fazer com que seja necessário parar para se proceder à limpeza das barras de corte da ceifeira. As infestantes trepadoras quando intensamente presentes podem provocar o abafamento da cultura e o seu alto crescimento torna a colheita da cultura mais difícil ou até mesmo impossível (Atwood *et al.*, 1977).

3.3. Plantas Infestantes Dominantes na Cultura do Trigo em Portugal

Existem diversas características do solo que afectam directamente a natureza da população de plantas infestantes, em determinado local, para além das condições do ano. Assim, as espécies infestantes dominantes podem ser relativamente diferentes consoante a textura do solo, a drenagem interna, o teor de matéria orgânica, o pH e outros aspectos físico-químicos do solo (Roberts *et al.*, 1977).

A questão central que ressalta, da rotação de culturas, é que esta afecta directamente a flora infestante (Wright, 1993; Walker, 1995). Além disso, a gestão da flora infestante das culturas influencia o grau de dominância (Locke *et al.*, 2002).

De acordo com Attwood *et al.* (1977), até à introdução de herbicidas reguladores de crescimento, as plantas infestantes de folha larga (classe Dicotiledónea) dominavam em muitos campos cerealíferos. Actualmente, as plantas dominantes são várias espécies, da família das Gramíneas, pertencentes à classe Monocotiledónea (Attwood *et al.*, 1977). Tudo isto é devido à evolução que, gradualmente, se verifica ao nível de determinadas práticas culturais que beneficiam mais umas espécies em detrimento de outras.

No Alentejo, na cultura de trigo mole, as plantas infestantes dominantes são maioritariamente pertencentes à divisão das Espermatófitas, subdivisão das Angiospérmicas e à classe das Monocotiledóneas e Dicotiledóneas.

O acréscimo das plantas da família das Gramíneas, parece estar associado à intensificação do cultivo de cereais aliado ao sucesso do controlo químico das plantas Dicotiledóneas, o qual contribuiu para a redução do efeito da competição e beneficiou as Monocotiledóneas (Attwood *et al.*, 1977).

A classe Monocotiledónea (também com a designação de *Liliopsida*) caracteriza-se por desenvolver raiz fasciculada, sendo as seminais substituídas por adventícias. Apresentam feixes primários vasculares do caule, com uma disposição complexa; não possuem câmbio intrafascicular (logo sem crescimento secundário na raiz e no caule); o caule é atactostélico. As folhas são geralmente inteiras e com nervação paralelinérvia. Dispõem ainda as peças florais, vulgarmente em múltiplos de três, sendo raro outros tipos. O pólen produzido é monocolpado, com um sulco ou poro

e possuem diásporos, apenas um cotilédone, ou embrião indiferenciado (Lidon *et al.*, 2005). A raiz principal tem uma duração muito reduzida e é substituída por numerosas raízes caulogénicas. Neste grupo são frequentes os bolbos, os tubérculos e os rizomas, como órgãos subterrâneos persistentes.

As ordens mais importantes deste grupo são as seguintes: Liliales, Palmales, Zingiberales, Orquidales, Ciperales e Graminales (Muñoz, 2000), sendo esta última também designada de Poales.

Na classe Monocotiledónea existem três géneros que dominam na cerealicultura portuguesa e são encontrados com alguma frequência nos cereais de Outono-Inverno, nomeadamente a *Avena* L., a *Phalaris* L. e o *Lolium* L., mas a sua distribuição espacial e dominância depende das condições edáficas existentes. Estes três géneros pertencem à família *Gramineae* ou *Poaceae* (Gramíneas).

Em suma, a flora infestante destas culturas caracteriza-se pela dominância de plantas anuais (Basch, 1988), sendo dentro das Monocotiledóneas, as espécies mais frequentes, da família das Gramíneas.

O domínio das plantas com ciclo vegetativo anual (embora algumas possam ser anuais ou bianuais), tem como factor a estação do Verão ser longa e seca, o que nestas condições, segundo Melander (1998), associadas aos sistemas de sequeiro extensivo limitam o crescimento das plantas infestantes, mais concretamente, as plurianuais ou perenes.

3.3.1. Infestantes da Classe Monocotiledónea

São plantas herbáceas com flores hermafroditas que carecem de cálice e de corola e que se reúnem em inflorescências em forma de espigas. Os caules apresentam nós espessos e os entrenós longos, cilíndricos e ocos, que são rodeados pelas bainhas das folhas. As folhas são longas e estreitas. No local de união entre a bainha e o limbo existe um apêndice membranoso chamado lígula. A polinização é anemófila. O fruto é um cariópse. Esta ordem é representada pela família *Gramineae* ou *Poaceae* (Gramíneas) que se encontra distribuída por todas as latitudes, formando grandes extensões naturais. É uma das ordens com maior importância para o Homem, pois a ela pertencem os cereais, que constituem a base da alimentação humana (Muñoz, 2000).

Segundo Villarias (2002), na família *Gramineae*, o perianto é glumáceo e cada espiga tem na sua base as glumas (nenhuma, uma ou duas) e cada flor tem duas glumelas em que geralmente a inferior é maior que a superior, podendo estar prolongadas por aristas.

3.3.1.1. *Lolium rigidum* Gaud.

O *Lolium* L. (geralmente *Lolium rigidum* Gaud., nome vulgar erva febra ou azevém bastardo) surge, habitualmente, nos solos dominantes do Alentejo Central, caracterizados por solos da Ordem dos Argiluvitados Pouco Insaturados (Mediterrâneos), em que parece ser o género dominante da família das Gramíneas (Calado, 2005).

A erva febra (Fig. 1a) é uma Gramínea anual de Outono/Inverno. O colmo é erecto, pode atingir até 70 cm de altura, tem folhas glabras lustrosas com aurículas avermelhadas (Fig. 1b) e compridas (Machado, 2005); que se apresentam enroladas longitudinalmente sobre si mesmas quando novas, tornando-se planas ou mantendo-se enroladas nas folhas mais estreitas (Vasconcelos *et al.*, 2000). O limbo apresenta nervuras evidentes na página superior. A sua espiga (Fig. 1c) é simples, dística e com espiguetas muito espaçadas (Machado, 2005), que têm entre 4 a 8 flores férteis (Vasconcelos *et al.*, 2000). A gluma é oblongo-lanceolada e os lemas apresentam-se oblongo-lanceoladas, míticas ou muito raramente com arista (Vasconcelos *et al.*, 2000), curta até 10 mm (Raimundo e Cadete, sd).

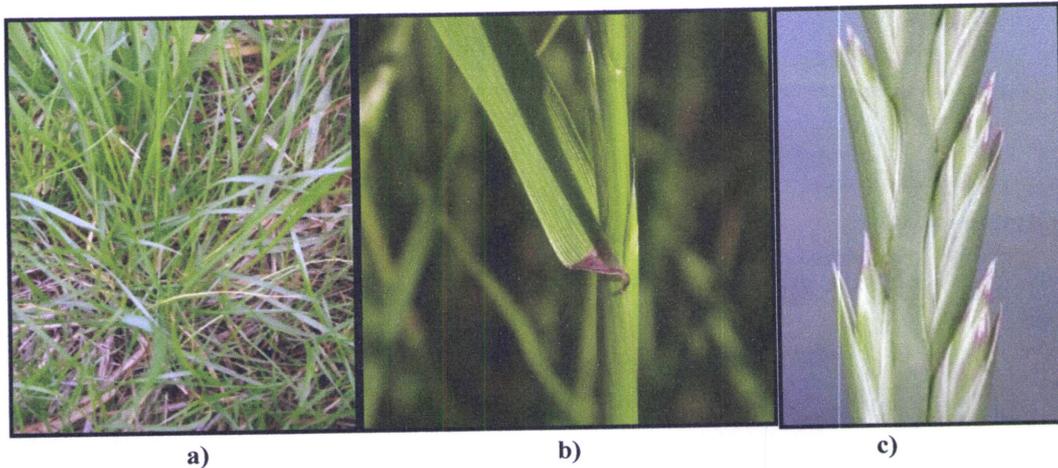


Fig. 1: *Lolium rigidum* Gaud. (erva-febra)

a) Planta de *Lolium rigidum* Gaud.; b) pormenor das aurículas avermelhadas (Fonte: www.unavarra.es); c) pormenor da espiga da planta (Fonte: www.utas.edu.au).

3.3.1.2. *Avena* L.

Das infestantes, Gramíneas, uma das espécies mais frequentes nas searas do centro e sul de Portugal é a *Avena sterilis* L. (Monteiro *et al.*, 1991).

Avena L. (geralmente *Avena sterilis* L., nome comum balanco-maior) aparece em solos de textura fina, nomeadamente em solos da ordem dos Barros e, nestes, é muitas vezes a Gramínea prevalecente (Calado, 2005).

O balanco maior (Fig. 2a) é uma gramínea anual de Outono/Inverno. Tem colmo glabro com 50-150 cm (Fig. 2b). Tem folhas sem aurículas (Fig. 2c) e com lígula membranácea, oval e dentada. A panícula pode atingir os 40 cm, é unilateral com ramos pendentes e espiguetas com 22-25 mm. Normalmente, apresenta grande afilhamento, proporcionando assim uma grande competição com os cereais (Machado, 2005). Os frutos são cariopses oblongas envolvidos pelas glumelas (Vasconcelos *et al.*, 2000).

O balanco maior (*Avena sterilis* L.) distingue-se do balanco bravo (*Avena barbata* Brot.) principalmente pelo tamanho maior das espiguetas entre 25 mm a 45 mm de comprimento e por terem entre 2 e 5 flores com lemas bidentadas; contrariamente as do balanco bravo possuem entre 18 e 30 mm e entre 2 a 3 flores com lemas que terminam com 2 sedas compridas e finas (Monteiro *et al.*, 1991).

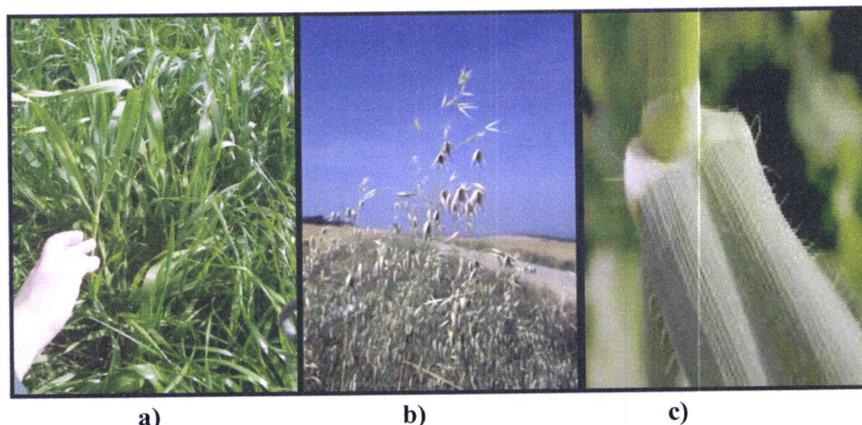


Fig. 2: *Avena sterilis* L. (balanco-maior)

- a) Planta de *Avena sterilis* L.; b) planta adulta de *Avena sterilis* L.; c) pormenor da folha sem aurículas (Fonte: www.unavarra.es).

3.3.1.3. *Phalaris* L.

A *Phalaris* L., geralmente *Phalaris minor* Retz. (Fig. 3), vulgarmente designada como erva-cabecinha, domina, muitas vezes, em solos das subordens dos Aluviossolos e dos solos de Baixas (Calado, 2005).

A *Phalaris minor* Retz. é uma gramínea anual de Outono/Inverno com 75 a 150 cm de altura. O limbo é glabro, acuminado, fino, plano e áspero. A lígula é escamosa, ovóide com pequenas aurículas. Apresenta panícula, ovóide, parecida a uma espiga (Machado, 2005). Monteiro *et al.* (1991), referem que a espigueta, das plantas de *Phalaris* L., dispõem-se em tirso.

De acordo com Calado (2005), devido à gestão da flora infestante que tem sido efectuado nas searas de trigo do Alentejo, nomeadamente, no que se refere ao controlo químico aplicado em pós-emergência, direccionado para o controlo de *Lolium* spp. ou *Avena* spp., começou a surgir com alguma frequência *Phalaris* spp.; isto também devido a algumas semelhanças morfológicas com o trigo e nas condições requeridas para o crescimento. Por isso, provoca grande concorrência com os cereais (Machado, 2005).



Fig. 3: *Phalaris minor* Retz.(erva-cabecinha).

Fonte: <http://luirig.altervista.org>

3.3.1.4. *Bromus* spp.

Em sistemas de mobilização de conservação, nomeadamente a mobilização nula, em que se recorre à realização de sementeira directa, poderá surgir, para além das Gramíneas referidas anteriormente, o *Bromus* spp.

O *Bromus rigidus* Roth (geralmente fura-capá, Fig. 4) é uma gramínea anual de Outono/Inverno que forma tufos. Tem colmo erecto com 20-40 cm pubescente. As folhas são peludas, sem aurículas. A lígula é dentada e glabra, e a panícula é densa com 15-20 cm, constituída por espiguetas multifloras (Machado, 2005).



Fig. 4: *Bromus rigidus* Roth (fura-capá)

Fonte: sophy.u-3mrs.fr.

3.3.2. Família *Juncaceae*

O *Juncus bufonius* L. (Fig.5a e 5b), o junco-dos-sapos, também pertence à classe Monocotiledónea, mas à família Juncácea, e é outra das infestantes do trigo, muito característica pois surge em solos mal drenados, húmidos (Monteiro *et al.*, 1991) e Invernos chuvosos (Calado, 2005).

Pequena erva anual, de raíz fibrosa, caules folhosos; folhas com bainha invaginante com as margens livres e limbo sublinear ou setiforme, mais ou menos canaliculado na base (Vasconcellos, 2000). Caracteriza-se por ter plantas pequenas e, por isso, pouco competitivas relativamente às dos cereais (Calado, 2005).

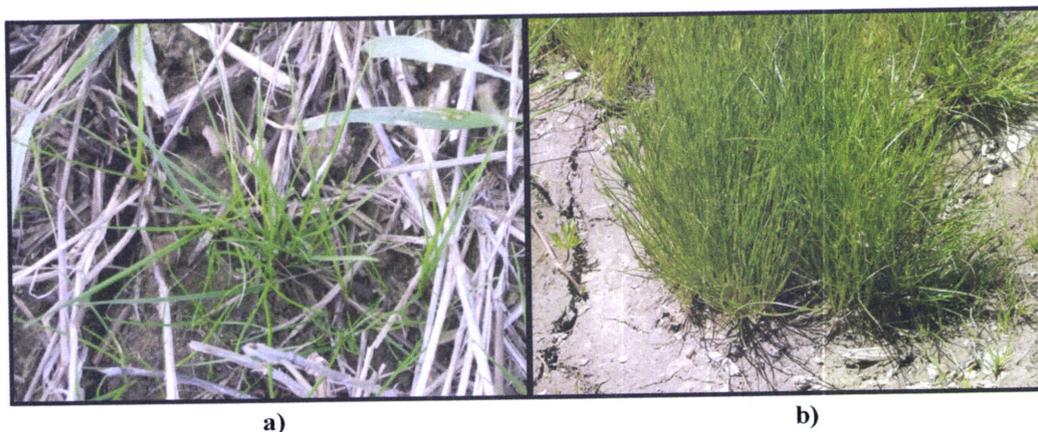


Fig. 5: *Juncus bufonius* L.

a) Plântula de *Juncus bufonius* L.; b) planta de *Juncus bufonius* L. (Fonte: <http://popgen.unimaas.nl>).

3.3.3. Outras espécies infestantes com importância na cultura do trigo

Nas espécies caracterizadas por folhas largas, existem algumas infestantes dominantes na cultura do trigo, no Alentejo. A sua dominância está directamente relacionada com as condições edafo-climáticas existentes.

As espécies incluídas na subclasse Dicotiledónea, caracterizam-se por produzirem sementes com dois cotilédones (Muñoz, 2000) e, além disso, por desenvolverem raízes apumadas. Os feixes primários vasculares do caule são constituídos por anéis, que apresentam crescimento secundário, resultante da actividade do câmbio interfascicular. Normalmente têm folhas inteiras ou diversamente recortadas

e, por vezes, com um retículo acentuado (nervação peni ou palminérvia). As peças florais, geralmente, dispõem-se em múltiplos de quatro ou cinco. Produzem pólen, basicamente tricolpado (com três sulcos ou poros). Possuem diásporos com um embrião composto por dois cotilédones, sendo muitíssimo raro ser um, três ou mesmo quatro (Lidon *et al.*, 2005).

As famílias de infestantes Dicotiledóneas mais comuns em Portugal são as Crucíferas, as Compostas (grande representatividade), as Umbelíferas, as Papaveráceas, as Quenopodiáceas, as Malváceas e as Poligonáceas.

São várias as espécies, pertencentes à classe Dicotiledónea, que infestam esta cultura, nomeadamente com as primeiras chuvas no final do Verão e início do Outono, verificando-se o seu rápido aparecimento. Destacam-se a *Calendula arvensis* L. (Fig. 6), (vulgarmente conhecida como erva-vaqueira, calêndula ou malmequer-dos-campos), a *Chamaemelum fuscatum* Brot. (margaça de inverno), a *Chamaemelum mixtum* L. (nome vulgar margaça (Fig. 7) e o *Chrysanthemum segetum* L. (pampilho das searas, (Fig. 8) da família das Compostas. O *Echium plantagineum* L. (nome vulgar soagem (Fig. 9), da família das Boragináceas; o *Raphanus raphanistrum* L. subsp. *raphanistrum* (nome vulgar saramago (Fig. 10), a *Diploaxis catholica* (L.) DC. (nome vulgar grizandra) e a *Sinapis arvensis* L. (mostarda do campo (Fig. 11) que se inserem na família das Crucíferas. À excepção das plantas de *Echium plantagineum* L. que podem ter ciclo anual ou bianual, todas as outras são plantas anuais.

As margaças são plantas infestantes anuais, cujo período de emergência será mais tardio, parecendo haver necessidade de maior armazenamento de água no solo e da consequente diminuição da temperatura (Calado, 2005). Para além disto, respondem positivamente à humidade e surgem com maior facilidade em solos de textura mediana a leve (franco, franco-arenoso e arenoso).

Também são adventícias comuns nas searas de trigo, o morrião (*Anagallis arvensis* L. var. *arvensis* (Fig. 12), a esparguta (*Spergula arvensis* L.), a soagem (referida anteriormente) e as espécies vivazes da família das Poligonáceas (*Rumex* spp.), principalmente a labança crespa (*Rumex crispus* L. (Fig. 13) e a labança-sinuada (*Rumex pulcher* L. (Fig. 14) (Monteiro *et al.*, 1991; Vasconcellos, 2000).

Em algumas espécies de folha larga, as plântulas emergem, maioritariamente em pleno Inverno ou mesmo no fim desta estação, no entanto, a sua capacidade competitiva fica limitada, quer pela diferença na época de emergência entre as plantas destas

espécies e as dos cereais de Outono-Inverno, quer pelo seu porte relativamente baixo (Calado, 2005).



Fig. 6: *Calendula arvensis* L.
Fonte: www.dkimages.com



Fig. 7: *Chamaemelum mixtum* L.
Fonte: o autor



Fig. 8: *Chrysanthemum segetum* L.
Fonte: www.dkimages.com



Fig. 9: *Echium plantagineum* L.
Fonte: www.floradecanarias.com



Fig. 10: *Raphanus raphanistrum* L. subsp. *raphanistrum* (Fonte: o autor)



Fig. 11: *Sinapis arvensis* L.
Fonte: <http://www.chromos-agro.hr>



Fig. 12: *Anagallis arvensis* L. var. *arvensis*
Fonte: o autor



Fig. 13: *Rumex crispus* L.
Fonte: <http://luirig.altervista.org/>



Fig. 14: *Rumex pulcher* L.
Fonte: www.aphotoflora.com

3.4. Controlo das plantas infestantes

3.4.1. Meios de Luta Utilizados

A prevenção é o método mais eficaz para controlar as plantas infestantes, porque as medidas tomadas para evitar a introdução e a disseminação de plantas daninhas (Days, 1972 cit por Walker, 1995), são, em geral, auxiliares eficientes na gestão de plantas infestantes (Wicks *et al.*, 1995). Estas medidas incluem a produção de sementes livres de sementes de infestantes, a limpeza de sementes infestadas, a própria quarentena e a regulamentação sobre sementes contaminadas. Hoje em dia, a utilização de sementes contaminadas continua a ser uma importante fonte de disseminação de plantas nocivas (Days, 1972 cit por Walker, 1995) e tem sido o método mais comum de propagação de plantas infestantes durante séculos (Wicks *et al.*, 1995).

Rizzardi *et al.* (2006), afirmam que, os métodos preventivos são importantes e constituem medidas eficazes e de baixo custo. Segundo os mesmos autores, baseiam-se em dois pressupostos; o primeiro consiste em evitar a entrada de plantas daninhas na área a cultivar e o segundo em evitar a sua disseminação. A disseminação de plantas infestantes é largamente evitável, apenas o senso comum é necessário para garantir o sucesso (Days, 1972 cit por Walker, 1995).

Geralmente, as plantas infestantes requerem uma análise e um controlo anual, uma vez que estão sempre presentes (Young *et al.*, 1994). Contudo, a frequência do controlo dependerá da diminuição ou do aumento da densidade populacional da flora nociva, para manter níveis de infestação dentro de determinados limites, que são economicamente importantes no curto prazo (Calado, 2005).

Existem diferentes meios de controlo a que se recorre para controlar os inimigos das culturas (incluindo as plantas infestantes). Estes são divididos em meios físicos, químicos, biológicos e genéticos.

3.4.1.1. Meios Físicos

A luta física, em protecção de plantas, não faz intervir processos biológicos ou bioquímicos existentes na luta química, na luta biotécnica ou na luta biológica (Amaro, 2003). Os métodos de luta física podem ser classificados, consoante o modo de utilização da energia em: luta mecânica, luta térmica, luta electromagnética e luta pneumática. No entanto, a luta electromagnética e a luta pneumática estão ainda em fase experimental (Amaro, 2003).

Nos meios físicos, há também as práticas culturais, que procuram otimizar o crescimento da cultura, como uma fertilização adequada e uma boa densidade de plantas. Destacam-se, no entanto, as operações de mobilização do solo, que usadas na altura certa, permitem eliminar as infestantes. Por exemplo, os trabalhos de mobilização antes da sementeira já têm o objectivo de controlar as plântulas infestantes emergidas (Gunsolus *et al.*, 2001).

Um excelente método para controlar infestantes cujas sementes tenham pouca dormência são as lavouras, porque enterram as sementes das infestantes, com o reviramento da leiva, até profundidades às quais estas não conseguem germinar. Todavia, a eficiência da lavoura diminui quando há dormência, o que ocorre em muitas espécies de infestantes. Ainda assim, as mobilizações foram usadas com sucesso no controlo de infestantes de multiplicação vegetativa (perenes) durante muito tempo. O princípio básico, a ter em consideração, consiste em mobilizar em intervalos sucessivos de modo a prevenir o desenvolvimento de infestantes. Contudo, é mais difícil no caso das infestantes perenes nas linhas das culturas de pequeno grão e em pousios (Wicks *et al.*, 1995).

Os meios mecânicos têm sido e continuam a ser adequados para controlar as infestantes, pois são efectivos e não selectivos, permitem obter resultados em pouco tempo e não estão relacionados com a especificidade do solo, podem reduzir as plantas plurianuais/perenes. Além disso, são aceites pelos agricultores, podendo ser utilizados em grandes áreas, sem deixar resíduos tóxicos. Tem o inconveniente de expôr demasiado o solo à erosão e necessitar de considerável energia e tempo. De acordo com Wicks *et al.* (1995), os melhores resultados são obtidos com intervalos entre as operações de mobilização, para que numa primeira passagem seja promovida a

germinação das sementes e, conseqüentemente, a emergência das plântulas, que só serão eliminadas nos trabalhos seguintes.

Os meios de luta físicos continuam a ser dos mais utilizados, no mundo inteiro, no combate a infestantes. A monda manual é um dos métodos mais antigos e que melhores resultados permite obter em infestantes anuais e bianuais e permite que todo o sistema radical possa ser removido do solo (Wicks *et al.*, 1995).

Outro método é a cobertura do solo (“mulching”), que impedirá a passagem da luz e formará uma barreira física para a emergência das plântulas, afectando também o teor de humidade e a temperatura (Wicks *et al.*, 1995). O encharcamento causado pela água, o fogo e a solarização, são outros métodos que provocam danos físicos na população de infestantes, nomeadamente nos órgãos de propagação. Contudo, a aplicação de métodos como a solarização (meio térmico), parecem ser pouco viáveis em espécies cultivadas de forma extensiva, podendo, no entanto, ser utilizados em culturas forçadas (Wicks *et al.*, 1995).

Wicks *et al.* (1995), referem que as infestantes tornam-se mais fáceis de controlar em rotações de culturas do que em monoculturas, uma vez que aquelas proporcionam um aumento de oportunidades para introduzir diferentes métodos de combate às infestantes. Outra técnica, referida pelos mesmos autores, que poderá ter uma acção eficaz na diminuição do grau de infestação é a colheita. Esta estará dependente da cultura e variedade, da data de sementeira, da finalidade da cultura, da área cultivada e da largura do equipamento utilizado na colheita. Mas, Burnside *et al.* (1969) cit por Wicks *et al.* (1995), referem que um atraso na época de colheita aumenta o risco de infestação devido ao aumento de sementes que ficam no solo (banco de sementes).

3.4.1.2. Meios Químicos

Por outro lado, a utilização de produtos químicos, pelo homem, no controlo de plantas não desejáveis, tem muitos anos, mas a grande evolução iniciou-se, essencialmente, com a descoberta dos herbicidas hormonais na década de quarenta do século passado (Harrison e Loux, 1995). Contudo, foi durante a década de cinquenta e sessenta, que em muitos países desenvolvidos, um pouco por todo o mundo, se iniciou a

prática de utilizar herbicidas selectivos, para combater plantas infestantes, sendo tóxicos apenas para algumas espécies vegetais (Harrison e Loux, 1995). Devido a este facto, verificou-se um aumento das produções de trigo a partir de meados do século XX (Young *et al.*, 1994; Combellack, 1989); por exemplo, na Europa as produções de trigo tiveram um aumento de 128% e na Austrália de 33% entre 1949 e 1983. Este aumento reflecte um adequado controlo de infestantes, pragas e doenças (Combellack, 1989).

O termo “selectivo” é usado para descrever um herbicida que é tóxico para algumas plantas e muito menos tóxico para outras até certa dose. A selectividade do herbicida é a base para o sucesso do controlo químico das infestantes das culturas e é o resultado de factores físicos e/ou biológicos, que produzem diferenças de toxicidade na cultura e nas infestantes (Harrison e Loux, 1995).

Existem factores biológicos, que tornam algumas plantas menos susceptíveis a um herbicida do que outras, que são, nomeadamente, a resistência genética, diferenças na absorção, diferenças de translocação e diferenças no metabolismo do herbicida. Estes factores permitem a diversas plantas menor susceptibilidade a determinado herbicida (Harrison e Loux, 1995), enquanto os factores físicos actuam através do contacto de uma dose, que será letal para as plantas daninhas e não prejudica a cultura.

Os herbicidas encontram-se agrupados e classificam-se de acordo com a sua estrutura química de base e o modo bioquímico de acção nas plantas. Existem diversas famílias químicas, em que cada uma delas contém diversos herbicidas comercializados, que possuem o mesmo modo de acção nas plantas. As diferenças de selectividade entre membros de uma família específica, determinam a sua especificidade como herbicidas (Harrison e Loux, 1995).

Além disso, existe um diverso número de factores, para além do método de aplicação do herbicida e da época de aplicação relativamente à cultura ou ao desenvolvimento das plantas infestantes, que podem influenciar os factores físicos dos herbicidas, incluindo incorporação mecânica, a rega, a formulação do herbicida, propriedades da substância activa e propriedades fisico-químicas do solo. As alterações climáticas, como situações extremas de precipitação e de temperatura, também interagem com os factores físicos, afectando a selectividade do herbicida, alterando a translocação da substância activa ou modificando as respostas fisiológicas das plantas; podendo reduzir a selectividade a esse produto (Harrison e Loux, 1995).

Na selectividade distingue-se a resitência e a tolerância (Calado, 2005). Uma planta pode ser classificada como sendo resistente a um herbicida quando se desenvolve e atinge produções aceitáveis, ao serem utilizadas as doses recomendadas de determinado herbicida (Gressel, 1985 cit por Harrison e Loux, 1995). Quando as plantas têm respostas variáveis a um herbicida (substância activa) ou são parcialmente afectadas pela dose normal do herbicida (substância activa), elas podem ser classificadas de tolerantes ou semi-tolerantes. Apenas um ou dois genes das plantas conferem resistência aos herbicidas, ao contrário da tolerância que pode devido a muitos genes (Harrison e Loux, 1995).

Certas características morfológicas das plantas são geneticamente controladas e influenciadas por determinadas condições ambientais e, posteriormente, irão influenciar o máximo de dosagem potencial de herbicida aplicado que é interceptado e retido pela planta. Essas características são: a disposição e inclinação das folhas, a área foliar e a presença de pilosidade nas folhas (Harrison e Loux, 1995).

O mecanismo mais comum que contribui para a selectividade ao herbicida é o metabolismo diferencial. Quando a planta é tolerante a um herbicida, devido a este mecanismo, é capaz de alterar ou degradar a estrutura química do herbicida através de reacções enzimáticas ou, ocasionalmente, não enzimáticas, tornando o herbicida não tóxico (Harrison e Loux, 1995).

Os herbicidas também podem ser classificados, segundo Hatzios (1991) cit por Harrison e Loux (1995), de acordo com a capacidade de submeterem-se a biotransformações nas plantas, como estáveis, activados ou desactivados metabolicamente. Os estáveis são aqueles que não sofrem alterações nas plantas. Os activados metabolicamente ao serem absorvidos pelas plantas sensíveis, submetem-se a transformações metabólicas que relevam a fitotoxicidade do produto em causa. Por último, nos desactivados metabolicamente, sofrem oxidações, reduções, hidrólises e/ou a conjugação destas reacções, que tendem a tornar o produto não tóxico em plantas tolerantes (Harrison e Loux, 1995).

A selectividade a alguns herbicidas pode ser conseguida ao serem utilizados “antídotos herbicidas”, que protegem as plantas contra a acção tóxica dos herbicidas. Os “antídotos herbicidas” ou protectores, como também são designados, permitem a utilização de certos herbicidas, para o controlo selectivo de infestantes, em culturas, que de outra forma seriam susceptíveis a esses herbicidas (Harrison e Loux, 1995).

O mais recente avanço na indústria química de herbicidas foi o desenvolvimento de herbicidas muito activos que actuam ao nível dos enzimas específicos das plantas. Algumas das novas famílias de herbicidas possuem um elevado grau de actividade biológica, com relativamente baixas taxas de aplicação e baixa toxicidade para os mamíferos (Harrison e Loux, 1995).

Segundo Harrison e Loux (1995), os herbicidas podem ser classificados de diversas formas, incluindo o seu método de aplicação (solo vs aplicação foliar), modo de acção (contacto vs sistémico), o período de actividade residual (persistente vs não persistente) e selectividade (não selectivo vs selectivo; folhas largas vs folhas estreitas). Como regra geral, os herbicidas pertencentes à mesma família química, frequentemente, produzem sintomas similares em plantas susceptíveis, todavia, existem algumas excepções a esta regra (Zimdahl, 1993 cit por Harrison e Loux, 1995).

Quanto à época de aplicação dos herbicidas, estes podem classificar-se de pré-sementeira (com ou sem a incorporação no solo a anteceder a cultura), de pré-emergência (quando utilizados após a sementeira mas antes da emergência da cultura) e de pós-emergência (aqueles que são aplicados depois de emergirem as plântulas da espécie cultivada). Além disso, um largo espectro de plantas infestantes das culturas pode ser controlado através da combinação dos herbicidas aplicados antes e/ou após a emergência da cultura (Harrison e Loux, 1995).

Na sementeira directa recorre-se a aplicação de herbicidas na época de pré-sementeira sem acção residual, de forma a eliminar as infestantes já nascidas à data de sementeira da cultura (Forcella, 1998; Carvalho, 2001) e a aplicação à cultura, geralmente, acontece na pós-emergência, utilizando herbicidas selectivos (Calado, 2005). As quantidades consideráveis de resíduos na superfície do solo, que funcionam como “chapéu de chuva”, acabam por moderar a eficácia das substâncias activas presentes nos herbicidas utilizados na pré-emergência, as quais até têm um efeito residual superior àquelas que são aplicadas em pós-emergência. Este facto, entre outros, confirma o que Moyer *et al.* (1994) afirmam, que o controlo de infestantes requer soluções específicas, porque o controlo tem maior complexidade em sistemas de sementeira directa.

A introdução e disponibilidade de herbicidas tiveram uma grande influência na percepção do problema das plantas infestantes. Estas passaram a ser consideradas como um problema solucionável, em vez de ser um factor importante e decisivo na concepção e gestão dos sistemas de culturas. Assim, o controlo da flora infestante é, ainda,

sinónimo de controlo químico, através de herbicidas, em muitas áreas do mundo, mas há fortes indícios de que num futuro próximo esta situação possa sofrer alterações. O risco de existência e desenvolvimento de resistência aos herbicidas, tornam a dependência de herbicidas, nos diferentes sistemas de cultivo, incrivelmente vulnerável (Bastiaans *et al.*, 2000).

A preocupação generalizada relativamente aos efeitos colaterais ambientais, que os herbicidas possam causar, combinados com o medo público com questões de saúde, tem resultado na proibição de muitas substâncias activas, em alguns países, e no aumento de pressão sobre os agricultores para reduzirem a utilização de herbicidas (Matteson, 1995 cit por Bastiaans *et al.*, 2000). Também tem contribuído para a crescente tendência de aplicação de doses reduzidas de herbicidas, o que têm sido estudado e revisto por diversos autores, em diversos trabalhos (Barros *et al.*, 2005; Barros *et al.*, 2007; Barros *et al.*, 2008; Bastiaans *et al.*, 2000; Blackshaw *et al.*, 2006; Boström, 1999; Boström e Fogelfors, 1999; Boström *et al.*, 2000; Boström e Fogelfors, 2002a; Combellack, 1989; Fykse e Wærnhus, 1999; Holm *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2000).

3.4.1.3. Meios Biológicos

Para Cardina (1995), muitos trabalhos têm sido escritos, sobre os meios de luta biológica da flora infestante, utilizando insectos ou outros fito-patogénios. Para este autor, o meio de luta biológico é um tipo de gestão biológica da flora infestante, que utiliza diferentes organismos, que não se associam à cultura, para reduzir o crescimento e os efeitos adversos das plantas infestantes. Porque, segundo Cardina (1995), gestão biológica difere de controlo biológico na natureza dos organismos utilizados. A gestão significa a utilização deliberada de organismos, como insectos ou fungos, no controlo de infestantes, enquanto, o controlo biológico também recorre à competição, alelopatia, a variedades resistentes e a agentes químicos naturais.

O objectivo da luta biológica é obter a mesma redução, nas populações de plantas infestantes, tal como a que pode ser conseguida através da luta química; apesar de relativamente complexo e serem necessários alguns anos para reduzir o impacto das infestantes nas culturas (Cardina, 1995).

As plantas infestantes começam a ter dificuldades em desenvolverem-se devido a diversos factores como doenças, alimentação de artrópodes, predação por animais na pré e pós dispersão de sementes, alelopatia, competição das plantas vizinhas, entre outros factores (Cardina, 1995). Assim, a gestão biológica procura manipular os agentes que causam stress às plantas nocivas durante o seu ciclo de vida, de maneira a reduzir-lhes a capacidade de sobrevivência, de reprodução e de competição com as culturas (Cardina, 1995).

Os “agentes” utilizados em luta biológica incluem plantas, fungos, bactérias, insectos, nemátodos, pássaros, entre outros, que são causadores de um ou mais stresses físicos, mecânicos ou fisiológicos, que muitas vezes são pouco compreendidos. A flora infestante sofre doenças, causadas por fungos, bactérias e vírus, mas também muitos outros fenómenos de parasitismo e predação (Cardina, 1995).

Igualmente, o pastoreio poderá beneficiar a gestão da flora infestante. Contudo, cada espécie animal possui determinadas preferências relativamente à flora infestante, o que se repercute nos danos causados nas infestantes, mas uma carga animal adequada contribui para diminuir as sementes no solo (Cardina, 1995).

A utilização de insectos poderá também contribuir para regular a população de plantas infestantes, ao provocar a destruição dos seus órgãos como folhas, caules, flores e sementes. Têm hospedeiro específico, mobilidade e podem estabelecer-se em populações estáveis nos dinâmicos ecossistemas. É promovida a introdução dos insectos, o aumento da sua população, bem como da sua actividade, existindo algumas práticas culturais que favorecem a acção dos insectos como adubações azotadas, que tornam as folhas mais suculentas (Cardina, 1995). Uma das vantagens é o facto do controlo ser relativamente rápido e poder ser utilizada com infestantes anuais, bianuais e perenes.

Dos diferentes agentes patogénicos, os fungos são aqueles que mais têm sido testados no controlo de plantas infestantes, porque a actividade destes organismos reforça e reduz o potencial de crescimento das populações infestantes, diminuindo o seu impacto. Em alguns casos tem sido possível isolar, cultivar, formular e disseminar propágulos fúngicos como “micoherbicidas” (Cardina, 1995). Estes consistem em formulações fúngicas aplicadas, como inóculo, de modo idêntico aos herbicidas químicos. Os micoherbicidas possuem uma acção limitada a uma ou poucas espécies infestantes importantes economicamente. Para além disso, a susceptibilidade das plantas a determinada dose de inóculo varia consoante o seu grau de desenvolvimento. Outra

característica, destes agentes infecciosos, será a capacidade de crescerem e produzirem inóculo viável na cultura e ainda a capacidade de afectarem as plantas, após a sua aplicação (Cardina, 1995).

Segundo Quimby *et al.* (2002), para além do desenvolvimento dos micoherbicidas (fungos usados como herbicidas) também têm sido desenvolvidos bioherbicidas (fungos e bactérias usados como herbicidas).

As bactérias em combinação com outros factores causadores de stress podem tornar-se num importante sistema de gestão biológica integrada (Kremer and Schulte, 1989). Investigações recentes identificaram rizobactérias que infectam e interferem com o crescimento de muitas infestantes de folhas largas anuais. As bactérias actuam invadindo o espaço intracelular nas raízes, desenvolvem-se, danificam as paredes celulares e produzem toxinas; além de não necessitarem de condições ambientais específicas para causarem infecções e o desenvolvimento de doenças (Cardina, 1995).

As doses reduzidas dos herbicidas ou os reguladores de crescimento podem também reforçar o desenvolvimento de doenças devido à diminuição da resistência à infecção pelos hospedeiros (Altman e Campbell, 1977).

Em muitos casos, de sucesso, de controlo biológico de infestantes, mais do que um organismo interagiu com outros factores causadores de stress, para combater a população de infestantes. Assim, certos aspectos como fenómenos de alelopatia, pastoreio, entre outros, podem e devem ser integrados com insectos ou patogénios, bem como técnicas culturais com o objectivo de eliminar plantas infestantes nos diversos sistemas culturais. Uma gestão integrada (recorre a meios biológicos e outros) permite a utilização de técnicas que por si só seriam consideradas ineficientes, mas que no longo prazo e em conjunto com outros métodos permitem a supressão das plantas infestantes (Cardina, 1995; Quimby *et al.*, 2002).

3.4.1.4. Meios Genéticos

O controlo potencial da flora infestante pela interferência da cultura pode resultar de competição directa e/ou libertação de substâncias alelopáticas (Cardina, 1995), como se referiu anteriormente. Contudo, o melhoramento genético poderá

contribuir ao tentar obter cultivares que possuam a capacidade de produzir substâncias alelopáticas, de modo a tolerar e suprimir as plantas prejudiciais.

Uma densidade de cobertura elevada por parte da cultura pode suprimir as plantas infestantes, anuais de Inverno ou as jovens plantas bianuais e plurianuais, devido a um crescimento inicial rápido, à competição por recursos (como água, luz e nutrientes) e ocupando o espaço de que as plantas infestantes necessitariam para captar recursos; além de alterarem a quantidade e qualidade de luz que as sementes das plantas infestantes poderiam receber, o que leva a um atraso ou impedimento do desenvolvimento das infestantes (Cardina, 1995).

Para Cardina (1995), a capacidade competitiva é determinada por características como a rapidez de emergência, a resistência das plantas jovens às doenças, a taxa relativa de crescimento, a forma da parte aérea, o crescimento das raízes, a produção de substâncias alelopáticas e a tolerância a condições ambientais adversas. Portanto, é extremamente importante, como afirma Froud-Williams (1997), verificar as características morfológicas e fisiológicas relacionadas com a capacidade competitiva de genótipos, as quais contribuirão para que o melhoramento alcance os seus objectivos. A selecção de variedades é uma parte da gestão integrada com importância na gestão da população infestante (Froud-Williams, 1997).

As plantas transgénicas constituem um recente avanço da biotecnologia que poderá melhorar a tolerância das culturas aos herbicidas. Os conhecimentos genéticos, ultimamente, têm procurado identificar genes responsáveis pela tolerância ou resistência a determinadas substâncias activas, destacando-se a tolerância a algumas foliares não persistentes como é o glifosato (Calado, 2005).

3.4.2 Importância do controlo de infestantes em sistemas de baixo custo

O sucesso da gestão das infestantes em sistemas de baixo custo, onde a sementeira directa se insere, depende em larga escala de uma compreensão adequada da dinâmica do banco de sementes do solo. O banco de sementes é constituído por uma reserva viável de sementes de infestantes presente no solo (Shrestha *et al.*, 2006).

Para Popay *et al.* (1994) e Jensen (1995), existe uma relação muito significativa entre a intensidade de perturbação provocada pelas mobilizações do solo e o número de infestantes emergidas, havendo um menor número de plântulas que geralmente emergem em solo não mobilizado ou mobilizado superficialmente relativamente a mobilizações profundas. Também Pollard e Cussans (1976), Buhler *et al.* (1994) e Gill e Arshad (1995) citados por (Barros, 2007a), verificaram um aumento da população de infestantes anuais como resposta ao aumento da intensidade da mobilização do solo.

A viabilidade das sementes de muitas espécies no solo é baixa (Barralis *et al.*, 1988), muitas vezes declina exponencialmente com o tempo (Wilson e Lawson, 1992; Popay *et al.*, 1994). A alta infestação pode persistir durante 4 anos ou mais como resultado de um ano de fraco controlo (Wilson e Lawson, 1992). O resultado de não haver um controlo de infestantes, apenas num só ano, provocou um acréscimo de 14 vezes do banco de sementes, sendo isto estimado na ausência de competição da cultura (Leguizamón e Roberts, 1982).

O máximo controlo de infestantes nem sempre é necessário para se obterem produções óptimas (Zhang *et al.*, 2000). Cada cultura tem, certamente, um limiar de densidade de infestação abaixo do qual a interferência causada pelas infestantes normalmente não causa diminuição da produção ou perdas económicas significativas (Zhang *et al.*, 2000). Contudo, existe um período crítico durante o qual o controlo da flora nociva é fundamental para se conseguirem obter produções aceitáveis (Hall *et al.*, 1992; Van Acker *et al.*, 1993 citados por Zhang *et al.*, 2000).

Diversos estudos têm mostrado que a composição da flora nociva e a emergência desta é diferente consoante se utilize sistemas de sementeira directa ou mobilização convencional (Shrestha *et al.*, 2006). Por exemplo, no caso do *Raphanus raphanistrum* L., em ensaios realizados na Califórnia, verificou-se uma taxa significativamente menor de emergência em sementeira directa do que na mobilização tradicional (Shrestha *et al.*,

2003). Alguns estudos demonstraram que as mobilizações estimulam a emergência das plântulas do *Raphanus raphanistrum* L. (Reeves *et al.*, 1981). Mas, a época de emergência da flora infestante também parece estar dependente das espécies em causa (Shrestha *et al.*, 2006).

Para a gestão das espécies não desejadas, é essencial a ligação entre o conhecimento da dinâmica da população de infestantes e da redução da produção da cultura pela interferência das espécies que lhe são prejudiciais (Ghersa *et al.*, 2000), particularmente em sistemas de baixo custo. O conhecimento do padrão de aparecimento de plântulas das espécies nocivas é fundamental, nomeadamente nos sistemas em que há redução das mobilizações (Froud-Williams, 2000). No entanto, deve estar sempre presente a influência anual causada pela variação das condições ambientais que afectam o ecossistema (Wicks *et al.*, 1994).

Além disso, em sementeira directa, a presença de resíduos na superfície do solo influencia a temperatura do solo e afecta a germinação e os padrões de emergência ao longo do ciclo vegetativo (Shrestha *et al.*, 2006); o que significa que os agricultores que recorram à sementeira directa têm de alterar o calendário de controlo da flora nociva de modo a assegurar a sua eficiência. Os resíduos à superfície podem também interferir com a eficiência dos herbicidas, devido ao efeito da cobertura realizada pelos resíduos, ou se o momento oportuno de aplicação do herbicida, bem como as doses de herbicida, não forem ajustados às condicionantes destes sistemas de baixo custo (Shrestha *et al.*, 2006).

O adequado controlo químico de infestantes em sementeira directa deve ser realizado em pré e pós-sementeira. Em pré-sementeira, as plantas daninhas são eliminadas antes da sementeira da cultura e essa operação pretende substituir o efeito de preparação do solo e eliminação de infestantes, como acontece na mobilização tradicional. Na sementeira directa não há transporte de sementes ao longo do perfil do solo e a alternância dos períodos de humedecimento e dessecação da camada superficial do solo é menor, assim como é menor o nível de luminosidade que chega à sua superfície. Tudo isto altera a germinação de infestantes e altera a sua composição (Carvalho, 2001).

Para o sucesso da sementeira directa é, essencial, a eficácia do herbicida aplicado na pré-sementeira com modo de acção total, não residual e, geralmente, sistémico (substância activa glifosato), podendo depender o período de aplicação das espécies infestantes e da época de emergência das suas plântulas (Calado, 2005).

Contudo, segundo o mesmo autor, parece que ao ser aplicado imediatamente antes de semear a cultura do trigo (um a dois dias), esta poderá apresentar menor infestação durante o seu desenvolvimento e atingir maior produção de grão, relativamente a situações em que a monda química seja antecipada (duas a três semanas) do período de sementeira. Para Sadeghi *et al.* (1998), as grandes quantidades de resíduos na superfície do solo podem afectar a eficácia do herbicida, interceptando até 70% das substâncias activas aplicadas. Assim, para que a eficácia do herbicida seja elevada, a sua aplicação dever-se-á realizar somente quando a parte aérea das infestantes ultrapasse a camada de resíduos.

Em pós-emergência são utilizados os mesmos herbicidas que se utilizam no sistema convencional, excluindo-se, evidentemente, os que necessitam de incorporação (Gomes e Christoffoleti, 2008).

A sementeira directa por não favorecer uma germinação escalonada das sementes das infestantes, como se constata noutros sistemas de mobilização do solo, permite o controlo dessas infestantes numa fase mais temporã do seu desenvolvimento, isto é, quando se encontrem mais sensíveis ao herbicida, o que, por sua vez, permitirá a redução das doses de aplicação do herbicida, mantendo a produção da cultura (Barros *et al.*, 2007a). O'Donovan *et al.* (1985) demonstraram que é importante combater as infestantes cedo para evitar quebras na produção.

Para um controlo efectivo das plantas infestantes dominantes em áreas sob sistema de sementeira directa, é preciso um amplo conhecimento da biologia das espécies e das interferências do meio ambiente sobre a dinâmica populacional do banco de sementes do solo. As estratégias de controlo devem ser elaboradas para cada caso particular, procurando sempre a integração dos diversos métodos de controlo.

Nestes sistemas, mais do que em qualquer outro, é de extrema importância a existência de um controlo, criterioso, adequado a cada situação e eficaz, do nível de infestantes, de modo a conseguirem-se obter produções de grão aceitáveis e uma redução dos custos de produção, o que nos sistemas cerealíferos extensivos do Sul do País torna-se bastante relevante em termos competitivos e também de equilíbrio da economia local.

3.4.3 Utilização de herbicidas

3.4.3.1. Aplicação em pré-sementeira

Os sistemas de sementeira directa são caracterizados por grande deposição de sementes na camada superficial do solo e, por isso, há necessidade de seguir uma estratégia correcta para evitar elevadas densidades de infestação e prevenir problemas inaceitáveis (Lyon *et al.*, 1996). Para Wicks *et al.* (1988), devido a esse facto, nos sistemas de mobilização nula e reduzida, são aplicados herbicidas de pré-sementeira e esta aplicação irá substituir a realização de mobilizações que perturbam o solo, podendo ainda contribuir para o armazenamento de água e aumentar a produção de grão de trigo, excepto quando se semeia com o solo seco, isto é, as sementes das plantas infestantes ainda não germinaram (Guedes, 2007).

Os herbicidas utilizados no controlo de infestantes em pré-sementeira são, normalmente, totais (de forma a que sejam eliminadas de forma indiscriminada as infestantes existentes), não residuais (para que a cultura não sofra danos), de absorção foliar, sistémicos ou de contacto. Que o herbicida seja total justifica-se por esta ser uma oportunidade de eliminar, de forma não discriminada, as infestantes presentes, uma vez que a cultura ainda não foi instalada. Que o herbicida seja não residual é uma necessidade, pois de outra forma a cultura seria afectada. (Carvalho, 2001).

Harrison e Loux (1995) referem como principais vantagens da pré-sementeira:

- reduzir o trabalho de mobilização e o tempo requerido nas operações de preparação do solo para a sementeira das culturas;
- controlar as infestantes antes da sementeira nos sistemas de mobilização nula;
- eliminar o problema dos herbicidas com elevada persistência no solo, pois fornece um longo período para que a degradação do herbicida ocorra.

Os mesmos autores apontam as seguintes desvantagens:

- devido à fraca ou nula actividade residual, incluindo os herbicidas que são utilizados em sistemas de mobilização nula, é difícil manter a cultura livre da flora infestante emergida após a sua aplicação;
- pode ser necessário aumentar o período de controlo da infestação, nomeadamente através da utilização de doses mais elevadas;
- quando a aplicação é realizada com elevados teores de humidade do solo, poderá haver compactação do solo.

Em certos casos, os herbicidas de pré-sementeira podem ser incorporados no solo, o que significa que são fisicamente misturados no solo, antes da sementeira das culturas. A incorporação de alguns herbicidas é necessária para prevenir as suas perdas por volatilização ou fotodecomposição. Por outro lado, diminui a necessidade de certos teores de humidade no solo, para a sua actividade, uma vez que o herbicida é directamente colocado na zona de germinação das sementes de infestantes (Harrison e Loux, 1995).

Em sementeira directa é fundamental a eficácia do herbicida aplicado na pré-sementeira, com modo de acção total, não residual, cuja substância activa é o glifosato, variando o período de aplicação com a época de sementeira da cultura (Blum *et al.*, 1997; Johnson *et al.*, 2002). Quando é utilizado o herbicida sistémico (glifosato), é aconselhada a aplicação de baixo volume, uma vez que a sua eficácia é potenciada com o aumento da sua concentração de calda, para infestantes anuais e vivazes (Carvalho, 2001).

O volume a aplicar depende da massa foliar das infestantes presentes. No caso de aplicações de Outono/Inverno (infestantes jovens), aplicações entre os 50 e 60 litros ha⁻¹ são eficazes, conseguindo-se neste caso um controlo eficaz das infestantes anuais com uma dose de cerca de 180 a 360 g de substância activa por hectare, dose esta muito inferior à recomendada nos rótulos dos produtos comerciais. Deve-se ter em atenção que a susceptibilidade das infestantes a este herbicida não é idêntica para todas as espécies (Carvalho, 2001).

Embora a população de infestantes varie com as condições ambientais (Calado, 2005), de acordo com Cardina (1995) e Harrison e Loux (1995), nos sistemas de mobilização reduzida, parece existir um predomínio das espécies anuais, mas tende a mudar a dominância das de folha larga (classe Dicotiledónea) para as Gramíneas. Légère e Bai (1999) verificaram, igualmente, que as espécies anuais Monocotiledóneas

dominavam em alguns sistemas de mobilização nula, mas relativamente às plurianuais (perenes), constataram que as Dicotiledóneas apareciam mais nestes sistemas.

Para Carvalho (2001), existem diversas infestantes perenes que podem aumentar a sua presença em sistemas de sementeira directa se não forem tomadas as precauções necessárias; à semelhança do que Fenster e Wicks (1982) afirmam que às vezes as doses de herbicida usadas nos sistemas de mobilização nula não controlam algumas plantas perenes, o que permitirá aumentar a densidade desta flora nociva, tornando-a num sério problema nestes sistemas.

É indispensável que o herbicida total utilizado seja sistémico (glifosato) e que as doses de aplicação sejam reforçadas, de acordo com a espécie em causa e o seu estado de desenvolvimento. As plantas infestantes perenes são combatidas com maior eficácia quando são jovens e se encontram em crescimento activo ou quando começam a acumular substâncias de reserva (à floração ou no Outono, quando a planta se começa a preparar para o repouso invernal, antes das geadas), uma vez que a translocação de hidratos de carbono para os órgãos de reserva arrasta consigo o herbicida, conseguindo-se uma boa penetração no sistema radical (Carvalho, 2001).

As principais vantagens desta monda são controlar as infestantes e impedir a competição das infestantes com a cultura, de forma a diminuir ou evitar tratamentos durante o desenvolvimento da cultura (Bellido, 1991).

Em culturas de Outono-Inverno, a monda de pré-sementeira deve ser efectuada o mais perto possível da data de sementeira (cerca de um a dois dias), para que possa ter emergido o maior número de plantas infestantes até à altura da aplicação (Carvalho, 2001).

Em sistemas de sementeira directa, devido à presença de resíduos na superfície do solo, a eficácia dos herbicidas aplicados em pré-sementeira é comprometida, mas a sua aplicação é habitualmente indispensável nestas condições, pois substitui as mobilizações efectuadas no sistema convencional para o controlo de infestantes (Carvalho, 2001).

Quando as sementes das plantas infestantes ainda não tiverem germinado, é recomendado que se atrase a data de sementeira sem prejudicar a produtividade potencial da cultura, de forma a que as infestantes possam emergir e, assim, ser eliminadas através da aplicação do herbicida de pré-sementeira (Carvalho, 2001).

3.4.3.2. Aplicação em pós-emergência

Os herbicidas pós-emergência são aplicados sobre as folhas das espécies infestantes e da cultura (Harrison e Loux, 1995), preferencialmente com produtos de absorção foliar (Bonciarelli, 1978); em pós-emergência da cultura e das infestantes (Barros, 2005).

A selectividade das infestantes e da cultura aos herbicidas pode ser baseada na resistência genética da cultura ou nas diferenças de absorção, translocação e/ou de metabolismo entre espécie infestante e espécie cultivada. Os herbicidas de pós-emergência são frequentemente utilizados de forma integrada com os herbicidas aplicados ao solo (de pré-sementeira, pré-sementeira incorporados e de pré-emergência) de forma a diminuir o problema causado pelas infestantes que crescem durante o período vegetativo (Harrison e Loux, 1995). No entanto, se os herbicidas de pós-emergência não possuírem uma acção persistente são pouco eficazes quando existe o nascimento escalonado das plantas infestantes dominantes (Bonciarelli, 1978).

Na monda de pós-emergência devem ser utilizados herbicidas de absorção radical e/ou foliar, assim que a cultura o permita e as folhas das infestantes rompam através da camada de resíduos existentes na superfície do solo (Guedes, 2007). Mas, por serem utilizados como método “curativo” e não preventivo, não impedem as infestantes de causarem alguns danos (Bonciarelli, 1978).

Segundo Harrison e Loux (1995), os herbicidas de pós-emergência apresentam as seguintes vantagens:

- as características do solo não afectam a sua acção;
- a escolha do herbicida é efectuada com base em conhecimentos sobre a espécie e população presente no momento de aplicação;
- podem ser utilizados em qualquer sistema de mobilização de solo;
- as doses e o tempo de aplicação podem diminuir na pós-emergência, relativamente à pré-sementeira (incorporado) e à pré-emergência.
- estes herbicidas relativamente aos de pré-emergência são ambientalmente menos agressivos (Barros, 2005), devido à menor persistência.

E desvantagens (Harrison e Loux, 1995):

- a aplicação é restrita a um breve período relativo ao desenvolvimento das infestantes e da cultura, de modo a permitir a máxima eficácia e manter a segurança da cultura;
- a eficácia pode ser reduzida pelas condições ambientais, nomeadamente perante situações de stress das infestantes no momento de aplicação do herbicida;
- a precipitação pode impossibilitar a aplicação no período de tempo óptimo ou adequado deste trabalho;
- muitos herbicidas de pós-emergência possuem pequena actividade residual no solo, o que subsequentemente, poderá levar ao aparecimento de novas plantas infestantes, o que requererá adicional controlo.
- estes herbicidas relativamente aos de pré-emergência apresentam desvantagens económicas (Barros, 2005).

De salientar que a sementeira directa e as mobilizações reduzidas, ao deixarem resíduos da cultura anterior no solo, contribuem não só para a diminuição da erosão, mas também criam condições favoráveis para o crescimento de infestantes Gramíneas, no trigo de Outono/Inverno (Donald e Eastin, 1995). O tamanho óptimo das infestantes Gramíneas para a aplicação do herbicida, dependerá do produto e dose de aplicação bem como da espécie em causa (Wilcut *et al.*, 1995).

Nos cereais muitos herbicidas são aplicados em pós-emergência e nestes existem mais herbicidas para infestantes de folha larga do que para de folha estreita (Donald e Eastin, 1995). As infestantes anuais de folha larga podem ser controladas com herbicidas de pós-emergência. Barros (2005) menciona que em herbicidas corrosivos ou de contacto, que actuam ao nível dos meristemas e da cutícula pouco espessa das plantas infestantes de folha larga, há necessidade de uma máxima cobertura para que o tratamento se torne eficaz. Quando aplicados em pós-emergência da cultura e as infestantes se encontrem abaixo daquela, não deverão ser utilizadas gotas muito finas, pois o poder de penetração destas é muito reduzido, ficando a maior parte do produto retido no topo da cultura, não chegando a atingir as infestantes. Para este tipo de herbicidas o volume de calda utilizado varia geralmente entre 300 e 500 litros por hectare (Barros, 2005).

Contudo, as espécies infestantes reagem de diferentes formas a diferentes herbicidas, pelo que a identificação correcta das infestantes e a escolha adequada dos herbicidas é essencial para se obterem resultados satisfatórios (Wilcut *et al.*, 1995). Além da escolha dos herbicidas, o período e métodos de aplicação adequados são essenciais (Wilcut *et al.*, 1995). Uma identificação correcta da melhor época para a aplicação destes herbicidas de pós-emergência é extremamente importante em sementeira directa (Shrestha *et al.*, 2006).

Através de uma só passagem, a monda de pós-emergência, pode permitir o controlo em simultâneo de Monocotiledóneas e Dicotiledóneas, minimizando os riscos de competição com a cultura, assegura Almeida (1992) e acrescenta que, nesta altura as infestantes ainda não exercem uma forte concorrência e no caso de ocorrer fitotoxicidade a cultura dispõe de tempo suficiente para recuperar. No entanto, a aplicação em pós-emergência antecipada pode implicar um tratamento complementar para que se controlem as infestantes de nascimento tardio ou escalonado (Almeida, 1992).

A causa de insucesso mais comum nos herbicidas de pós-emergência deve-se ao facto de os herbicidas serem aplicados quando as infestantes já cresceram acima do estado considerado óptimo para a aplicação do herbicida (DeFelice *et al.*, 1989). Shrestha *et al.* (2006), referem que os agricultores não devem esperar demasiado para aplicarem o tratamento de pós-emergência, porque as infestantes que cresçam simultaneamente com a espécie cultivada poderão causar grandes perdas de produção relativamente às que emergem mais tarde. Apesar de que em sementeira directa a emergência e desenvolvimento da cultura pode ser menos uniforme do que nos sistemas de mobilização convencional, particularmente em sementeiras efectuadas durante períodos frios do ano e em campos que tenham uma grande quantidade de resíduos à superfície (Shrestha *et al.*, 2006).

Wilcut *et al.* (1995) aconselham, como regra geral, a aplicação dos herbicidas de pós-emergência às infestantes de folha larga, quando estas infestantes estão no estado de duas a quatro folhas ou têm de 5 a 8 cm de altura. Facto corroborado por Barros *et al.* (2007a, 2007b), em que afirmam que a aplicação dos herbicidas de pós-emergência às infestantes dicotiledóneas, quando estas se encontram numa fase mais temporã do seu desenvolvimento e, portanto, mais sensíveis ao herbicida (o que nos seus ensaios correspondeu à primeira data de aplicação do herbicida quando as infestantes apresentavam 3 a 4 pares de folhas) permitiu obter uma maior eficiência no controlo destas infestantes e proporcionou maior produção de grãos.

Almeida (1992) também assegura que um controlo de pós-emergência efectuado precocemente, ressalta o interesse de ordem económica da luta química que é tanto mais perceptível, quanto mais cedo se realizar. Acrescenta ainda que, quando se efectua cedo esta monda, consegue-se controlar de forma muito mais eficaz as infestantes, pois estas encontram-se numa fase jovem e portanto mais susceptíveis; o que permitirá também reduzir as doses de aplicação, à semelhança do que também afirma Barros *et al.* (2007a, 2007b).

Uma vez que as condições ambientais são também importantes para o sucesso desta época de aplicação, para se obterem melhores resultados as infestantes devem encontrar-se em crescimento activo e não sob condições de excesso de humidade e stress, porque nestas condições possuem cutículas mais espessas e menor quantidade de herbicida será absorvido pela planta (Wilcut *et al.*, 1995). Para Almeida (1992), a precipitação pode retardar este tratamento, ao impedir a entrada no solo ou até provocar fitotoxicidade, contrariamente, condições de seca podem prejudicar a eficácia de algumas substâncias activas, sobretudo aquelas que actuam via radical.

Contudo, em sementeira directa existe maior oportunidade de trabalho, relativamente ao sistema de mobilização tradicional, tal como Barros *et al.* (2005) referem, que mesmo em períodos de precipitação em condições Mediterrânicas, como o solo não é mobilizado e devido à existência de resíduos na superfície do solo (que permitem não só maior protecção contra processos erosivos, mas também maior transitabilidade de máquinas e equipamentos), é possível a aplicação de herbicidas na fase de desenvolvimento em que as infestantes estão mais sensíveis ao herbicida. Por outro lado, Barros *et al.* (2005) também observaram situações de fitotoxicidade na cultura, depois da aplicação do herbicida, na fase mais temporã das infestantes, quando concentrações mais elevadas do herbicida foram utilizadas, não obtendo produções tão satisfatórias.

Almeida (1992) refere que é ainda possível realizar-se uma aplicação tardia dos herbicidas de pós-emergência de modo a controlar as infestantes de emergência tardia, todavia este controlo pode ser maioritariamente de ordem estética do que prática, uma vez que nesta fase as infestantes já prejudicaram a cultura. Esta aplicação pode é facilitar a colheita e diminuir o potencial de infestação para os anos seguintes, se forem esses os objectivos pretendidos.

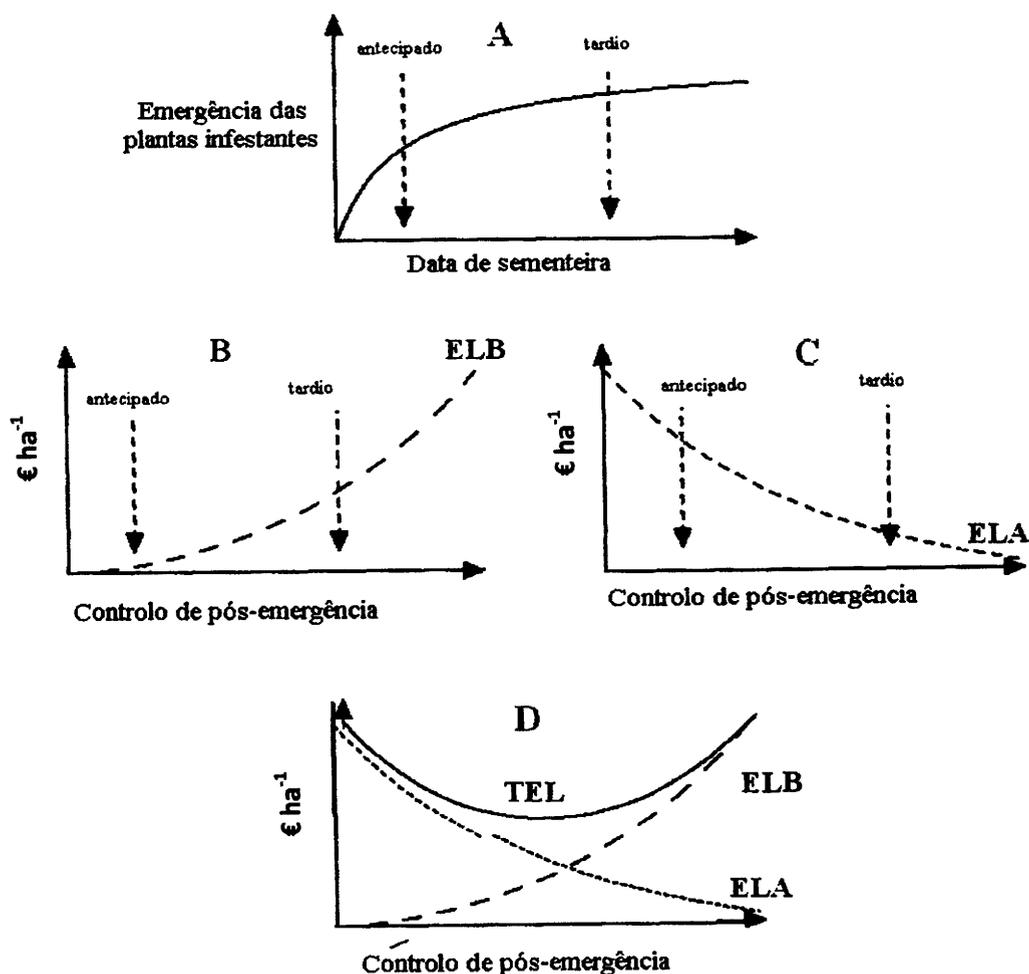
Os tratamentos de pós-emergência na sua maioria têm pouca ou nenhuma actividade residual, tendo escasso ou nulo efeito sobre a re-infestação. Desta forma, o

resultado económico destes tratamentos pode sofrer variações de acordo com o momento de aplicação e está relacionado com a eficácia dos tratamentos, as características da cultura em questão, bem como do modelo de emergência da flora infestante.

Assim, a perda de rendimento das culturas está relacionada com o somatório das perdas de rendimento causadas pelas infestantes que emergem antes do tratamento herbicida de pós-emergência (que também competem com a cultura até ao momento de aplicação do herbicida) e por aquelas causadas pelas infestantes que emergem depois da aplicação do herbicida (competindo desde a emergência até à colheita).

Berti *et al.* (1996) representam o conceito de tempo óptimo de aplicação de tratamentos de pós-emergência como se verifica na Fig. 15. Para estes autores, as duas perdas de rendimento seguem tendências opostas. Ao realizar-se um tratamento antecipado, as perdas causadas pelas plantas infestantes que emergem antes da aplicação do herbicida são reduzidas, pois o período de competição também é reduzido. Por outro lado, um número considerável de plantas infestantes pode emergir depois da aplicação do tratamento, permanecendo até há época de colheita, podendo provocar importantes decréscimos de rendimento. Com um tratamento tardio, o prejuízo provocado pela flora infestante que emerge depois do tratamento é habitualmente reduzido, contudo, neste caso há um aumento dos danos causados pelas plantas que emergem antes da aplicação do herbicida de pós-emergência. Deste modo, a partir destas duas perdas obtém-se uma curva de perda económica total, que é caracterizada por um mínimo que determina o momento óptimo de tratamento.

Considerando que a eficácia dos tratamentos de pós-emergência é 100%, o conceito de antecipado e de tardio, representam dois tempos distintos de controlo da flora infestante, na referida época.



A – Hipótese de emergência de infestantes em função do tempo após a sementeira da cultura.

B – Perda económica que resulta da emergência de infestantes antes do tratamento de pós-emergência (ELB).

C – Perda económica que resulta da emergência de infestantes depois do tratamento de pós-emergência (ELA).

D – Perda económica total (TEL) em função do tempo de controlo.

Fig. 15 – Representação teórica do conceito de tempo óptimo de aplicação de tratamentos de pós-emergência (Adaptado de Berti *et al.*, 1996).

3.4.3.3. Importância da aplicação de uma dose adequada

Em condições Mediterrânicas, um elevado nível inicial de emergência de infestantes deve ser esperado depois das primeiras chuvas, devido à maioria das sementes das plantas infestantes permanecerem à superfície do solo (Barros *et al.*, 2005).

Hoje em dia, o objectivo da gestão da flora infestante é manter num nível aceitável de infestantes, o que não está associado à cultura completamente livre de infestantes. O objectivo deverá consistir em limitar a população de infestantes até que as perdas de produção da cultura sejam evitadas (Boström e Fogelfors, 2002a). Assim, um controlo satisfatório de infestantes pode, frequentemente, ser obtido quando os herbicidas são usados em doses abaixo do que normalmente é recomendado. Todavia, para decidir sobre qual é a dose adequada, num solo específico, o agricultor necessitará de apoio técnico ao nível da decisão (Boström e Fogelfors, 2002a).

Quando se determina uma dose de herbicida a aplicar é importante ter em consideração não apenas o controlo imediato das infestantes, mas também o risco de efeitos em culturas futuras, devido à produção de sementes das infestantes sobreviventes Boström e Fogelfors (2002b), uma vez que, de acordo com Conn e Deck (1995), 2 a 5 % das sementes presentes no banco de sementes podem permanecer viáveis após dez anos enterradas no solo. Wilson e Lawson (1992) *cits.* por Boström e Fogelfors (1999a), referem que para muitas espécies infestantes o número de sementes viáveis no solo diminui exponencialmente com o tempo.

Barros *et al.* (2007a) referem que em muitos casos a produção das culturas tem sido idêntica quer se utilize a dose máxima recomendada, quer doses de herbicidas reduzidas. No entanto, a maior probabilidade de mais infestantes poderem sobreviver e produzir sementes para os anos seguintes, tem atrasado a adopção em maior escala da aplicação de doses reduzidas de herbicidas (Jones e Medd, 2000 *cits.* por Barros *et al.* 2007a). Contudo, através da combinação de diferentes práticas de gestão da flora infestante, os herbicidas poderão ser utilizados com doses abaixo do que normalmente é recomendado (Boström e Fogelfors, 1999a).

No trabalho realizado por Boström *et al.* (2000), entre 1990 e 1994, foi aplicado um herbicida em doses reduzidas, relativamente à recomendada, que consistiu numa mistura de 36g l⁻¹ de bromoxinil, 54 g l⁻¹ de ioxinil, 120 g l⁻¹ de MCPA e 165 g l⁻¹ de

dichlorprop-P (herbicida Oxitril-P, Rhône-Poulenc) utilizado em doses reduzidas baseado nos 2.4 l ha⁻¹ normalmente recomendado. Contudo, em 1995 e 1996 devido a uma proibição do Governo Sueco a mistura foi substituída pelo Tribenurão Metilo 750g l⁻¹ (Express 75 DF) em conjunto com 0.1 l de molhante (Lissapol Bio, Du Pont) aplicado em doses reduzidas, tendo em consideração os 8 l ha⁻¹ habitualmente recomendado. Os herbicidas foram aplicados em volumes de 200 l ha⁻¹. Concluíram que, os herbicidas aplicados não só diminuíram a população de infestantes, mas, também, parte do banco de sementes que contribui para a infestação dos anos seguintes. Além disso, foram obtidos efeitos positivos significativos no controlo de infestantes em 1/8 da dose recomendada (com uma redução em média de 34% de densidade de infestantes) e verificaram que esta influência aumentava, proporcionalmente, com o aumento da dose de herbicida. Afirmam ainda que, neste estudo, em todos os locais a utilização dos herbicidas reduziu a densidade de sementes de infestantes que germinaram, mesmo com a aplicação da dose mais baixa, 1/8 da dose recomendada, além de permitir a diminuição de densidade de diversas espécies infestantes e redução da germinação de parte significativa do banco de sementes um ano após a conclusão do estudo (Boström *et al.*, 2000).

Fykse e Wærnhus (1999), comprovaram no seu estudo que o banco de sementes aumentou pela menor dose de herbicida aplicada e não foi afectado pela aplicação de doses mais elevadas. Verificaram, também, que os talhões sujeitos a tratamento com a dose mais elevada apresentaram, significativamente, menos infestantes do que aqueles talhões que receberam cerca de 1/3 da dose recomendada. Para além disto, estes talhões que apenas receberam 1/3 da dose recomendada apresentaram um maior número de sementes no solo do que os talhões onde foram aplicados 2/3 ou 3/3 (total) da dose recomendada.

Os autores anteriores (Fykse e Wærnhus, 1999) concluem que mesmo em 5 anos consecutivos, a aplicação de herbicidas não alterou a composição florística, mas a abundância de infestantes foi fortemente influenciada pelos herbicidas. Alertam que a necessidade de controlo da flora infestante varia de ano para ano e entre diferentes áreas de um mesmo talhão; ao que parece, é difícil desenvolver um modelo geral capaz de prever com fiabilidade a quantidade de infestantes que irão emergir num campo e, por sua vez, a necessidade de as controlar.

Geralmente, uma dose de herbicida inferior à recomendada pode controlar a maioria das infestantes em condições favoráveis, mas em condições desfavoráveis será

necessário uma dose mais alta e até mesmo nestas condições, as doses mais altas de herbicida podem originar resultados pouco satisfatórios (Nunes, 2006). Um fraco controlo da flora infestante num ano resulta numa larga infestação durante 4 ou mais anos (Wilson e Lawson, 1992 cit. por Boström e Fogelfors, 1999a).

Boström e Fogelfors (2002a) crêem que para garantir um controlo de infestantes aceitável, mesmo em condições desfavoráveis, as doses de herbicidas recomendadas pelos fabricantes são muitas vezes superiores às mínimas necessárias. E que são necessários conhecimentos acerca dos efeitos que diferentes factores que afectam a eficácia dos herbicidas possuem, como: espécies infestantes presentes, estado de desenvolvimento, competitividade da cultura e variedade e condições ambientais. A partir dos conhecimentos sobre o efeito dos diferentes factores aumenta a possibilidade de utilizar uma dose de herbicida abaixo da normalmente recomendada, enquanto se obtêm adequado controlo de infestantes e aceitáveis produções (Boström e Fogelfors, 2002a). Além de que, conhecimentos sobre o período de emergência das infestantes relativas à cultura ajudará a melhorar a possibilidade de prever a necessidade de controlo de infestantes (Boström e Fogelfors, 2002a) e, portanto, o seu período crítico.

Para Barros *et al.* (2005), aplicações mais precoces não só atingem as infestantes numa fase mais sensível, mas também permitem a utilização de volumes de aplicação mais baixos, de modo a garantir uma penetração suficiente na cultura e o contacto com as folhas das plantas infestantes.

O *Lolium rigidum* Gaud. (erva febra) é uma Gramínea anual que se tornou numa das infestantes mais incomodativas no clima Mediterrâneo (Monaghan, 1980; Recasens *et al.*, 1997; Gonzalez-Andujar e Saavedra, 2003 cit. por Barros *et al.*, 2008). A diminuição nas produções de cereais devidas à competição com o *Lolium rigidum* Gaud. chegam a atingir 80 %, dependendo do nível de infestação e da estação (Medd *et al.*, 1985; Izquierdo *et al.*, 2003 cit. por Barros *et al.*, 2008).

Holm *et al.* (2000), procuraram saber qual a dose óptima e a época de aplicação de herbicidas para controlar *Avena fatua* L. no trigo mole (*Triticum aestivum* L.) de Primavera, no Canadá. Para isso, em dois solos de localização e características diferentes, procederam à combinação factorial de cinco graminicidas, três doses de aplicação e três épocas de aplicação (com duas, quatro e seis folhas da *Avena fatua* L.) em blocos casualizados, de forma a determinar o seu efeito na infestação de *Avena fatua* L., na produção de grão de trigo e conseqüentemente no retorno líquido (Holm *et al.*, 2000). Segundo, Holm *et al.* (2000), foram utilizados quatro dos graminicidas mais

utilizados, no Canadá, no controlo da *Avena fatua* L. em pós-emergência (ICIA 0604 - tralcoxidime; CGA 184927 - clodinafope-propargil; “fenoxaprop-p-ethyl” e “imazamethabenz”) numa mistura em que foi incluído também “flamprop-methyl” (que possui um único modo de acção e época de aplicação específica). Cada graminicida foi aplicado na dose total, em 2/3 e 1/3 da dose recomendada (sendo a dose recomendada de ICIA 0604: 200 g s.a./ha, CGA 184927: 56g s.a./ha, “fenoxaprop-p-ethyl”: 512 g s.a./ha, “imazamethabenz”: 480 g s.a./ha e “flamprop-methyl”: 262 g s.a./ha), em volumes de 100 l ha⁻¹ de água (Holm *et al.*, 2000). As infestantes de folha larga foram controladas com bromoxinil mais MCPA aplicados, separadamente da mistura graminicida, dias mais tarde em doses de 560 g s.a./ha (Holm *et al.*, 2000).

Holm *et al.* (2000), verificaram que o retorno líquido diminuiu em ambos os locais e para todos os herbicidas, em estudo, sempre que a dose era reduzida de 2/3 para 1/3 da dose recomendada. Consideram que doses de aplicação mais baixas do que as recomendadas no rótulo e aplicações entre o estado de duas a seis folhas da *Avena fatua* L., são adequadas na actual situação económica. Além disso, a dose e época de aplicação correctas são fundamentais para um bom controlo, o que permitirá obter maiores produções de trigo e, conseqüentemente, maior retorno económico. Tratamentos, no mínimo, de 2/3 da dose recomendada em aplicações o mais cedo possível, parecem ser necessárias para se obterem produções de trigo mais elevadas, como verificaram em um dos locais (Holm *et al.*, 2000). Verificaram ainda que, a dose óptima está bastante dependente do nível de infestação da *Avena fatua* L., por outro lado, a melhor época para controlar esta infestante depende maioritariamente do graminicida utilizado (Holm *et al.*, 2000).

Barros *et al.* (2008), através da aplicação de clodinafope+cloquintocete, utilizando três doses (200 ml ha⁻¹, 300 ml ha⁻¹ e 400 ml ha⁻¹) e três volumes (100 l ha⁻¹, 200 l ha⁻¹ e 300 l ha⁻¹) diferentes em duas épocas distintas (início do afilhamento e afilhamento completo) no trigo mole (*Triticum aestivum* L.) em pós-emergência, procuraram estudar o efeito da mistura, em doses reduzidas, no controlo de *Avena sterilis* L. e *Lolium rigidum* Gaud. em clima Mediterrâneo.

Os resultados mostraram que doses mais baixas do que o recomendado foram suficientes para uma elevada eficiência no controlo da *Avena sterilis* L. e *Lolium rigidum* Gaud. e, conseqüentemente, para obter uma produção de grão de trigo aceitável, sempre que os tratamentos foram realizados em aplicações no início do afilhamento. Quando o tratamento é atrasado (afilhamento completo) é necessário

aumentar a dose para garantir maiores produções de grão (Barros *et al.*, 2008). As doses de herbicidas recomendadas para controlar a *Avena sterilis* L. e o *Lolium rigidum* Gaud. são de 300-400 e 500-600 ml ha⁻¹, respectivamente, e os resultados revelaram que para manter um controlo eficiente da *Avena sterilis* L. e do *Lolium rigidum* Gaud., com produções de grão satisfatórias, a utilização da dose mínima recomendada do herbicida clodinafope+cloquintocete (300 ml ha⁻¹) é suficiente. Contudo, parece também ser essencial a aplicação no início do afilhamento (Barros *et al.*, 2008).

Noutro estudo, Barros *et al.* (2005), através de uma mistura graminicida comercial (diclofope-metilo+fenoxaprope-p-etilo+mefenepir-dietilo), de pós-emergência para controlar o *Lolium rigidum* Gaud. no trigo mole (*Triticum aestivum* L.) de sementeira directa, estudaram o efeito de três doses reduzidas (1.0 l ha⁻¹, 1.5 l ha⁻¹ e 2.0 l ha⁻¹), três volumes (100 l ha⁻¹, 200 l ha⁻¹ e 300 l ha⁻¹) e duas épocas de aplicação diferentes (início e fim do afilhamento). O herbicida utilizado consistiu numa mistura comercial de 250 g l⁻¹ ou 22.73% (p/p) de diclofope-metilo + 20 g l⁻¹ ou 1.82% (p/p) de fenoxaprope-p-etilo+40 g l⁻¹ ou 3.64% de mefenepir-dietilo e é utilizado em pós-emergência no controlo de infestantes Gramíneas, principalmente *Lolium rigidum* Gaud., *Phalaris minor* Retz e *Avena sterilis* L. (Barros *et al.*, 2005).

Barros *et al.* (2005), verificaram que, para a primeira época de aplicação do tratamento, não existiu nenhuma relação entre a eficácia no controlo de *Lolium rigidum* Gaud. e a produção de grão, para as diferentes doses de herbicidas ou volumes de aplicação, mas existiu uma relação muito significativa entre estes dois parâmetros para a segunda época. Estes resultados devem-se à influência de diversos aspectos, como a elevada sensibilidade ao tratamento, do *Lolium* spp., na primeira época de aplicação, que resulta em diferenças na eficiência de controlo, em que interacção entre doses de herbicida e volumes de aplicação, foram menos nítidos comparativamente com a segunda época de aplicação (Barros *et al.*, 2005).

Verificaram ainda, que existiu uma tendência para a diminuição do controlo de *Lolium rigidum* Gaud. em doses reduzidas quando o volume de aplicação aumentou. No início do afilhamento a eficácia de todas as doses de herbicidas foi elevada para o volume de aplicação mais baixo (100 l ha⁻¹). Todavia, quando a aplicação se realizou no afilhamento completo, parece ser necessário aumentar as doses do herbicida para garantir uma elevada eficiência, quando for utilizado o volume de aplicação recomendado de 300 l ha⁻¹ (Barros *et al.*, 2005).

Assim, os resultados deste trabalho revelaram que é possível reduzir a dose recomendada de aplicação do herbicida de 2.5 – 3 l ha⁻¹ e até mesmo a dose normalmente utilizada pelos agricultores Portugueses (2 l ha⁻¹) e obter-se um controlo eficiente de *Lolium* spp. atingindo-se, simultaneamente, um potencial rendimento (Barros *et al.*, 2005).

Torna-se essencial para a redução de doses de herbicidas a utilização adequada de volumes de aplicação relativamente aos que são normalmente utilizados. Quando a aplicação do herbicida seja atrasada (afilamento completo) é necessário a utilização das doses de herbicida mais elevadas, de forma a serem obtidas as produções de grão mais elevadas (Barros *et al.*, 2005). Por outro lado, verificaram que a média de produção de grão foi mais elevada para a média dos tratamentos (época e volume de aplicação) com a dose mais elevada de herbicida (Barros *et al.*, 2005).

Zhang *et al.* (2000) tiveram como objectivo determinar a eficácia e o risco de controlar plantas infestantes com doses reduzidas de herbicidas, sob diferentes condições bióticas e ambientais, através da análise dos dados publicados sobre a utilização de doses de herbicidas abaixo do recomendado nos rótulos. Uma base de dados foi criada para a extracção de informação a partir de artigos anteriormente publicados sobre a utilização de doses reduzidas utilizadas, para controlar plantas infestantes em sistemas de produção agrícola, em grande escala geográfica e temporal (Zhang *et al.*, 2000). A base de dados criada foi, posteriormente, analisada de modo a avaliar a eficácia e o risco da utilização de herbicidas com diferentes doses reduzidas sob distintos modos de gestão (Zhang *et al.*, 2000).

Zhang *et al.* (2000) referem que apesar dos aspectos ambientais e económicos serem extremamente importantes, quando se utilizam doses inferiores às recomendadas, aumenta-se o risco de se realizar um controlo deficitário de infestantes; e a diminuição da produção (Boström e Fogelfors, 2002a). Além disso, variações no estado de desenvolvimento das infestantes, no momento de aplicação e intercepção dos herbicidas, devido às culturas, pode contribuir, parcialmente, para a baixa eficácia observada nos herbicidas de pós-emergência (Devlin *et al.*, 1991; Johnson *et al.*, 1989 cit. por Zhang *et al.*, 2000). Mas, a dose poderá ser substancialmente reduzida se os herbicidas forem necessários ou aplicados durante o período crítico de controlo de infestantes (Zhang *et al.*, 2000).

Segundo Zhang *et al.* (2000) ocorrem variações significativas de eficiência no controlo de infestantes para diferentes culturas, doses de herbicida e condições

ambientais. Dentro de cada grupo de doses de herbicida, existem sempre casos onde se consegue um controlo das infestantes mais eficiente e outros, no entanto, o controlo é menos eficaz. Para além disso, existem situações em que com a aplicação da dose recomendada, mesmo assim, o controlo de infestantes é muito baixo.

Zhang *et al.* (2000) referem que, a eficácia no controlo de infestantes em cereais foi elevada com aplicações de doses recomendadas, mas uma redução de 80% ou menos da dose recomendada resultou numa diminuição substancial na eficácia do controlo da flora infestante. E mais de 70% de controlo da flora infestante foi mantida em mais de 90% dos casos com doses de 30% e 60% da dose recomendada (Zhang *et al.*, 2000). O grande potencial para a redução de doses pode ser realizada onde a pressão das infestantes seja baixa (Zhang *et al.*, 2000).

A eliminação total de plantas infestantes não é habitualmente necessário para se obterem produções aceitáveis. De acordo com Zhang *et al.* (2000) em 90% dos casos, a eficácia do controlo de infestantes é mais baixa e a variar mais com doses reduzidas do que com as doses recomendadas, mas tende a situar-se entre 60 a 100% em 90% dos casos.

Outros autores verificaram que doses tão baixas como metade da dose tabelada, relativamente à dose recomendada, resultaram num similar (Spandl *et al.*, 1997) ou maior (Barton *et al.*, 1992) retorno económico da cultura do trigo. Stougaard *et al.* (1997), constataram que metade da dose recomendada traduziu-se num idêntico retorno económico na cevada de Primavera.

No entanto, Zhang *et al.* (2000) referem que, em 50% dos estudos analisados foi obtida uma eficiência igual ou superior a 70% no controlo de infestantes, mesmo quando a dose de herbicida aplicada foi de apenas 20% da dose recomendada. Os resultados mostraram, claramente, o potencial para a redução de herbicidas nos sistemas agrícolas (Zhang *et al.*, 2000).

Contrariamente, Zand *et al.* (2007), num estudo desenvolvido no Irão, para avaliar o controlo de infestantes de folha larga no trigo mole (*Triticum aestivum* L.) de Inverno, recorrendo a herbicidas de pós-emergência, constataram que quando as doses de herbicidas aplicadas decresciam, o controle das infestantes Dicotiledóneas anuais em questão, era reduzido significativamente.

Fogelfors (1990) e Salonen (1992) citados por Boström e Fogelfors (1999b), consideraram que a redução da dose nos herbicidas aplicados em 50%, diminuiu a eficácia no controlo das infestantes entre 5 a 30%. No estudo de Boström e Fogelfors (1999b), a

utilização de doses muito abaixo do recomendado, reduziu na generalidade a densidade total de infestantes e o seu peso em 70 a 90%, enquanto as produções aumentaram 10 a 20%. Doses de herbicida abaixo do recomendado, não só provocaram a redução da densidade da flora infestante e seu peso, como também contribuíram para a diminuição do fornecimento de sementes de infestantes com capacidade germinativa no solo, em cerca de 50%. Este efeito foi também significativo e levou a que se constatasse num ano, após a última aplicação de herbicida, densidades de infestantes anuais de folha larga 40 a 65% inferiores nesses talhões, relativamente aos talhões testemunha, nunca sujeitos a tratamento.

Stougaard *et al.* (1997), comprovaram que o Diclofope (“2-[4-(2,4-dichlorophenoxy)phenoxy]propanoic acid”) aplicado em metade da dose recomendada, relativamente à totalidade da dose, para controlar a *Avena fatua* L. na cultura da cevada, resultou em maiores níveis de biomassa da infestante e, conseqüente, diminuição de produção da cultura. Além disso, descobriram que tanto o Diclofope como o “imazamethabenz” aplicados em doses de cerca de metade das recomendadas no rótulo, geralmente, não tiveram, influência na produção da cultura nem no retorno económico, especialmente em locais onde a população infestante de *Avena fatua* L. se encontrava dispersa.

Spandl *et al.* (1997) cita por Holm *et al.* (2000), concluíram que o Diclofope e o fenoxaprope-p-etilo, quando aplicados em metade da dose recomendada, no controlo da *Avena fatua* L., nas culturas do trigo de Primavera (*Triticum aestivum* L.) e na cultura de cevada (*Hordeum vulgare* L.), provocaram um menor controlo das infestantes, o que resultou numa diminuição da produção da cultura e conseqüente retorno económico, quando comparados com a utilização de doses reduzidas de “imazamethabenz”. Estes autores mostraram que o efeito da época de aplicação foi menos consistente do que a dose de herbicida aplicado.

Lemerle *et al.* (1996) cita por Blackshaw *et al.* (2006) verificaram que o Diclofope em doses reduzidas controlou mais eficazmente o *Lolium rigidum* Gaud. em cultivares de trigo mais competitivas (mais altas) do que naquelas que eram menos competitivas (mais pequenas). Outros estudos fizeram igualmente referência à vantagem de se escolherem cultivares de cereais mais competitivas quando se utilizavam doses reduzidas (Salonen, 1992; Christensen, 1994 cita por Blackshaw *et al.*, 2006).

Muitas vezes, o que acontece é que nos rótulos das embalagens de herbicidas são referidas doses recomendadas suficientes para alcançar uma eficácia aceitável numa

ampla gama de condições e, por vezes, recomenda-se não se aplicar em determinadas condições específicas, como quando as infestantes estão em “stress” causado pelo frio, seca, deficiências nutricionais ou outras causas, como estágio de desenvolvimento inadequado ou danos provocados por doenças (Nordblom *et al.*, 2003). Zhang *et al.* (2000), acrescentam que as doses registadas foram determinadas para um largo espectro de espécies infestantes, estados de desenvolvimento, regiões e topografias e que essas doses recomendadas são criadas para garantir a máxima eficácia no controlo de infestantes sob grande pressão de infestação e diferenças de crescimento. Em alguns Países como E.U.A, Austrália, Canadá e mesmo na Europa, a legislação permite aos agricultores, rotineiramente, a utilização de doses abaixo daquelas que vêm especificadas no rótulo, excepto quando este faz referência explicitamente que tal é proibido (Nordblom *et al.*, 2003). Alguns rótulos propõem a escolha de uma dose e apenas fornecem directrizes gerais e subjectivas para a tomada de decisões (Nordblom *et al.*, 2003).

Rótulos de herbicidas mais informativos e conhecimentos adquiridos pelos investigadores, que posteriormente sejam publicados, poderão ser extremamente importantes para os utilizadores de herbicidas, permitindo-lhes a aplicação de doses de herbicidas adequadas (Blackshaw *et al.*, 2006). Uma vez que, as infestantes são um dos mais importantes factores de redução das produções de trigo (Baghestani *et al.*, 2007).

Diversos estudos têm avaliado a utilização de herbicidas em doses abaixo das recomendadas no rótulo, com o objectivo de reduzir os custos de produção e/ou os efeitos ambientais no controlo de infestantes (Zoschke, 1994; Bussan *et al.*, 2000), enquanto em alguns casos o controlo das infestantes e as produções das culturas obtiveram semelhantes resultados quando foram aplicadas as doses recomendadas e as doses reduzidas; houve, no entanto, menos consistência aquando do controlar de infestantes ao longo dos anos, em locais com doses reduzidas (Nordblom *et al.*, 2003). Como regra geral, uma dose abaixo do recomendada de herbicida poderá destruir a maioria das plantas infestantes alvo, sob condições favoráveis. Sob condições menos favoráveis, uma dose mais elevada será necessária e em condições desfavoráveis, mesmo com as doses mais altas de herbicida, poder-se-á obter resultados pouco satisfatórios (Nordblom *et al.*, 2003).

Diversos esforços têm sido realizados para determinar a eficácia e o risco da utilização de doses de herbicidas abaixo do recomendado nos rótulos (Devlin *et al.*, 1991; Doll *et al.*, 1992; Eadie *et al.*, 1992; Gebhardt 1981; Klingman *et al.*, 1992;

Moseley e Hagood, 1990; Steckel *et al.*, 1990 cits por Zhang *et al.*, 2000). Todavia, cada um desses estudos foi efectuado de acordo com determinadas condições ambientais específicas e, por conseguinte, os resultados obtidos devem ter valor sob situações similares (Zhang *et al.*, 2000).

A indústria e os agricultores possuem preocupações idênticas, relativamente à utilização de doses reduzidas, que poderão permitir aumentos no banco de sementes das plantas infestantes, ao longo do tempo, o que levará a um maior problema de infestantes nos próximos anos (Blackshaw *et al.*, 2006). Por isso, a existência de sistemas de apoio à tomada de decisão ou do desenvolvimento de novos métodos que permitam uma avaliação do crescimento das plantas infestantes devem ser considerados de modo a reforçar ainda mais a utilização de doses reduzidas de herbicida e aconselhar os agricultores sobre quando poderiam ser (ou não) uma opção viável (Blackshaw *et al.*, 2006).

Assim, existem certos aspectos importantes para a manutenção de sistemas cerealíferos competitivos como rotações adequadas, cultivares competitivas, elevadas densidades de sementeira, adequadas fertilizações, reduzido espaçamento na linha. Estes factores associados a determinadas características particulares do campo agrícola, como localização, características edáficas, climáticas e bióticas do local, espécie e estado de desenvolvimento da flora infestante, o ano em questão (e mesmo num mesmo ano é susceptível de ocorrerem alterações significativas, bem como entre parcelas), do herbicida, da época de aplicação e da vida útil do herbicida no mercado e da possível interacção entre herbicidas. Os efeitos conjugados destes factores, todavia, podem diferir bastante entre anos e localização das parcelas, além de que, eles não têm a mesma influência em todas as espécies infestantes. E a flora infestante pode variar dentro do mesmo campo agrícola. Só mediante a avaliação das condições existentes no local e de todos estes factores, poderá ser ou não possível a aplicação de doses reduzidas. Se tal for aplicável, desta forma efectiva poder-se-á diminuir os pesticidas nos campos agrícolas, enquanto se mantêm um controlo satisfatório de infestantes e possíveis produções de grão satisfatórias. Estes aspectos foram revistos por diversos autores em diversos artigos (Barton *et al.*, 1992; Spandl *et al.*, 1997; Stougaard *et al.*, 1997; Boström e Fogelfors, 1999a; Fykse e Wærnhus, 1999; Boström *et al.*, 2000; Holm *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2000; Boström e Fogelfors, 2002a; Nordblom *et al.*, 2003; Barros *et al.*, 2005; Blackshaw *et al.*, 2006; Nunes, 2006; Baghestani *et al.*, 2007; Zand *et al.*, 2007a; Barros *et al.*, 2008).

3.4.3.4. Efeitos de resistência das infestantes aos herbicidas

Alguns mecanismos básicos de selectividade, sobre os quais os modernos herbicidas se baseiam, consistem em diferentes mecanismos de absorção, translocação e metabolismo (Harrison e Loux, 1995). A resistência das plantas infestantes aos herbicidas pode ser definida como aquelas que sobrevivem e crescem, normalmente, à aplicação de uma dose de herbicida habitualmente utilizada em agricultura (Harrison e Loux, 1995). Em sentido agronómico, o termo *resistência aos herbicidas* implica também a diminuição de resposta de uma população de espécies infestantes a um herbicida como resultado da repetição da sua utilização (LeBaron e Gressel, 1982 cit. por Harrison e Loux, 1995) ou também da utilização continuada e repetida de doses abaixo do recomendado, contribuindo para o aumento dessa resistência por parte da flora infestante.

Por outras palavras, o desenvolvimento e o aparecimento de resistência marcam uma mudança na composição genética da população infestante como resposta a uma pressão de selecção, isto é, a repetição da utilização do mesmo herbicida (Harrison e Loux, 1995). Quando um herbicida tem um modo específico de acção e é aplicado repetidamente num determinado local ao longo do tempo, a proporção de infestantes susceptíveis a esse herbicida vai gradualmente diminuindo com o tempo; o que cria oportunidade para a natural resistência das infestantes para se estabelecerem de modo estável, incluindo biótipos resistentes de espécies que normalmente são susceptíveis ao herbicida (Harrison e Loux, 1995).

Blackshaw *et al.* (2006), afirmam que os resultados têm sido um pouco diferentes, em diversos estudos, sobre a utilização de doses de herbicidas abaixo do indicado, e que existem diversas opiniões acerca dos benefícios e riscos associados com essa utilização. Apesar das vantagens demonstradas pela aplicação de doses reduzidas, há riscos associados à adopção desta prática (Blackshaw *et al.*, 2006). Alguns autores têm concluído que o risco associado com a utilização de doses reduzidas de herbicida aumentou na ausência de outras práticas culturais complementares, tais como maior densidade de sementeira ou utilização de cultivares competitivas (Blackshaw *et al.*, 2006).

Se as doses reduzidas permitem que algumas infestantes não sejam atingidas conduzindo ao aumento da população infestante ao longo dos anos; o património

genético da resistência, que pode ser seleccionado, aumenta (Blackshaw *et al.*, 2006). Outra teoria é que doses reduzidas de herbicida têm o potencial para seleccionar o poligénico de resistência baseada na acumulação gradual de vários genes; cada codificação para um pequeno aumento na resistência (Blackshaw *et al.*, 2006). No entanto, isto nunca foi documentado e as doses reduzidas de herbicidas são susceptíveis de ter um efeito neutro sobre o desenvolvimento de resistência das plantas infestantes, especialmente se forem utilizados no contexto de uma gestão integrada das plantas infestantes (Blackshaw *et al.*, 2006).

A eficácia de um herbicida e a taxa de mortalidade crítica de infestantes parecem ser os factores a longo-prazo da utilização racional de um herbicida; uma vez, que a produção da cultura depende da densidade de infestantes, a densidade de infestantes depende da sua taxa de mortalidade e a taxa de mortalidade depende da dose de herbicida aplicada (Wallinga, 1998).

Para Kern *et al.* (1996) a ampla utilização de herbicidas na agricultura tem seleccionado populações de plantas infestantes resistentes. Contudo, muitos dos casos de resistência de infestantes são causados por uma alteração no local da enzima alvo ou no aumento da taxa de metabolismo do herbicida (Kern *et al.*, 1996).

A aplicação sistemática de doses reduzidas de herbicidas, a utilização de determinada substância activa prolongadamente e rotações incorrectas poderão culminar na necessidade de o agricultor aumentar as doses de herbicida a aplicar, numa tentativa de controlar eficazmente as infestantes, quando tal já não é possível de outro modo, devido a fenómenos de resistência da flora infestante em determinada parcela. Assim, ao detectar-se resistência das plantas infestantes e ao serem aumentadas as doses, poderá verificar-se alguma fitotoxicidade, nas doses mais elevadas, situação verificada por Barros *et al.* (2008) e Ferreira (2008), além de se verificar também um aumento dos custos.

A documentação deste tipo de resistências ilustra o mecanismo altamente variável da capacidade dos organismos para responder a fortes pressões de selecção e, provavelmente, irá ter implicações sobre as estratégias de gestão de resistências em diversos tipos de situações (Kern *et al.*, 1996).

3.5. Preocupações ambientais com a utilização de herbicidas

De acordo com Barros (2005) o uso de pesticidas é um auxiliar essencial para a agricultura moderna, possibilitando aumentos de produção e redução dos seus custos. Para além disso, os pesticidas têm permitido a introdução e desenvolvimento de novas tecnologias como a não mobilização e a mobilização mínima, monoculturas, desenvolvimento de novas variedades de alta produção, aumento da automatização e até, em certas circunstâncias, a conservação do solo e economia de energia (Barros, 2005).

Basch (2002) afirma que a agricultura é muitas vezes acusada de estar na origem de vários problemas ambientais, como a poluição de águas superficiais e subterrâneas com nutrientes e pesticidas, bem como a erosão e degradação dos solos agrícolas através da sua utilização excessiva e inadequada.

O aumento crescente de preocupação por parte do público com o efeito negativo de pesticidas no ambiente e o risco de contaminação dos alimentos, iniciou uma intensa discussão de forma a encontrar soluções para a redução da utilização de agroquímicos (Boström e Fogelfors, 2002b). Em muitos países, os herbicidas são o pesticida mais frequentemente utilizado. E muitos programas foram iniciados com o objectivo de diminuir a aplicação de pesticidas, como na Suécia, em que o governo em 1986 mandou reduzir a aplicação de pesticidas em jardins e na agricultura em 50% antes do final de 1990 (Boström e Fogelfors, 2002b).

Olson e Eidman (1992) cita por Blackshaw *et al.* (2006) afirmam que variações que ocorrem no controlo de infestantes, associados a retornos económicos superiores podem levar os agricultores, a aplicar herbicidas quando não são necessários. Mas, segundo Boström e Fogelfors (2002a), considerações de âmbito social e ambiental encorajam os agricultores a não utilizarem mais herbicidas do que o que é necessário.

Os herbicidas aplicados em doses mais baixas poderão permitir uma adaptação a uma série de situações específicas em que possam permitir maiores lucros para os produtores, reduzindo potenciais prejuízos e diminuindo riscos ambientais (Blackshaw *et al.*, 2006). Porque, consegue obter-se um controlo aceitável de infestantes através da aplicação de doses de herbicidas abaixo do que normalmente é recomendado. E, também, assim simultaneamente ser possível reduzirem-se os custos de produção e diminuir os possíveis efeitos negativos de pesticidas no meio ambiente (Barros, 2008).

Portanto, devido à necessidade de protecção do ambiente e ao consequente desenvolvimento de resistência aos herbicidas pelas plantas infestantes e à necessidade de redução de custos, em sistemas extensivos onde a cultura do trigo é de extrema importância, torna-se prioritário analisar a dinâmica das populações infestantes e ponderar sobre as acções mais adequadas a concretizar a este nível.

Barros (2005) refere que é bom ter sempre bem presente os graves inconvenientes resultantes da utilização irracional e, muitas vezes, excessiva de pesticidas. Além de que, dever-se-á ter plena consciência de que, na luta contra doenças e pragas deverão ser utilizados não produtos químicos, mas também as rotações de culturas, variedades resistentes, luta biológica e métodos físicos de combate, num sistema de controlo integrado; apesar de que, por vezes, o recurso à luta química é a única possibilidade (Barros, 2005).

A avaliação do risco de um pesticida para a saúde humana e para o ambiente permite estimar a potencial ameaça do perigo inerente ao pesticida e, através da gestão do risco, tomar decisões que não proibam a sua utilização, mas, sempre que indispensável, definam as medidas de precaução ou de redução dos seus inconvenientes (Amaro, 2003).

Por tudo isto, durante os últimos anos tem havido uma maior preocupação na homologação de diversas substâncias activas (Barros, 2005). E a tendência actual da indústria dos agroquímicos é colocar no mercado, produtos que sejam simultaneamente selectivos, eficazes, polivalentes, pouco tóxicos, menos persistentes e sem impacto ambiental, aplicados em doses cada vez mais baixas (Cortes, 1992; Duarte e Aniceto, 1991).

4. Material e Métodos

4.1. Descrição do ensaio

Este trabalho consistiu na realização de dois ensaios, em trigo mole de sementeira directa, com o objectivo de verificar a influência da aplicação, em pós-emergência do trigo mole, de uma mistura de dois herbicidas em doses reduzidas, relativamente às recomendadas pelo fabricante, de modo a verificar a eficiência no controlo de plantas infestantes Monocotiledóneas, da família Gramínea e Juncácea.

Para evitar a influência das infestantes Dicotiledóneas, no desenvolvimento do trigo mole, foi também aplicado um herbicida, na dose recomendada pelo fabricante, de modo a controlar as plantas infestantes desta classe.

Para cumprir o objectivo estipulado, realizaram-se um conjunto de observações e verificações desde o início até ao fim do ciclo vegetativo da cultura de trigo mole, quer ao nível das plantas infestantes, antes e depois da aplicação do herbicida de pós-emergência, quer da produção de trigo quer das respectivas componentes de produção.

Os ensaios decorreram no ano agrícola de 2006/2007 e 2007/2008, na Herdade da Revilheira situada no concelho de Reguengos de Monsaraz, distrito de Évora e numa herdade privada - Herdade do Louseiro - no concelho de Évora, respectivamente. A Herdade da Revilheira localiza-se a uma latitude de 38° 27' 54" N e longitude de 7° 28' W do meridiano de Greenwich. A Herdade do Louseiro situa-se, a 10 km da cidade de Évora, a uma latitude de 38° 30' N e longitude de 7° 48' W do meridiano de Greenwich.

4.2. Caracterização Climática

No Quadro nº 1 são apresentados os valores das temperaturas registados na Estação Meteorológica de Reguengos de Monsaraz do Instituto de Ciências Agrárias e Mediterrânicas (ICAM), instalada na Herdade da Revilheira, local onde foi instalado o ensaio em 2006/2007. Os valores da precipitação mensal (mm) no ano agrícola 2006/2007 são os registados pela Estação Udométrica de Reguengos de Monsaraz

(Quadro nº 2). Por outro lado, os valores médios de trinta anos foram registados pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Estação de Reguengos de Monsaraz, 1991 (Quadro nº 3).

Quadro nº 1 – Temperaturas médias mensais das mínimas, das máximas e das médias do ar (°C) no ano agrícola de 2006/2007 em Reguengos de Monsaraz.

Mês	Temperaturas médias (°C) 2006/2007		
	Médias	Máximas	Mínimas
Novembro	14,3	18,3	11,2
Dezembro	8,3	13,1	4,3
Janeiro	7,7	12,6	4,0
Fevereiro	10,8	15,2	6,8
Março	11,4	17,2	5,8
Abril	13,4	19,2	7,5
Maió	17,0	24,0	10,4
Junho	20,6	28,0	13,3
Julho	24,5	33,2	14,7

Quadro nº 2 - Precipitação mensal (mm) no ano agrícola de 2006/2007.

Anos	Meses											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	113,7	40,1
2007	36,8	95,6	11,6	48,0	38,9	34,6	0,0	-	-	-	-	-

Fonte: Estação Udométrica de Reguengos de Monsaraz.

Quadro nº 3 – Precipitação média mensal (mm) de 1951 a 1980.

Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
77,6	76,7	83,3	44,9	33,5	24,8	3,5	-	20,6	61,0	69,9	74,7

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Portugal, 1991.

Na Figura 16, pode verificar-se a distribuição da precipitação durante o ano do ensaio (2006/2007), bem como a distribuição da precipitação ocorrida durante uma

média de 30 anos (1951/1980) e correlacionar esta distribuição da precipitação com a variação da temperatura ao longo dos meses.

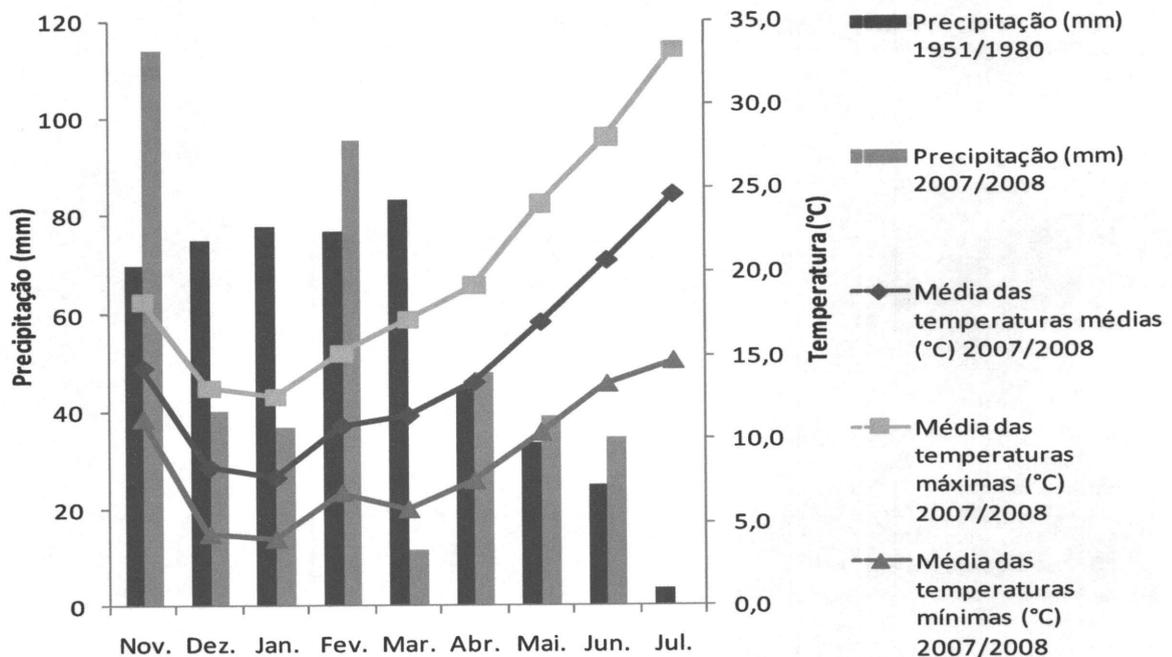


Fig. 16 – Condições termopluiométricas em 2006/2007 e média mensal da precipitação ocorrida no período de 1951 a 1980.

Os ensaios em 2006/2007 e 2007/2008 decorreram, segundo a classificação de Köppen e a partir das condições termopluiométricas verificadas na Figura nº 16 e Figura nº 17, sujeitos a um Clima temperado mediterrâneo (Csa) com Verões quentes e secos e Invernos suaves e relativamente chuvosos. A temperatura média anual ronda os 15-16 °C e a precipitação média anual os 600-700 mm. Verifica-se, contudo, que os valores de precipitação no Outono/Inverno são bastante variáveis.

Relativamente ao ensaio efectuado no ano agrícola 2007/2008, os dados climáticos referentes à temperatura do ar e precipitação, foram registados na estação meteorológica de Évora/Mitra (Latitude: 38° 32' N; Longitude: 8° 01' W) e são apresentados nos Quadros seguintes:

Quadro nº 4 - Precipitação mensal (mm) no ano agrícola de 2007/2008.

Anos	Meses											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,2	15,7
2008	63,3	62,1	20,6	76,5	55,6	3,4	0,4	-	-	-	-	-

Fonte: Centro de Geofísica de Évora.

Quadro nº 5 – Precipitação média mensal (mm) de 1951 a 1980

Meses											
Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
97,7	95,2	88,3	52,6	42,9	26,6	3,1	3,1	27,7	65,7	82,6	79,1

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Portugal, 1991.

É possível verificar, através dos quadros anteriores, que os valores da precipitação mensal (mm) do ano agrícola de 2007/2008 (Quadro nº 4) foram em todos os meses inferiores, relativamente aos valores médios registados no período de 1951 a 1980 (Quadro nº 5), excepto nos meses de Abril e Maio, em que o ano agrícola de 2007/2008 foi caracterizado por valores de precipitação mensal (mm) superiores.

Assim, comparativamente ao período de 1951 a 1980, constata-se que 2007/2008 foi um ano agrícola seco, excepto nos meses de Abril e Maio (Fig. 17).

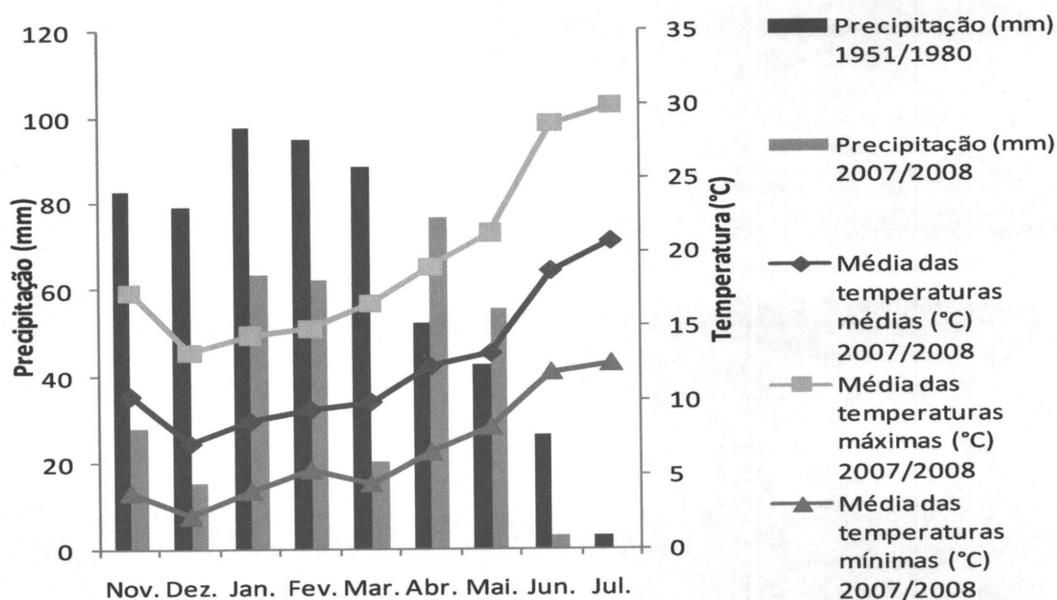


Fig. 17 – Condições termoplúviométricas em 2007/2008 e média mensal da precipitação ocorrida no período de 1951 a 1980.

É verificado no ano 2007/2008 temperaturas ligeiramente mais baixas comparativamente com o período de 1951 a 1980 (Quadro nº 6).

Quadro nº 6 – Temperaturas médias mensais das mínimas, das máximas e das médias do ar (°C) no ano agrícola de 2007/2008 e do período de 1951 a 1980.

Mês	Temperaturas médias (°C) 2007/2008			Temperaturas médias (°C) 1951/80		
	Médias	Máximas	Mínimas	Médias	Máximas	Mínimas
Novembro	10,4	17,3	3,9	12,0	17,0	6,9
Dezembro	7,2	13,4	2,3	9,2	14,0	4,5
Janeiro	8,7	14,5	4,0	8,6	13,4	3,8
Fevereiro	9,5	14,9	5,4	9,5	14,2	4,8
Março	10,0	16,6	4,5	11,2	16,5	5,9
Abril	12,4	19,0	6,6	13,4	19,2	7,7
Maió	13,3	21,3	8,3	16,7	23,2	10,2
Junho	18,7	28,7	12,0	20,2	27,3	13,0
Julho	20,7	29,9	12,6	23,0	31,2	14,7

4.3. Caracterização Edáfica

No ano agrícola de 2006/2007, o ensaio decorreu num solo classificado, segundo Cardoso (1965), como um *Solo Mediterrâneo Vermelho ou Amarelo de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins (Vm)*. Estes solos apresentam um horizonte A1, que varia entre os 15 a 30 cm de profundidade, pardo-avermelhado, a sua classe de textura é franco ou franco-argilo-arenoso, quase sempre com algum saibro da rocha-mãe e estrutura granulosa média e fina moderada.

Segundo Calado (2005), este solo apresenta na camada superficial (0-10 cm) uma percentagem de areia de 68,4; de limo de 13,8; e de argila de 17,8. Relativamente, à densidade aparente, esta é de 1,7. No que se refere às características químicas, o seu pH é de 5,6 e apresenta 1,2 % de matéria orgânica.

A parcela, onde foi instalado o ensaio do ano agrícola 2007/2008, possui características de um *Solo Mediterrâneo Pardo Para-Hidromórfico de quartzodioritos ou dioritos (Pmh)*, segundo a classificação de Cardoso (1965).

Este solo é constituído por um horizonte superficial A1 que varia entre os 20 e os 30 cm de profundidade, cinzento-claro e pardo; a sua textura é franco-arenosa, com bastante saibro subanguloso de quartzo (por vezes rolado) e/ou de pórfico e algum

cascalho anguloso de pórfiro; a estrutura é granulosa, muito fina a média, franca; muito friável. O pH situa-se entre 5,0 e 6,2. No Quadro nº 7 apresentam-se alguns parâmetros relativos ao solo obtidos a partir de uma análise efectuada por AGRO- Systèmes.

Quadro nº 7 - Análise de Solo da parcela onde se instalou o ensaio.

Profundidade (cm)	Complexos Argilo-Húmicos (meq/100g)	Terra fina (t/ha)	Dap seco	M. O. (%)	pH (H₂O)
25	11,9	3500	1,4	1,0	6,2

Fonte: Euro analyse, AGRO-Systèmes, 2006.

4.4. Técnicas Culturais

No ensaio, realizado no ano agrícola de 2006/2007, foi aplicado, através de um pulverizador de pressão de jacto projectado, um herbicida de pré-sementeira, sistémico, total e não residual, cuja substância activa é o Glifosato, na dose de 360 g ha⁻¹ e um volume de 100 l de água por hectare.

A variedade de trigo mole semeada foi a Almansor, através de um semeador de sementeira directa, com uma densidade de 190 kg ha⁻¹. Relativamente à adubação, foram aplicados em fundo 36 kg de azoto (N) e 92 kg de fósforo (P) na época de sementeira. Na adubação de cobertura aplicaram-se 81 kg de azoto (N), repartidos em duas épocas de aplicação, sendo a primeira aplicação de 54 kg, efectuada a 22 de Janeiro de 2007 e a segunda de 27 kg de azoto (N) realizada a 02 de Março de 2007.

A colheita da cultura foi efectuada através de uma ceifeira debulhadora de pequenas parcelas com 1,5 m de largura de trabalho. Além disso, efectuou-se uma colheita manual de uma amostra de 100 espigas com uma tesoura eléctrica.

No Quadro nº 8 apresentam-se de forma sintetizada as operações culturais realizadas nos dois anos de ensaio.

No ensaio realizado no ano de 2007/2008 foi aplicado em pré-sementeira um herbicida sistémico, total e não residual de nome comercial Roundup Supra (1,3 l ha⁻¹), cuja substância activa é o glifosato, ao qual foi adicionado U – 46 Combi Fluid (0,5 l ha⁻¹

¹). Esta aplicação foi efectuada através de um pulverizador de pressão de jacto projectado e um volume de 80 l de água por hectare.

Relativamente à variedade de trigo mole (*Triticum aestivum* L.) semeada, a kumberri, é caracterizada, segundo o folheto informativo, por apresentar um elevado potencial produtivo, capacidade de afilamento médio e peso de 1000 grãos baixo. Além disso, o trigo foi semeado no sistema de sementeira directa com uma densidade de 185 kg ha⁻¹, de forma a obter-se um povoamento de aproximadamente 600 sementes por metro quadrado.

A fertilização em N, P e K foi efectuada através de uma adubação de fundo, com adubo composto ternário num total de 250 kg ha⁻¹, nas proporções exactas de 8:18:5, realizada em conjunto com a sementeira. Procedeu-se, ainda, à aplicação de uma adubação de cobertura com 200 kg de azoto por hectare, de Nitrocálcio 27, dividida em duas aplicações.

Para realizar a colheita da cultura foi utilizada uma ceifeira debulhadora de pequenas parcelas, com largura de trabalho de 1,5 m. Esta área foi colhida na parte central de cada talhão de modo a evitar-se o efeito de bordadura e quaisquer possíveis falhas que tenham ocorrido durante o tratamento nas extremidades dos talhões.

Por fim, para determinar o índice de colheita e os componentes de produção colheram-se amostras de cem espigas com o auxílio de uma tesoura eléctrica.

Quadro nº 8 – Calendário das operações culturais efectuadas nos ensaios realizados em 2006/2007 na Herdade da Revilheira e 2007/2008 na Herdade do Louseiro.

Operações culturais	2006/2007	2007/2008
Monda química de pré-sementeira	13 de Novembro de 2006	19 de Novembro de 2007
Sementeira directa e Adubação de Fundo	15 de Novembro de 2006	21 de Novembro de 2007
1ª Adubação de cobertura	22 de Janeiro de 2007	23 de Janeiro de 2008
Monda química de pós-emergência	04 de Janeiro de 2007	24 de Janeiro de 2008
1ª Contagem das plantas infestantes	03 de Janeiro de 2007	29 de Janeiro de 2008
2ª Adubação de cobertura	02 de Março de 2007	16 de Março de 2008
2ª Contagem das plantas infestantes	09 de Março de 2007	17 de Março de 2008
Colheita da cultura	Junho	14 de Julho de 2008

4.5. Tratamentos e Delineamento Experimental

Nos dois ensaios efectuou-se o estudo de dois factores com 3 níveis cada, correspondentes a nove tratamentos. Os factores em estudo foram a aplicação de dois herbicidas em pós-emergência, na cultura do trigo mole, para controlar infestantes Monocotiledóneas. As diferentes doses aplicadas dos dois herbicidas (3×3) correspondem aos nove tratamentos.

É de salientar que as doses aplicadas foram inferiores às recomendadas pelos fabricantes dos herbicidas, que aconselham a utilização de doses para utilização das substâncias activas sem considerarem a possibilidade de aplicação de misturas, como foi estudado neste trabalho.

A aplicação dos dois herbicidas foi realizada através de um pulverizador de pressão de jacto projectado, adequado a ensaios, equipado com bicos de fenda (110° - 12), com um volume de calda de 200 l ha⁻¹.

Segundo o AGROMANUAL (2006), as infestantes susceptíveis aos dois herbicidas em estudo e o modo de acção destes são os seguintes:

Herbipec 500 FL – herbicida de contacto e residual, que pode ser utilizado em pré e pós-emergência nas culturas do trigo e cevada. A dose recomendada pelo fabricante é de 3 l ha⁻¹ em pós-emergência na cultura do trigo. Especialmente indicado para controlar *Lolium rigidum* Gaud., *Poa annua* L., *Calendula arvensis* L., *Spergula arvensis* L., *Diploaxis catholica* L., *Juncus bufonius* L., *Laminum amplexicaule* L., *Chamaemelum* spp., *Anthemis arvensis* L., *Anagallis arvensis* L., *Stellaria media* L., *Sinapis arvensis* L., *Silene gallica* L., *Polygonum aviculare* L., *Echium plantagineum* L..

Dopler Super – herbicida de contacto e translocação, absorvido pelas folhas das infestantes, sendo translocado até às suas zonas de crescimento. A dose recomendada pelo fabricante, no trigo mole, é de 2,5 a 3,5 l ha⁻¹ desde o aparecimento da 1ª folha até ao 2º nó. Indicado para controlar *Avena sterilis* L., *Phalaris minor* Retz., *Phalaris brachystachy* L., *Phalaris paradoxa* L., *Lolium rigidum* Gaud..

Para evitar a possível influência das plantas infestantes da classe Dicotiledónea, na cultura, utilizou-se em todos os tratamentos o herbicida Granstar cuja substância

activa é o Tribenurão-Metilo, na dose, recomendada pelo fabricante, de 15 g ha⁻¹, ou seja 11,25 g de s.a.. É um herbicida sistémico absorvido pelas folhas e raízes das infestantes, que interfere na síntese dos aminoácidos provocando-lhes a paragem do crescimento (AGROMANUAL, 2006).

No Quadro nº 9 são apresentados os diferentes tratamentos realizados e as respectivas doses dos dois herbicidas, designados pelo nome comercial e substâncias activas.

Quadro nº 9 – Tratamentos e respectivas doses dos dois herbicidas aplicados.

Tratamento	Herbipec 500 FL (Substância activa - CLORTOLURÃO)	Dopler Super (Substância activa - DICLOFOPE-METILO+FENOXAPROPE-P-ETILO+MEFENEPIR-DIETILO)
C0D0	Sem herbicida	Sem herbicida
C0D1	Sem herbicida	0,5 l herbicida ha ⁻¹ (125g + 10 g + 20 g s.a.)
C0D2	Sem herbicida	1 l herbicida ha ⁻¹ (250 g + 20 g + 40 g s.a.)
C1D0	1 l herbicida ha ⁻¹ (500 g s.a. ha ⁻¹)	Sem herbicida
C1D1	1 l herbicida ha ⁻¹ (500 g s.a. ha ⁻¹)	0,5 l herbicida ha ⁻¹ (125g + 10 g + 20 g s.a.)
C1D2	1 l herbicida ha ⁻¹ (500 g s.a. ha ⁻¹)	1 l herbicida ha ⁻¹ (250 g + 20 g + 40 g s.a.)
C2D0	2 l herbicida ha ⁻¹ (1000 g s.a. ha ⁻¹)	Sem herbicida
C2D1	2 l herbicida ha ⁻¹ (1000 g s.a. ha ⁻¹)	0,5 l herbicida ha ⁻¹ (125g + 10 g + 20 g s.a.)
C2D2	2 l herbicida ha ⁻¹ (1000 g s.a. ha ⁻¹)	1 l herbicida ha ⁻¹ (250 g + 20 g + 40 g s.a.)

Quanto ao delineamento experimental, os nove tratamentos, resultantes da aplicação factorial dos dois herbicidas (3 × 3), foram realizados em blocos casualizados e efectuaram-se quatro repetições de cada tratamento, conforme a Fig. nº 18.

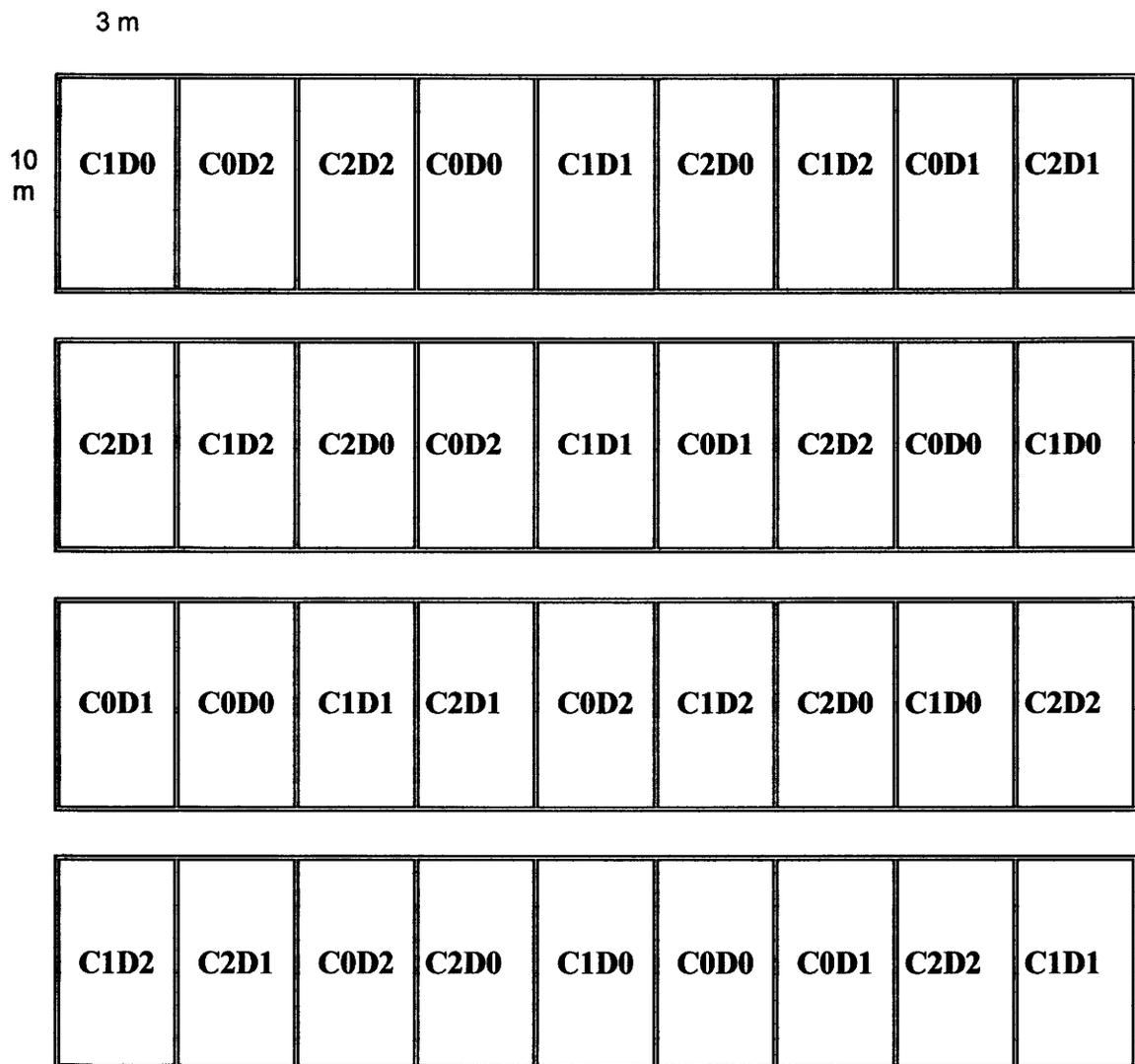


Fig. 18 – Esquema representativo dos talhões e respectivos tratamentos dos ensaios realizados nos anos agrícolas de 2006/2007 e 2007/2008.

4.6. Observações e determinações

De acordo com o objectivo do ensaio os parâmetros observados, para a cultura do trigo, foram a produção e respectivas componentes, bem como, no caso das plantas infestantes, o número de plantas (total e da classe Monocotiledónea) em duas datas de contagem, efectuadas sem remoção das infestantes.

Cada data de contagem do número de infestantes correspondeu a um determinado estado do ciclo vegetativo da cultura do trigo, sendo a primeira efectuada

no início do afilamento e a segunda ao emborrachamento, a que correspondem, respectivamente, os códigos 20 a 21 e 45 na escala de Zadoks *et al.* (1974) (Anexo I).

As contagens de plantas infestantes foram realizadas em subtalhões de 50 × 50 cm², delimitados por caixilhos de madeira com a área referida. Os subtalhões marcaram-se nos talhões de 10 × 3 m² onde se realizaram os nove tratamentos com quatro repetições. Nos talhões de 10 × 3 m² colheu-se uma área de 10 m × 1,5 m (largura de trabalho da ceifeira debulhadora).

A eficiência dos diferentes tratamentos é expressa como a percentagem de infestantes controladas, que se obtém através de cálculo pela seguinte expressão (Barros *et al.*, 2007b):

$$Ef = 100 - \left[\frac{(C2 - d)}{C1} \times 100 \right]$$

em que:

Ef – eficiência do tratamento (%);

C1 – número de plantas infestantes por metro quadrado contadas antes do tratamento;

C2 – número de plantas infestantes por metro quadrado contadas depois do tratamento;

d – diferença no número de infestantes por metro quadrado verificado entre as contagens realizadas antes e depois da aplicação dos herbicidas de pós-emergência contadas nos talhões testemunha (talhões onde não foi aplicado o herbicida).

A partir da área colhida dos talhões principais dos ensaios verificou-se a produção de grão, que foi analisada a partir do peso seco obtido em estufa (a temperatura de 65°C com secagem até peso constante). O peso do grão, o número de grãos por espiga e por metro quadrado, o número de espigas por metro quadrado, assim como, o índice de colheita, foram obtidos como se descreve em seguida:

- peso do grão é o peso do grão seco, após contagem de 1000 grãos e posterior secagem em estufa a 65° C durante, aproximadamente, 48 horas;

- Número de grãos por metro quadrado foi calculado a partir da relação entre a produção de grão por metro quadrado e o peso do grão;

- Número de grãos por espiga foi obtido a partir da razão entre o peso seco do grão obtido numa amostra de cem espigas e o peso de cada grão seco;
- Número de espigas por metro quadrado foi calculado através da relação entre o número de grãos por metro quadrado e o número de grãos por espiga;
- Índice de colheita foi obtido através da relação entre o peso do grão e o peso da biomassa (grão + palha) a partir de uma amostra de cem espigas.

4.7. Tratamento estatístico

O tratamento estatístico dos ensaios consistiu na análise de variância e no estabelecimento de equações de regressão.

As análises de variância (ANOVA) foram realizadas para todos os dados, para determinar as diferenças entre médias de cada parâmetro dependente do tratamento em estudo (Anexo V). Além disso, foram efectuadas de acordo com o delineamento experimental e foi utilizado o programa MSTAT-C (Michigan State University), versão 1.42.

As diferenças entre tratamentos foram estudadas utilizando o teste múltiplo de médias (“Duncan Multiple Range Tests”) para um nível de probabilidade de 5% (intervalo de confiança de 95%). Nos Quadros apresentados, no capítulo seguinte, as letras diferentes indicam diferentes valores médios, que foram obtidos a partir da área dos talhões. Quando a mesma letra aparece em duas médias a diferença entre elas não é significativa. Porém, se não há nenhuma letra comum a ambas as médias, a diferença é estatisticamente significativa.

Relativamente às equações de regressão, estas foram calculadas com o auxílio do programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 15.0 e do Excel versão 2007. Recorrendo à utilização do coeficiente de determinação, procurou-se melhorar a qualidade de ajustamento dos diversos modelos aos dados (Maroco, 2003).

5. Análise e Discussão dos Resultados

5.1. Nível de Infestação

Nos dois anos em que se realizou o ensaio, o *Lolium* spp. foi dominante com uma elevada proporção de plantas. O *Juncus bufonius* L. também apareceu mas com uma percentagem inferior. (Fig. 19). Daqui conclui-se que nos solos Vm e Pmh onde decorreu o ensaio, o *Lolium* spp. dominou na classe Monocotiledónea, nomeadamente o *Lolium rigidum* G., seguido do *Juncus bufonius* L..

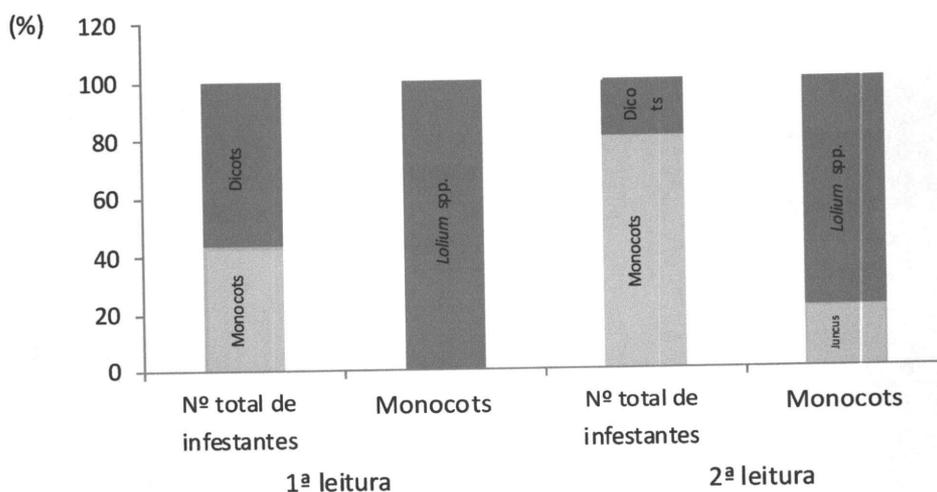


Fig. 19 – Percentagem de infestantes no talhão testemunha (C0D0) em dois anos de ensaios.

No primeiro ano do ensaio constata-se que, a proporção inicial de infestantes Dicotiledóneas foi superior às Monocotiledóneas, enquanto no segundo ano a situação foi idêntica (Fig. 20). Todavia, na segunda leitura realizada no estado de encanamento do trigo a situação inverteu-se, verificando-se uma percentagem de infestantes Monocotiledóneas superior às Dicotiledóneas no primeiro ano e segundo ano de ensaios (Fig. 21).

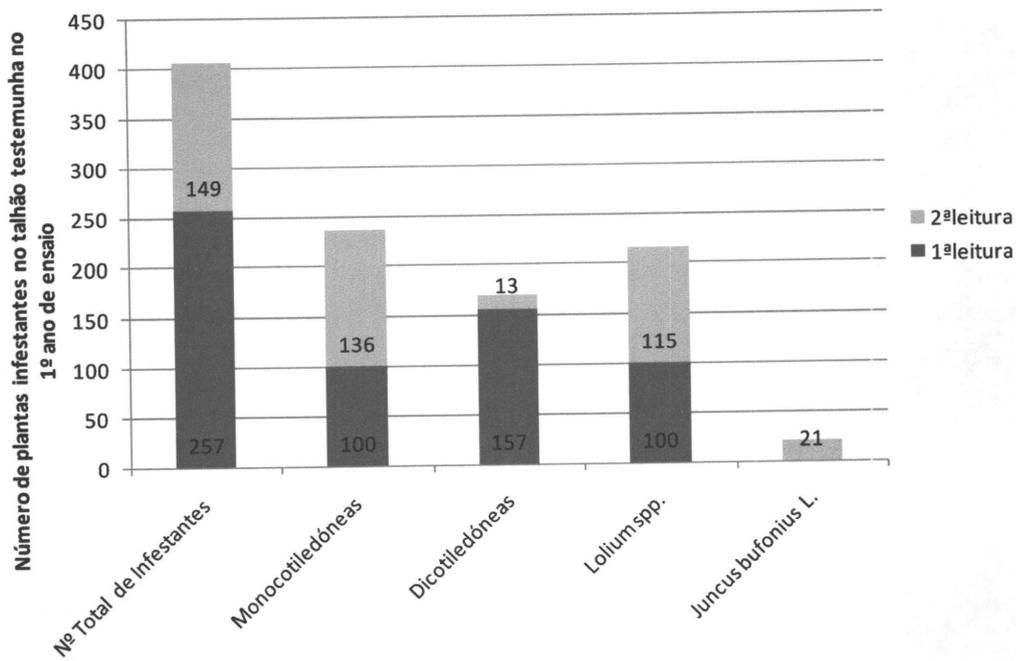


Fig. 20 – Número de plantas infestantes/m² no talhão testemunha (C0D0) no 1º ano de ensaio.

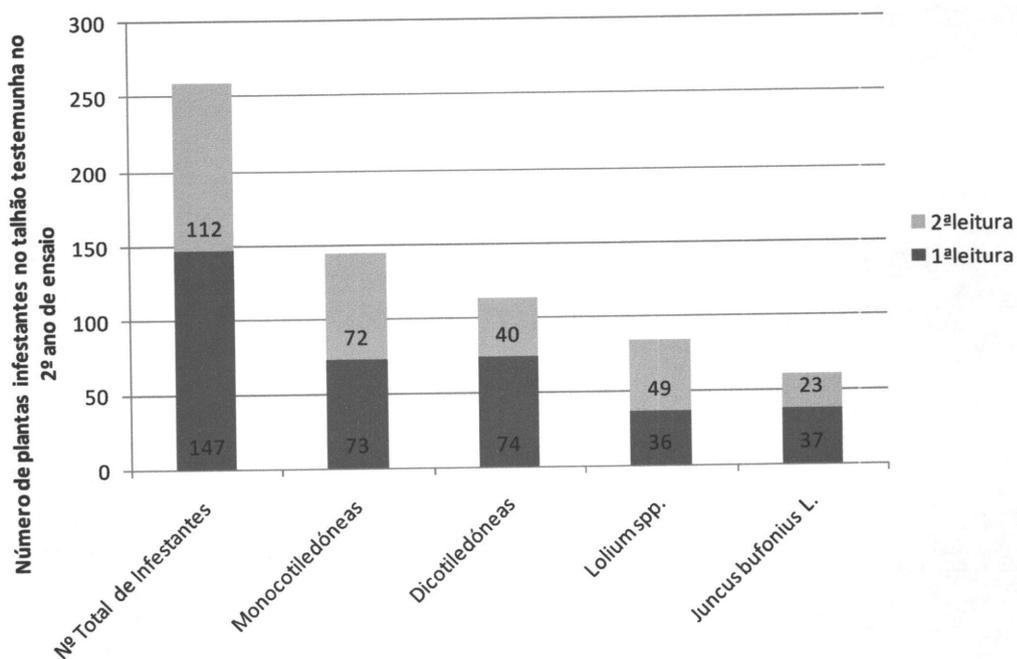


Fig. 21 – Número de plantas infestantes/m² no talhão testemunha (C0D0) no 2º ano de ensaio.

Nas segundas leituras do número de infestantes, após a aplicação do herbicida de pós-emergência, nota-se a influência deste, uma vez que se verifica tanto no segundo ano (Fig. 22) como na média dos dois anos (Fig. 23), o *Lolium* spp. a dominar claramente relativamente ao *Juncus bufonius* L., no tratamento com 2 l ha⁻¹ de Herbipec e 0,5 l ha⁻¹ de Dopler Super, em que se verificou maior eficiência no controlo de Monocotiledóneas.

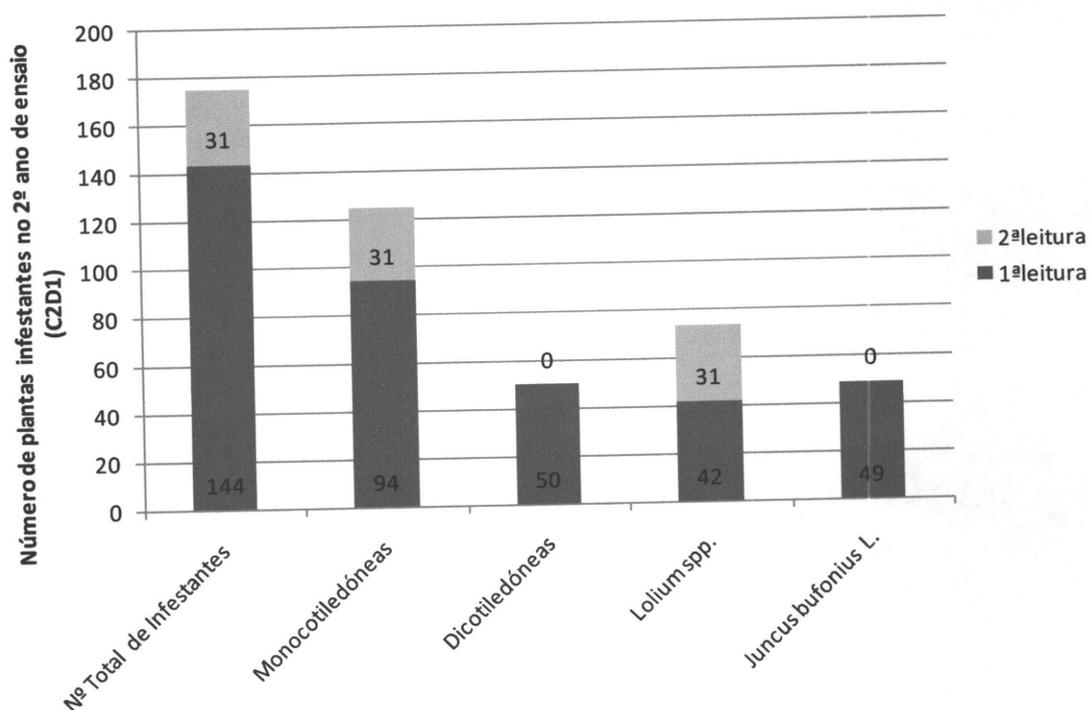


Fig. 22 – Número de plantas infestantes/m² com herbicida pós-emergência, tratamento C2D1, no 2º ano de ensaio.

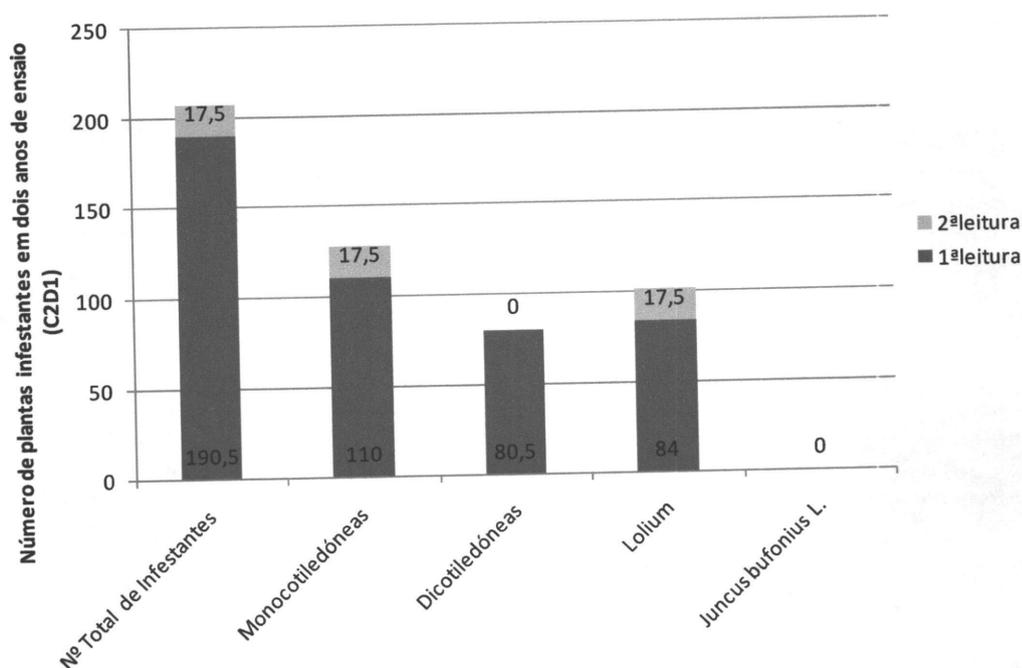


Fig. 23 – Número de plantas infestantes/m² com herbicida pós-emergência, tratamento C2D1, média de 2 anos de ensaios.

No Anexo III e na Fig. 24 constata-se que ocorreram diferenças significativas entre anos ao nível do número total de plantas infestantes, em consequência de uma diferença significativa no número de plantas Dicotiledóneas. Todavia, o mesmo não se verifica ao nível do número de plantas Monocotiledóneas, sobre as quais foi efectuado o estudo apresentado neste trabalho. No entanto, ao nível do *Lolium* spp. constata-se que existiram diferenças significativas entre anos. A diferença significativa no número total de infestantes, de um ano para o outro (2006/2007 para 2007/2008), foi devida à diferença significativa de infestantes Dicotiledóneas, sobretudo na primeira leitura realizada ao início do afilamento do trigo, em consequência da variabilidade das condições ambientais.

Barros *et al.* (2008) referem que o controlo da *Avena sterilis* L. e do *Lolium rigidum* G. são o principal problema, de controlo de infestantes, na cultura do trigo em condições mediterrânicas e que contribuem decisivamente para os custos totais de controlo de infestantes. Além disso, uma baixa eficiência no controlo de *Avena sterilis* L. e do *Lolium rigidum* G. e um longo período de competição entre infestantes e a cultura são responsáveis pela diminuição da produção de grão (Barros *et al.*, 2008).

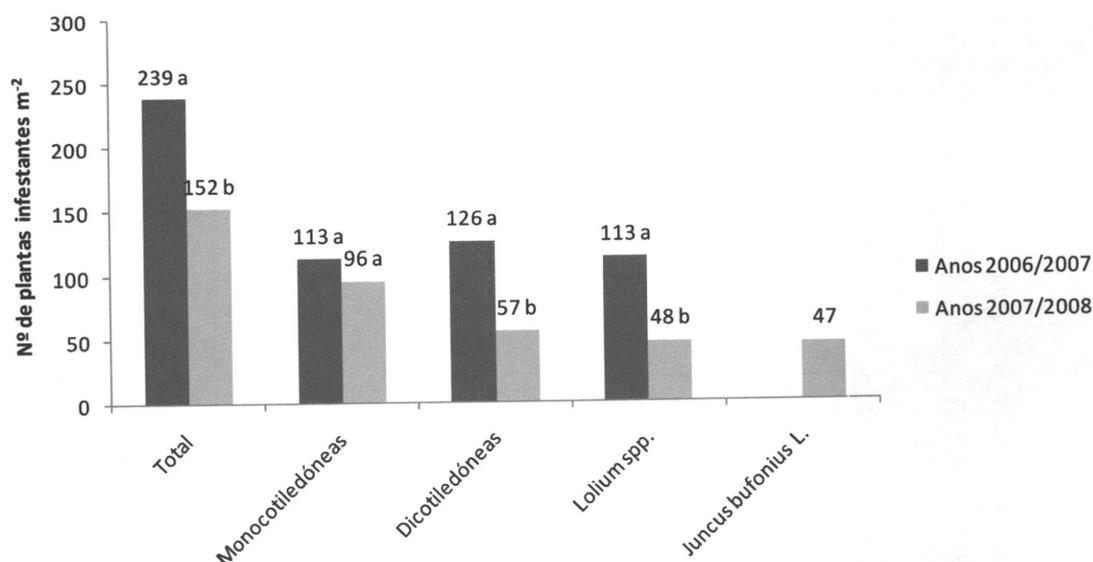


Fig. 24 – Número de plantas infestantes/m² em 2006/2007 e 2007/2008 na primeira leitura realizada ao afilhamento do trigo (médias dos nove subtalhões).

A partir do Quadro 10 verifica-se que quando não se efectuou o controlo das plantas infestantes, porque não se aplicou herbicida (C0D0), ocorreu uma elevada infestação e o número de plantas Monocotiledóneas por metro quadrado é significativamente superior ao verificado em qualquer das situações em que se aplicou um tratamento com herbicida.

Quadro 10 – Efeito dos tratamentos em estudo no número de plantas infestantes por metro quadrado registado na segunda leitura realizada ao encanamento do trigo (dois anos de ensaio).

Tratamento	Número de Infestantes	Número de Monocotiledóneas	Número de Dicotiledóneas	Número de <i>Lolium</i> spp.	Número de <i>Juncus bufonius</i> L.
C0D0	130,5 a	104,0 a	26,5 a	82,0 a	22,0 a
C0D1	56,5 bc	50,5 bcd	6,0 b	28,5 c	22,0 a
C0D2	71,5 b	65,5 bc	6,0 b	44,0 bc	21,5 a
C1D0	71,0 b	71,0 ab	0,0 b	70,0 ab	0,0 b
C1D1	33,0 cd	33,0 bcd	0,0 b	30,0 c	3,0 b
C1D2	29,0 cd	29,0 cd	0,0 b	25,0 c	4,0 b
C2D0	43,5 bcd	42,0 bcd	1,5 b	41,5 bc	1,0 b
C2D1	17,5 d	17,5 d	0,0 b	17,5 c	0,0 b
C2D2	19,5 cd	19,0 d	0,5 b	19,0 c	0,0 b

De acordo com os registos efectuados verifica-se que, no ano agrícola 2006/2007 e 2007/2008 e para as condições ambientais que decorreram antes e depois da data de sementeira, ocorreu uma infestação (total e de plantas Monocotiledóneas) na cultura do trigo superior quando não foi aplicada herbicida em pós-emergência (C0D0).

No Quadro 10 e no Anexo IV constata-se que, no caso das plantas infestantes de *Juncus bufonius* L., o número destas infestantes é superior nos tratamentos em que não se aplicou o herbicida Herbipec 500 FL (substância activa Clortolurão) (C0D0, C0D1 e C0D2). Portanto, existe uma redução da infestação causada nas plantas de *Juncus bufonius* L. devido à aplicação de Herbipec 500 FL.

5.2. Eficiência do controlo das plantas infestantes

Ao aumentar a dose do Herbipec 500 FL verificou-se uma maior eficácia do controlo da infestação de Monocotiledóneas e a dose de 2 litros ha⁻¹ foi diferente significativamente de 1 litro ha⁻¹ (Quadro 11). Quanto ao herbicida Dopler Super não se verificaram diferenças significativas na eficiência do controlo das infestantes Monocotiledóneas com o acréscimo da dose de 0,5 litro ha⁻¹ para 1 litro ha⁻¹ (Quadro 12).

Quadro 11 – Eficiência do controlo das plantas infestantes (total), Monocotiledóneas e da espécie *Lolium rigidum* G. verificada, nos tratamentos em estudo, com o herbicida Herbipec 500 FL, em dois anos de ensaios.

Tratamento	Eficiência (%)		
	infestantes	Monocotiledóneas	<i>Lolium</i> spp.
C1	76,6 b	72,0 b	63,9 b
C2	85,1 a	86,4 a	79,0 a

Quadro 12 – Eficiência do controlo das plantas infestantes (total), Monocotiledóneas e da espécie *Lolium rigidum* G. verificada, nos tratamentos em estudo, com o herbicida Dopler Super, em dois anos de ensaios.

Tratamento	Eficiência (%)		
	infestantes	Monocotiledóneas	<i>Lolium</i> spp.
D1	78,1 a	80,0 a	79,7 a
D2	80,7 a	79,3 a	79,1 a

No Quadro 13 e Fig. 25 verifica-se que a eficiência do controlo das plantas infestantes foi maior quando se juntaram os dois herbicidas, verificando-se uma eficiência mais elevada com a mistura de 2 litros de Herbipeç 500 FL com 0,5 litro de Dopler (C2D1). Além disso, esta mistura foi bastante eficiente no controlo das plantas infestantes Monocotiledóneas (*Lolium* spp. e *Juncus bufonius* L.) (Quadros 13 e 14). O tratamento C2D2 também permitiu atingir uma eficiência bastante aceitável do controlo de Monocotiledóneas e não é diferente significativamente de C2D1 (Quadro 13).

Contudo, verifica-se no Quadro 13 que existem diferenças significativas entre os tratamentos, e que a aplicação de um só herbicida caracteriza a menor eficiência, sobretudo a aplicação de um litro de Herbipeç 500 FL (C1D0). Todavia, a aplicação do herbicida Herbipeç 500 FL com qualquer dose permitiu obter uma eficácia total (100%) no controlo de *Juncus bufonius* L. (Quadro 14), enquanto o Dopler Super não apresentou uma acção tão eficaz sobre a espécie *Juncus bufonius* L (Quadro 15), como o Herbipeç 500 FL.

Quadro 13 – Eficiência do controlo das plantas infestantes (total), Monocotiledóneas e da espécie *Lolium rigidum* G. verificada, nos tratamentos em estudo, em dois anos de ensaios.

Tratamento	Eficiência (%)		
	infestantes	Monocotiledóneas	<i>Lolium</i> spp.
C0D0	-	-	-
C0D1	67,1 bc	67,2 bc	74,6 ab
C0D2	65,7 bc	62,8 cd	68,9 ab
C1D0	64,0 c	49,9 d	35,5 c
C1D1	78,1 ab	80,5 ab	73,8 ab
C1D2	87,8 a	85,5 a	82,4 ab
C2D0	77,6 abc	77,5 abc	60,3 b
C2D1	89,2 a	92,2 a	90,8 a
C2D2	88,6 a	89,6 a	86,0 a

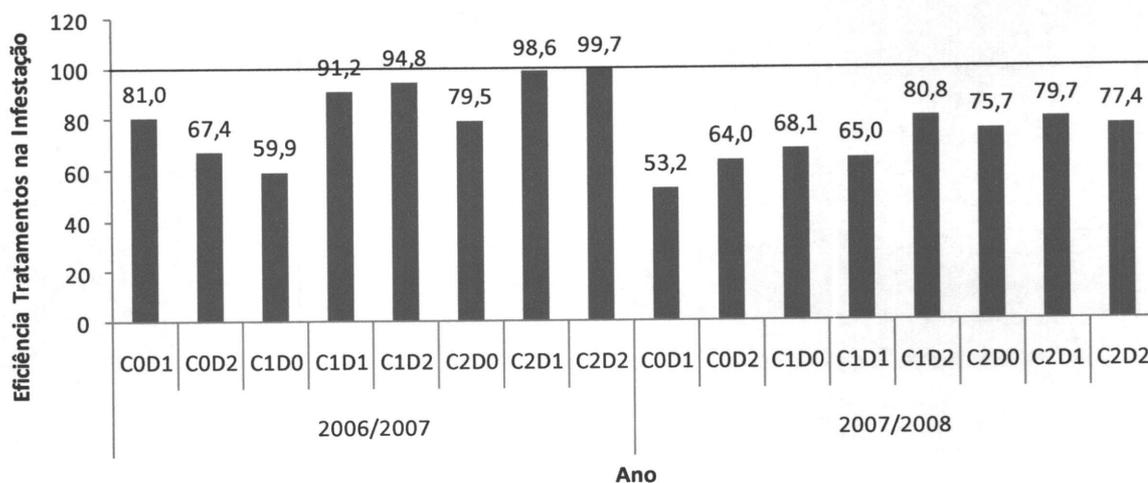


Fig. 25 – Eficiência dos diferentes tratamentos no controlo de infestantes em dois anos de ensaios.

Quadro 14 – Eficiência do controlo da espécie *Juncus bufonius* L. verificada nos tratamentos em estudo no ano 2007/2008 com aplicação do herbicida Herbipec 500 FL.

Tratamento	Eficiência (%) Controlo de <i>Juncus bufonius</i> L.
C1	100,000 a
C2	100,000 a

Quadro 15 – Eficiência do controlo da espécie *Juncus bufonius* L. verificada nos tratamentos em estudo no ano 2007/2008.

Tratamento	Eficiência (%) Controlo <i>Juncus bufonius</i> L. m ⁻²
COD0	0,00 c
COD1	75,0 ab
COD2	58,4 b
C1D0	100,0 a
C1D1	100,0 a
C1D2	100,0 a
C2D0	100,0 a
C2D1	100,0 a
C2D2	100,0 a

No Anexo II e Fig. 26 comprova-se que o ano exerceu uma influência significativa na eficiência do controlo de infestantes, devido às condições ambientais verificadas, bem como às condições de aplicação dos herbicidas que sofrem possíveis variações de um ano para outro. Além de que, pode ter ocorrido variação na resistência por parte da flora infestante, do ano 2006/2007 para o ano 2007/2008, uma vez que apesar de solos relativamente idênticos, o histórico das parcelas dos dois locais do ensaio é diferente. A parcela do ano 2007/2008 tem sido sujeita a rotações mais intensivas e, por isso, tende a aumentar a população de infestantes com maior resistência ao controlo químico e a diminuir a eficiência dos herbicidas. Existe, portanto, um efeito significativo do ano e da interacção do ano com o herbicida Dopler Super.

Fykse e Wærnhus (1999) verificaram tal como Forcella (1992) que a percentagem de emergência da flora infestante varia consideravelmente entre anos e entre locais. E que o número de infestantes pode alterar-se bastante de um ano para o seguinte. O histórico de plantas infestantes, em determinado local, o banco de sementes e as condições meteorológicas, antes tal como depois da sementeira são extremamente importantes (Fykse e Wærnhus, 1999). O efeito destes factores, todavia, podem diferir entre anos e locais e eles não exercem a mesma influência em todas as espécies infestantes (Fykse e Wærnhus, 1999). Para além disto, Fykse e Wærnhus (1999) afirmam à semelhança de Doyle (1991) que a flora infestante pode variar dentro do

mesmo campo agrícola. Por isso, a necessidade de controlar as infestantes irá variar de ano para ano e dentro de diferentes áreas do campo cerealífero (Fykse e Wærnhus, 1999).

Porém, é possível constatar que a interação entre o ano e os dois herbicidas em estudo não é significativa (Anexo II).

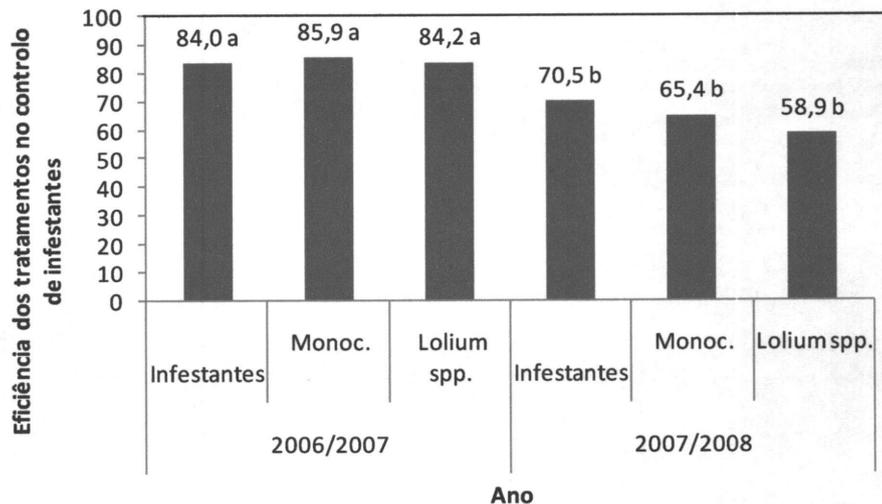


Fig. 26 – Eficiência dos tratamentos no controlo de infestantes em 2006/2007 e 2007/2008.

5.3. Infestação e Produtividade da Cultura

5.3.1. Controlo da infestação e produtividade da cultura de trigo

De acordo com os resultados verificados, não existiram diferenças significativas na produção de grão de trigo relativamente aos tratamentos com o herbicida Herbipec 500 FL. No entanto, o número de grãos m^{-2} foi significativamente menor sem aplicação do herbicida Herbipec 500 FL (Quadro 16).

Quadro nº 16 – Produção de grão de trigo e respectivas componentes verificadas com a utilização do herbicida Herbipec 500 FL no ensaio realizado em dois anos.

Tratamento	Nº espigas m ⁻² (n.s.)	Nº grãos/espiga (n.s.)	Nº grãos m ⁻²	Peso do grão(g) (n.s.)	Produção de grão (kg ha ⁻¹) (n.s.)	Índice de Colheita (n.s.)
C0	192,3	28,8	5578,8 b	36,85	2172,7	0,405
C1	206,4	29,8	6066,4 a	36,98	2331,7	0,393
C2	225,6	31,5	6976,3 a	35,83	2474,7	0,400

No Anexo V e Quadro 17 é visível que o Dopler tem um efeito significativo no número de grãos/espiga, no número de grãos m⁻² e, sobretudo, um efeito muito importante e significativo na produção de grão, verificando-se que, com este herbicida, existe uma correlação significativa entre uma satisfatória eficiência do controlo da infestação e o rendimento da cultura do trigo.

Pode comprovar-se, através do Quadro 18, que existe um efeito favorável resultante da aplicação de herbicidas em pós-emergência, devido ao aumento da produtividade da cultura do trigo relativamente ao rendimento que caracterizou a não aplicação do herbicida em pós-emergência (C0D0).

Quadro nº 17 – Produção de grão de trigo e respectivas componentes verificadas com a utilização do herbicida Dopler, na mistura dos herbicidas Herbipec 500 FL e Dopler, valores médios de dois anos de ensaios.

Tratamento	Nº espigas m ⁻² (n.s.)	Nº grãos/espiga	Nº grãos m ⁻²	Peso do grão (g) (n.s.)	Produção de grão (kg ha ⁻¹)	Índice de Colheita (n.s.)
D0	191,4	28,1 b	5249,7 b	36,29	1998,7 b	0,391
D1	218,1	29,7 ab	6477,7 a	37,51	2469,3 a	0,402
D2	214,9	32,3 a	6894,1 a	35,86	2511,0 a	0,406

O tratamento C0D2 (0 l ha⁻¹ Herbipec 500 FL e 1 l ha⁻¹ Dopler) foi aquele que permitiu obter a maior produção de grão, enquanto o tratamento C2D1 (2 l ha⁻¹ Herbipec 500 FL e 0,5 l ha⁻¹ Dopler) o que apresentou maior número de grãos por metro quadrado (Quadro 18). De realçar o facto do tratamento C0D2 permitir obter um nível de produção de grão muito similar ao tratamento C2D1 (Quadro 18), apesar deste

último apresentar uma eficiência no controlo da infestação muito superior ao tratamento C0D2 (Quadro 13).

Além dos tratamentos C0D2 e C2D1, os tratamentos C1D1 (1 l ha⁻¹ Herbipeç 500 FL e 0,5 l ha⁻¹ Dopler) e C2D2 (2 l ha⁻¹ Herbipeç 500 FL e 1 l ha⁻¹ Dopler) também criaram condições favoráveis à obtenção de produções aceitáveis e não foram diferentes significativamente dos anteriores (Quadro 18).

Relativamente ao tratamento C2D2 nota-se que existe uma boa eficiência, mas a produção não é tão elevada, como por exemplo no C2D1 ou C0D2, devido à possibilidade de ter ocorrido fitotoxicidade, uma vez que as misturas de herbicidas com doses mais altas podem causar fitotoxicidade, afectando a produtividade da cultura. Por isso, nem sempre a máxima eficácia corresponde à máxima produção de grão de trigo.

Com base nos dois anos de ensaios, verifica-se um efeito significativo do ano na produção de grão e nas suas componentes e, também, na infestação ocorrida durante o crescimento e desenvolvimento da cultura (Anexo II e V). Além disso, no Anexo V, verifica-se que o ano exerceu um efeito significativo na produção e componentes da produção e que as condições ambientais, sobretudo em sequeiro, apesar das possíveis semelhanças edafo-climáticas entre os dois locais do ensaio influenciaram os resultados.

Quadro nº 18 – Efeito dos tratamentos na produção de grão de trigo e respectivas componentes.

Tratamento	Nº espigas m ⁻² (n.s.)	Nº grãos/espiga (n.s.)	Nº grãos m ⁻² (n.s.)	Peso do grão (g) (n.s.)	Produção de grão (kg ha ⁻¹)	Índice de Colheita (n.s.)
C0D0	157,3	27,2	4055,5	36,05	1636,0 c	0,404
C0D1	192,7	28,8	5587,6	38,27	2218,0 ab	0,409
C0D2	227,0	30,4	7093,3	36,22	2664,0 a	0,403
C1D0	200,5	26,4	5206,5	36,56	2009,8 bc	0,370
C1D1	212,9	31,3	6552,4	38,21	2579,1 a	0,405
C1D2	205,7	31,6	6440,3	36,19	2406,1 ab	0,405
C2D0	216,5	30,6	6487,0	36,27	2350,4 ab	0,399
C2D1	248,5	29,0	7293,2	36,04	2610,9 a	0,392
C2D2	211,9	34,9	7148,6	35,18	2463,0 ab	0,409

Esta influência do ano referida em alguns trabalhos (Calado *et al.*, 2002; Swanton *et al.*, 1999; Wicks *et al.*, 1994), demonstra a irregularidade das condições mediterrânicas, principalmente a quantidade e distribuição da precipitação e a sua influência na emergência das plântulas infestantes e no crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas, bem como na interacção entre as respectivas populações.

Em síntese, o herbicida Dopler permitiu obter produções mais elevadas do que o herbicida Herbipec 500 FL, cuja substância activa é o clortolurão. Daí que a utilização do herbicida Dopler sem ou com o auxílio da mistura de doses muito reduzidas do herbicida Herbipec 500 FL tende a ser favorável para a formação das componentes da produção (número de grãos/espiga e no número de grãos m⁻²) e consequente produtividade da cultura.

5.3.2. Relação das plantas infestantes com a produção de grão de trigo

Os parâmetros da infestação e o rendimento do trigo estão relacionados, conforme se pode observar nas Figs. 27, 28 e 29, confirmando-nos o efeito prejudicial das plantas infestantes na produtividade da cultura. Facto confirmado por Auld e Menz (1997) e Wallinga (1998) que afirmam que a produção da cultura depende da densidade populacional de infestantes e, segundo Wallinga (1998) o seu rendimento diminuirá com o aumento de plantas nocivas que sobrevivem ou escapam ao controlo.

Para Bridges (1995) as perdas de rendimento aumentam com o acréscimo da densidade populacional da flora invasora, apesar de diminuírem as perdas por planta infestante. Assim, a produção da cultura decresce, não linearmente, com os sucessivos acréscimos da população de infestantes (Bridges, 1995).

Welsh *et al.* (1999) verificaram que algumas componentes da produção, como o número de espigas e o número de grãos por espiga, também diminuíam com o aumento de tempo em que as plantas de trigo estavam sujeitas à presença das infestantes, enquanto o peso do grão não foi afectado pela monda. Por isso, decrescendo a produção da cultura de trigo com a duração do período de infestação, para evitar-se

completamente os prejuízos no seu rendimento, será preciso mantê-la livre das plantas adventícias desde a sementeira (Welsh *et al.*, 1999).

Em vários trabalhos, no caso particular da cultura do trigo, têm sido verificadas perdas em algumas das componentes da produção e no seu rendimento, devido às plantas infestantes (Appleby *et al.*, 1976; Medd *et al.*, 1985; Challaiah *et al.*, 1986; Bourdôt *et al.*, 1997; Cosser *et al.*, 1997; Iqbal e Wright, 1997; 1999; Korres e Froud-Williams, 2001; Lemerle *et al.*, 1979; 1995; 1996a; 1996b).

Relativamente à densidade populacional, foram estabelecidas relações entre o número médio de plantas infestantes (Fig. 27 a)), número de infestantes Monocotiledóneas (Fig. 27 b)), número de *Lolium* spp. (Fig. 28 a)) e *Juncus bufonius* L. (Fig. 28 b)) e a produção de grão da cultura, expressas por equações quadráticas.

Na Fig. 27 a) nota-se que há uma forte tendência, devido a um bom ajustamento (96%), para o aumento do número de infestantes m^{-2} se relacionar com o decréscimo acentuado da produção de grão de trigo. O mesmo se verifica relativamente ao número de Monocotiledóneas m^{-2} (Fig. 27 b)), também com um bom ajustamento (coeficiente de determinação de 95%).

A Fig. 27 b) mostra-nos que a dispersão dos valores é maior para densidades populacionais menores. Assim, uma baixa infestação em Monocotiledóneas na cultura do trigo apresenta respostas variáveis, devido a outros factores, como o efeito anual, já referido, muito importante em condições mediterrânicas nomeadamente de ano para ano, que condiciona e causa oscilações no rendimento.

Quando se consegue minimizar uma grande parte da população potencial infestante, poder-se-á minimizar o efeito da competição entre plantas da cultura e plantas nocivas, que competem para os recursos limitados como a água, e que se pode fazer sentir desde o fim do Inverno, afectando a fase reprodutiva dos cereais de Outono-Inverno. Assim, o controlo da infestação é extremamente importante para as espécies da classe Monocotiledónea, que muitas vezes têm uma influência significativa e prejudicial no rendimento da cultura (Calado, 2005), conforme se pode verificar na Fig. 27 b).

Alguns trabalhos fazem referência ao impacto negativo do *Lolium rigidum* Gaud. na produção de grão de trigo (Barros *et al.*, 2005; 2007b; Lemerle *et al.*, 1979; 1995; 1996a; 1996b; Medd *et al.*, 1985) e segundo Lemerle *et al.* (1979; 1996a), a

formação das inflorescências (espiga) e dos grãos são afectados pela competição entre o *Lolium rigidum* Gaud. e a cultura.

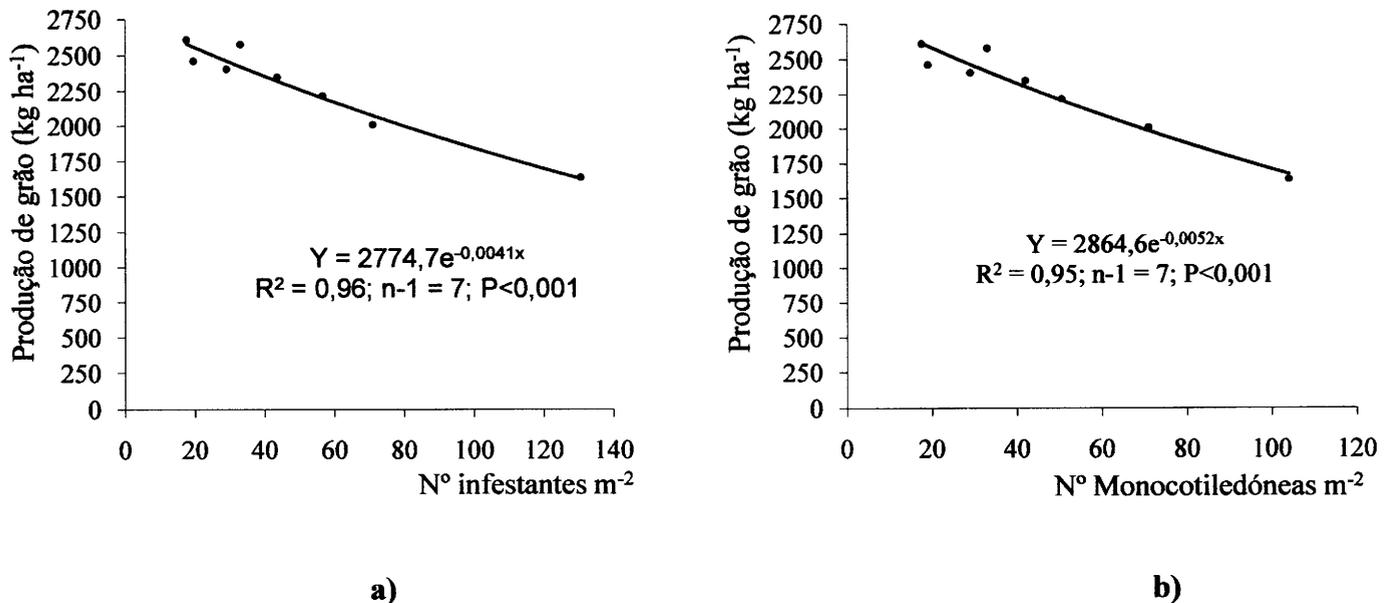


Fig. 27 – Relação do nº de infestantes m⁻² (**a**) e do nº Monocotiledóneas m⁻² (**b**) com a produção de grão de trigo (kg ha⁻¹) (valores médios de dois anos).

Jouy e Verdier (1996) citos por Calado (2005) referem que 30 plantas por metro quadrado de *Lolium* spp. provocaram perdas de 5% na produção de grão de trigo, mas na relação da Fig. 28 a), verifica-se a quebra de 16,2% da produção de grão de trigo, para o mesmo valor de densidade populacional de infestantes de *Lolium* spp. por metro quadrado. Partindo do decréscimo verificado através da Fig. 28 a), quando a infestação aumenta de zero para 20 plantas por metro quadrado, as pedras de produção são de 11,1%.

Nas Figs. 28 a) e b) é notório que o número de *Juncus bufonius* L. se relaciona com a produção de trigo com um ajustamento de menor qualidade do que o número de *Lolium* spp. Verifica-se que o decréscimo na produção de grão causado pela espécie *Juncus bufonius* L. parece ser reduzido e, por isso, pode não justificar o custo da aplicação do herbicida. Esta verificação significa que o *Juncus bufonius* L. é uma infestante pouco competitiva com a cultura do trigo. Todavia, pode ser mais

competitivas em casos pontuais, como as zonas de baixa, devido a caracterizar-se por uma boa adaptação às condições desses locais.

Deste modo, é necessário quantificar as perdas de produção relativamente à infestação. As perdas de produção, nos cereais de Outono-Inverno, devido às Gramíneas, devem-se a um desenvolvimento similar ao dos cereais, o que lhes permite ter uma boa capacidade competitiva, além de que numa fase avançada do seu ciclo vegetativo (a partir do fim do afilamento), aumentam os custos com os herbicidas que podem ser eficazes no seu controlo (Calado, 2005).

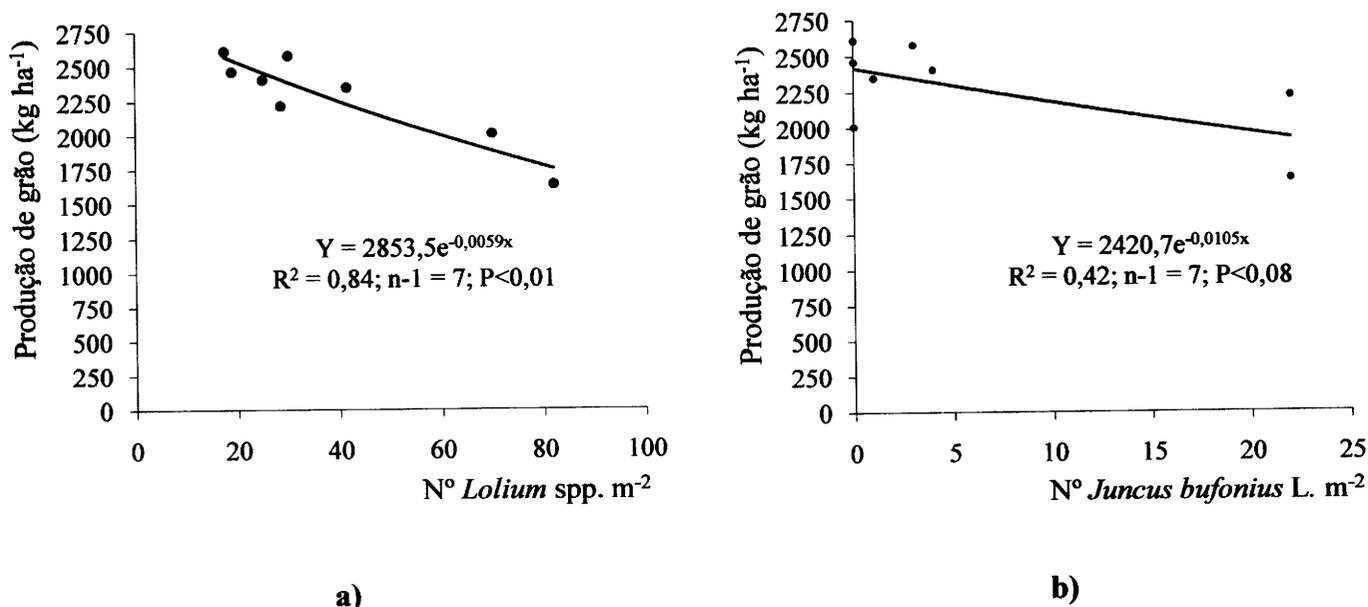


Fig. 28 – Relação do nº de plantas de *Lolium* spp. m⁻² (a) e do nº *Juncus bufonius* L. m⁻² (b) com a produção de grão de trigo (kg ha⁻¹) (valores médios de dois anos).

Em condições mediterrânicas é fundamental que a cultura apresente um número de grãos elevado para que haja uma boa produção (Calado, 2005), independentemente do peso do grão. Diversos autores (Carvalho *et al.*, 1991; Maças, 1996; Lemerle *et al.*, 2001b; Fischer, 2001; Amaro, 2004; Maças & Albino, 2004; Pinto, 2004; Calado, 2005; Fernandes, 2005; Ferreira, 2008; Guedes, 2007; Vicente, 2008) têm verificado que existe uma correlação significativa entre o número de grãos e a produção de grão em condições mediterrânicas.

Na Fig. 29 b) é visível que o número de grãos m^{-2} tem uma forte relação com a produção de grão de trigo (coeficiente de determinação de 93%). Por isso, e de acordo com a Fig. 29 a) se se conseguir uma boa eficiência no controlo de infestantes Monocotiledóneas, conseguir-se-á obter um maior número de grãos por metro quadrado e, conseqüentemente, maiores produções de grão por hectare. Pode-se assim concluir, que ao atingir melhores eficiências no controlo de infestantes Monocotiledóneas, sobretudo durante a fase reprodutiva da cultura do trigo (desde o encanamento até à floração, altura em que se forma o número de grãos) poder-se-á obter um maior número de grãos, o que se repercutirá em maiores produções.

Segundo Iqbal e Wright (1999) a componente número de grãos é uma das componentes prejudicada pela flora infestante. Portanto, com o acréscimo da infestação ocorre uma quebra na produção de trigo (Calado, 2005; Wallinga, 1998).

A influência da eficiência de controlo da infestação traduz-se no número de grãos por metro quadrado e este factor influencia, conseqüentemente, a produtividade de trigo, como se verifica na Fig. 29 a) e b). Por isso, ao acréscimo da eficácia no controlo da infestação tende a corresponder um aumento da produção de trigo.

Quando aplicamos o modelo linear da Fig. 29 b), verifica-se que o acréscimo de mil grãos permite aumentar a produção de grão em duzentos e noventa e oito quilogramas por hectare.

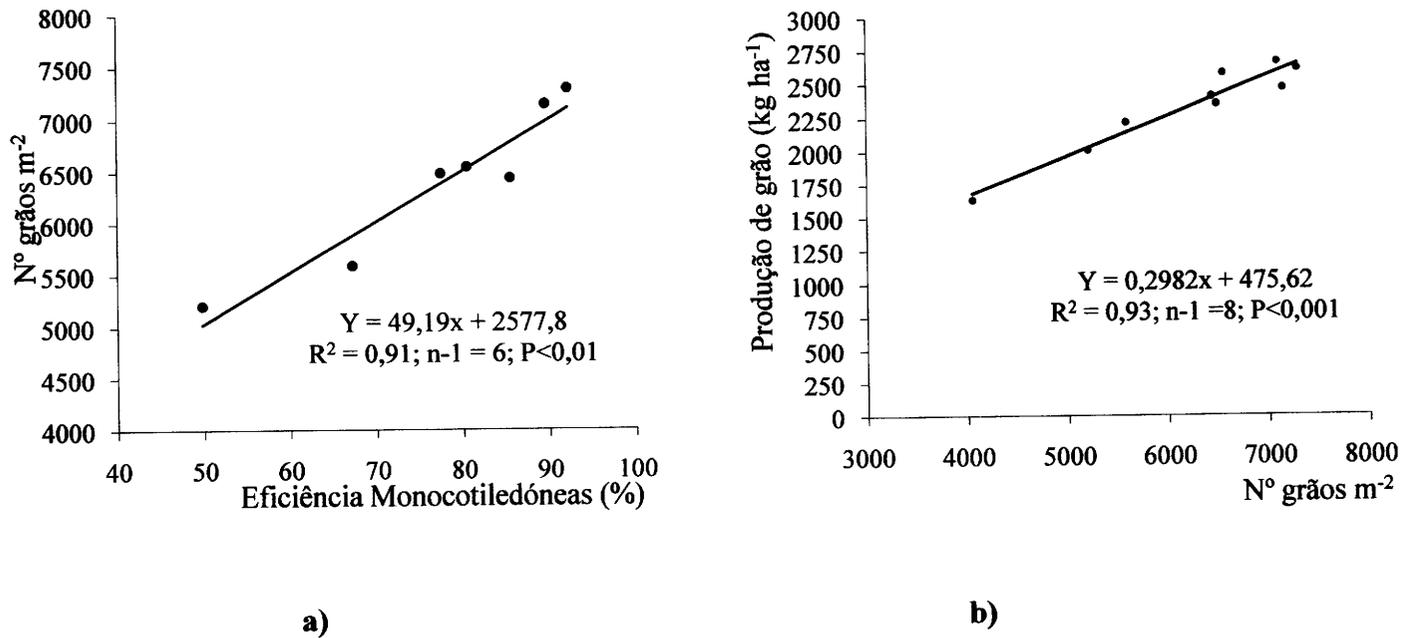


Fig. 29 – Relação entre a eficiência do controlo das infestantes Monocotiledóneas (%) e o nº de grãos m^{-2} (a) e entre o nº de grãos m^{-2} e a produção de grão de trigo ($kg\ ha^{-1}$) (b) (valores médios de dois anos).

5.3.3. Produção relativa de grão de trigo

Na Fig. 30 apresenta-se a produção de grão de trigo relativa à obtida com a aplicação do tratamento C2D1 ($2\ l\ ha^{-1}$ Herbipeç 500 FL e $0,5\ l\ ha^{-1}$ Dopler), através do qual se atingiu uma eficiência mais elevada no controlo de plantas infestantes.

A partir da Fig. 30 verifica-se que a produção relativa de grão de trigo obtida sem a aplicação de herbicidas em pós-emergência (C0D0) foi 60% da produção verificada com o tratamento C2D1.

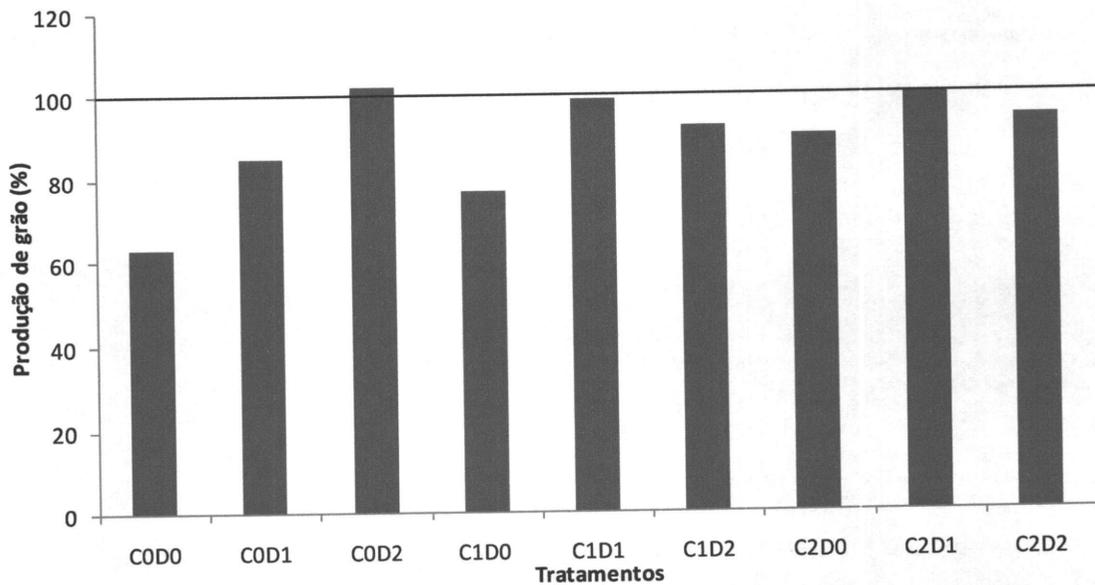


Fig. 30 – Produção relativa de grão de trigo verificada nos nove tratamentos (C2D1 = 100%) com os herbicidas Herbipec 500 FL e Dopler Super (valores médios de dois anos de ensaios).

O tratamento C1D1 (1 l ha^{-1} Herbipec 500 FL e $0,5 \text{ l ha}^{-1}$ Dopler) também apresenta um valor de produção relativa aproximado de 100% e neste tratamento a eficiência do controlo de infestantes Monocotiledóneas foi de 80,5 % (Quadro 13).

Como se pode observar na Fig. 31 (C2D1=100%) foi com o tratamento C2D1 que se obteve o maior número de grãos por metro quadrado e de acordo com o Quadro 13 foi também através deste tratamento que se obteve a maior eficiência no controlo de plantas infestantes Monocotiledóneas (92,2%).

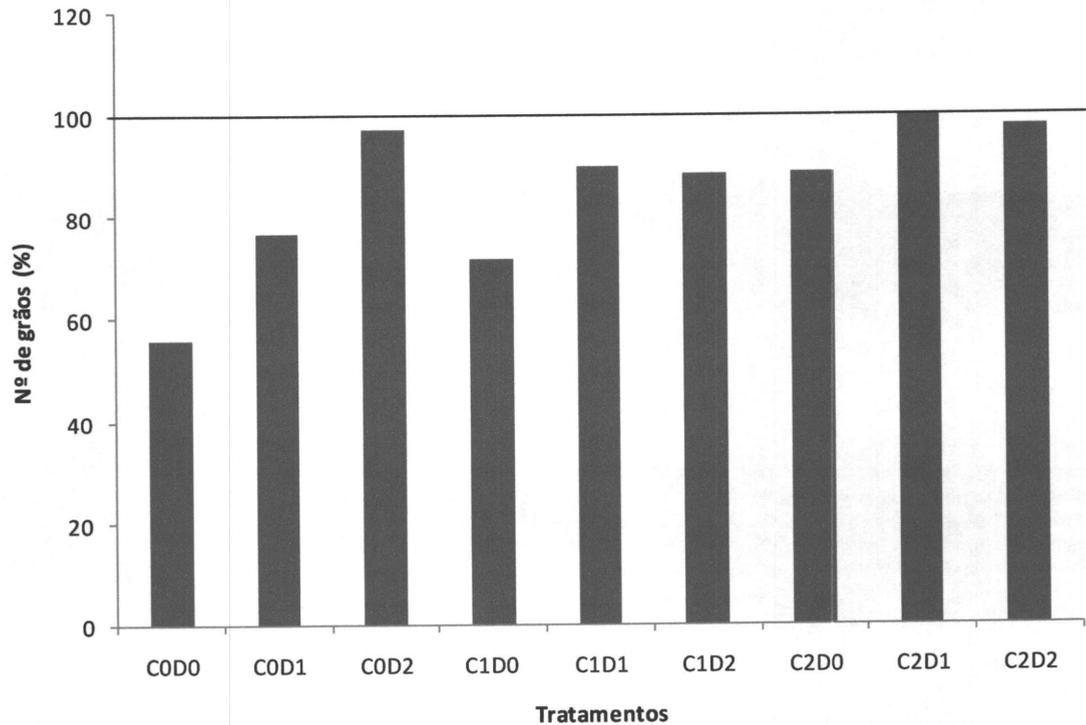


Fig. 31 – Número relativo de grãos de trigo verificado nos nove tratamentos (C2D1 = 100%) com os herbicidas Herbipec 500 FL e Dopler Super (valores médios de dois anos de ensaios).

Quanto à componente peso do grão há uma variabilidade pequena entre os diferentes tratamentos (Fig. 32).

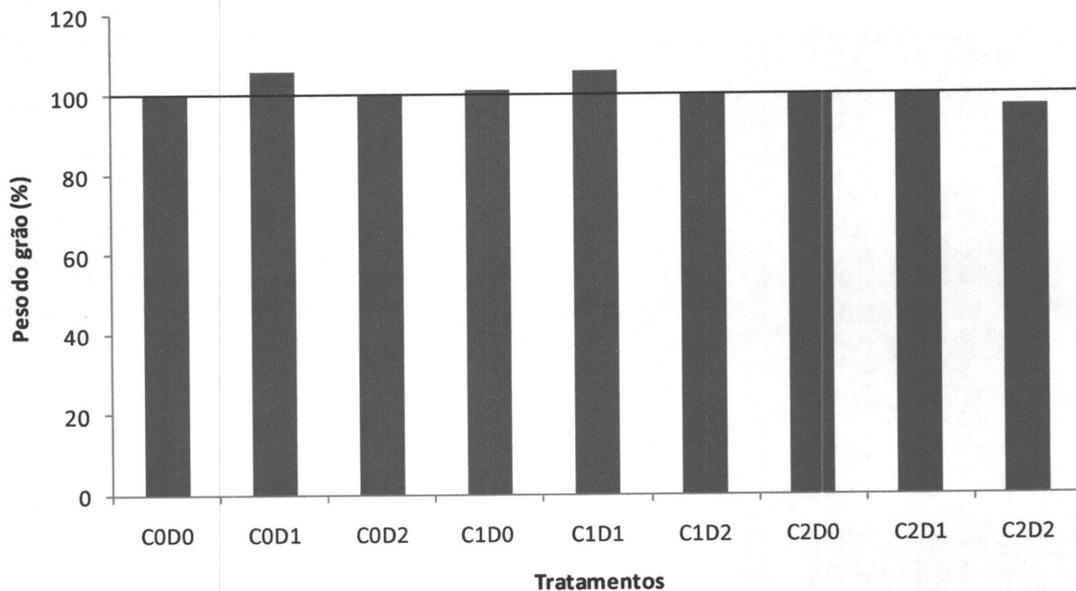


Fig. 32 – Peso do grão de trigo verificado nos nove tratamentos (C2D1 = 100%) com os herbicidas Herbipec 500 FL e Dopler Super (valores médios de dois anos de ensaios).

Verifica-se que a infestação afecta a formação do número de grãos e, consequentemente, a produção de grão. Por outro lado, a componente peso do grão é nas condições Mediterrânicas influenciada maioritariamente pelas condições ambientais, verificando-se uma baixa correlação com o nível de infestação. Por isso, a eficiência do controlo da infestação é extremamente importante para a formação do número de grãos de modo a obterem-se valores aceitáveis de produção de grão em ambiente mediterrânico.

Neste estudo obteve-se no tratamento C2D1 (com quase menos 3 litros de Dopler relativamente à dose recomendada) e no C0D2, boas produtividades, e neste último tratamento, sem a adição de Herbipec 500 FL. Este herbicida, que tem a s. a. Clortolurão, foi muito eficiente no controlo das plantas da Família Juncácea, espécie *Juncus bufonius* L., no entanto, esta espécie demonstrou que, em geral, é pouco competitiva com a cultura do trigo. Por sua vez, o herbicida Dopler super foi muito eficiente a eliminar as infestantes de *Lolium* spp.. Daí que o C0D2 tenha atingido boas produções (mesmo com 0 litro ha⁻¹ de Herbipec 500 FL). Com o tratamento C2D2 até foi possível obter-se uma eficiência elevada no controlo da infestação e produção de trigo aceitável, apesar dos valores verificados indicarem a possibilidade de nas condições do estudo ter ocorrido fitotoxicidade.

Tal como foi verificado por Barros *et al.* (2008), existe uma correlação muito significativa entre a eficiência do controlo de infestantes e a produção de grão de trigo, que pode ser influenciada pela fitotoxicidade dos herbicidas, sobretudo quando as doses mais altas são aplicadas em estados mais sensíveis da cultura ou em situações de stress ambiental.

Os resultados confirmam as observações efectuadas por Zhang *et al.* (2000) e Boström e Fogelfors (2002), porque o máximo controlo da flora infestante não é sempre necessário para se obter a produção máxima da cultura e a utilização de doses de herbicidas inferiores às recomendadas pelos fabricantes, pode ser uma forma efectiva de diminuir as adições de pesticidas nos solos agrícolas, enquanto se mantêm um controlo satisfatório de plantas infestantes.

Em síntese, verifica-se que uma eficiência a tender para o limiar máximo do controlo das plantas infestantes, em particular das Monocotiledóneas, pode não ser necessária e deve evitar o risco de ocorrência de toxicidade na cultura, que impede as plantas de trigo de manifestarem todo o seu potencial produtivo. Assim, é extremamente importante, devido a possíveis custos económicos e ambientais, considerar estes aspectos em estudos futuros sobre a aplicação de herbicidas, principalmente ao nível de doses, quando ocorram misturas em diferentes condições ambientais.

6. Conclusões

Nos dois anos em que decorreu o ensaio, verificou-se que as plantas infestantes de *Lolium* spp., pertencentes à classe Monocotiledónea, foram dominantes na cultura de trigo mole, enquanto na classe Dicotiledónea registaram-se algumas espécies com alguma representatividade.

Relativamente aos herbicidas utilizados, verificou-se que o Dopler Super (s.a. Diclofop-Metilo+Fenoxaprop-P-Etilo+Mefenepir-Dietilo) apresentou uma boa eficiência do controlo das infestantes Monocotiledóneas dominantes, excepto da espécie *Juncus bufonius* L. No caso de *Juncus bufonius* L., que foi uma das espécies dominantes na classe Monocotiledónea, constatou-se que o número de plantas foi reduzido sempre que se aplicou Herbipec 500 FL (s.a. Clortolurão), o que parece indicar que este herbicida controla de forma eficaz esta espécie infestante na cultura do trigo.

A eficiência do controlo das plantas infestantes foi maior quando se juntaram os dois herbicidas, verificando-se uma eficiência mais elevada (92,2 %) a partir da mistura de 2 litros de Herbipec 500 FL e 0,5 litro de Dopler Super. Esta mistura, com doses reduzidas de cada um dos herbicidas, relativamente às recomendadas pelo fabricante, foi bastante eficiente no controlo das plantas infestantes Monocotiledóneas de *Lolium* spp. e de *Juncus bufonius* L.. Com 2 l ha⁻¹ de Herbipec 500 FL e 1 l ha⁻¹ de Dopler Super também se atingiu uma eficiência bastante aceitável no controlo de Monocotiledóneas e não é diferente significativamente do tratamento com 2 l ha⁻¹ de Herbipec 500 FL e 0,5 l ha⁻¹ de Dopler Super.

Comprovou-se que existiu uma acção favorável dos dois herbicidas aplicados em pós-emergência no rendimento do trigo, aumentando a produtividade da cultura relativamente ao rendimento obtido sem aplicação do herbicida em pós-emergência.

Os tratamentos em que se aplicaram 2 l ha⁻¹ de Herbipec 500 FL e 0,5 l ha⁻¹ de Dopler Super e sem Herbipec 500 FL e 1 l ha⁻¹ de Dopler Super foram aqueles que permitiram atingir maiores rendimentos. Todavia, o tratamento em que se misturaram 2 l ha⁻¹ de Herbipec 500 FL e 0,5 l ha⁻¹ de Dopler Super apresentou um número de grãos por metro quadrado ligeiramente superior ao tratamento sem Herbipec 500 FL e 1 l ha⁻¹ de Dopler Super. É de realçar o facto do tratamento sem Herbipec 500 FL e 1 l ha⁻¹ de

Dopler Super permitir obter um nível de produção de grão muito similar ao tratamento com 2 l ha⁻¹ de Herbipeç 500 FL e 0,5 l ha⁻¹ de Dopler Super, apesar deste apresentar uma eficiência no controlo da infestação muito superior ao anterior.

A eficiência do controlo das Monocotiledóneas atingida com a aplicação do herbicida Dopler Super permitiu uma boa formação do número de grãos/espiga e do número de grãos m⁻², verificando-se assim, que existe uma correlação entre a aplicação do herbicida e a produção de grão de trigo, uma vez que o acréscimo de produtividade de trigo que se verifica quando se aplica um herbicida em pós-emergência depende de uma boa formação do número de grãos.

Quanto à aplicação das doses máximas de Herbipeç 500 FL (2l ha⁻¹) e Dopler Super (1 l ha⁻¹) verificou-se que existiu uma boa eficiência do controlo da infestação e das plantas Monocotiledóneas, contudo a produção não foi tão elevada, como por exemplo; nos tratamentos com 2 l ha⁻¹ de Herbipeç 500 FL e 0,5 l ha⁻¹ de Dopler Super ou com 0 l ha⁻¹ de Herbipeç 500 FL e 1 l ha⁻¹ de Dopler Super, devido à possibilidade de ter ocorrido fitotoxicidade, uma vez que as misturas com doses mais altas podem causar este efeito. Por isso, nem sempre a máxima eficácia corresponde à máxima produção de grão de trigo.

Como foi verificado por Barros *et al.* (2008), pode ocorrer alguma fitotoxicidade dos herbicidas quando se utilizam as doses mais elevadas, principalmente em aplicações no início do afilhamento e, segundo verificação destes autores, ocorreu uma tendência para a diminuição das produções de grão para o volume de aplicação mais baixo quando as doses de herbicida aumentavam. Ferreira (2008) também referiu que pode ocorrer quebra de produção de grão de trigo devido a possíveis efeitos de fitotoxicidade, nomeadamente quando há aplicação de doses mais elevadas em mistura de herbicidas.

Por tudo isto e de acordo com Boström e Fogelfors (2002b), existem alguns riscos quando se aplicam ou se excluem os herbicidas, sobretudo os riscos resultantes do aumento da fitotoxicidade, por um lado, e o aumento do banco de sementes, por outro. Portanto, controlar plantas infestantes com a utilização de doses reduzidas, relativamente às recomendadas pelos fabricantes, requer conhecimentos sobre os efeitos a curto e longo prazo da população infestante (infestantes sobreviventes e produção de sementes) e do banco de sementes do solo e das consequentes reduções de rendimento potencial a que as culturas estão sujeitas devido à infestação.

O estudo relativo à fitotoxicidade resultante da aplicação de herbicidas, revela-se de extrema importância no futuro, porque muitas vezes este aspecto é observado visualmente, mas raramente é quantificado, não sendo, por isso, feita uma análise cuidada da influência da toxicidade na produtividade das culturas resultante da aplicação de herbicidas em pós-emergência.

7. Referências Bibliográficas

AGROMANUAL (2006) – *Produtos Fitofarmacêuticos*. Edição AGRO-MANUAL Publicações Lda., Dez. de 2005, 410 p.

AKOBUNDU, I. O. (1997) – *Basic elements for improved weed management in the developing world*. In: Expert Consultation on Weed Ecology and Management. Plant Production & Protection Division Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, pp. 86-92.

ALLISON, F.E. (1973) - *Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production*. Ed. M. Schnitzer e S.U. Khan. Amesterdão: Elsevier, 637 p.

ALMEIDA, F. (1992) – *Avaliação da eficácia e selectividade da associação da substância activa diflufenicão com isoproturão e clortolurão em aplicações de pré e pós-emergência da cultura do trigo mole*. Trabalho de fim de curso. Évora, Universidade de Évora, Departamento de Fitotecnia, 126 p.

ALPENDRE, P. e CARVALHO, M. (2002) – *Efeito do sistema de mobilização sobre a eficiência da adubação azotada e a produção da cultura de trigo num solo BVC em Beja*. Actas do 1º Congresso Nacional de Mobilização de Conservação do Solo. Basch, G. e Teixeira, F. (eds.). Évora, pp. 221-239.

ALTMAN, J. e CAMPBELL, L. C. (1977) – *Effect of herbicides on plant diseases*. Annual Review of Phytopathology, Vol. 15, pp. 361-385.

AMARO, J. (2004) - *Controlo de infestantes monocotiledóneas em pós-emergência na cultura do trigo sob sementeira directa*. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora. 69 p.

AMARO, P. (2003) – *A Protecção Integrada*. Edição ISA/PRESS, 446 p.

APPLEBY, A. P.; OLSON, P. D. e COLBERT, D. R. (1976) – *Winter wheat yield reduction from interference by Italian ryegrass*. Agronomy Journal, Vol. 68, pp. 463-466.

ASPELIN, A. L.; e GRUBE, A. G. H. (1998) – *Pesticide Industry Sales and Usage: 1996 and 1997 Market Estimates*. Office of prevention, Pesticides and Toxic Substances, U. S. Environmental Protection Agency. 73-R-98-001. Washington, DC 20460. 37 p.

ATTWOOD, P. J.; CUSSANS, G. W.; HOLTHMAN, E. S.; NEILD, J. R.; PROCTOR, J. M. e TOTTMAN, D. R. (1977) – *The principles of weed control in cereals*. In: *Weed Control Handbook*. 6ª ed., Vol. 1, Fryer, J. D. e Makepeace, R. J. (eds.), Blackweel Scientific Publications, pp. 261-281.

AULD, B. A. e MENZ, K. M. (1997) – *Basic economic criteria for improved weed management in developing countries*. In: *Expert Consultation on Weed Ecology and Management*. Plant Production & Protection Division Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, pp. 93-99.

AYLING, S.M.; BACON, E.; CHRISTIAN, D.G. e GOSS, M.J. (1987) - “*The Growth and Yield of Winter Wheat Following 10 Years of Continuous Ploughing, Shallow-Tine Cultivation or Direct –Drilling on a Non-Calcareous Clay Soil*”. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, Vol. 108, pp. 335-40.

BAGHESTANI, M. A.; ZAND, E.; SOUFIZADEH, S.; BAGHERANI, N. e DEIHIMFARD, R. (2007) – *Weed control and wheat (Triticum aestivum L.) yield under application of 2,4-D plus carfentrazone-ethyl and florasulam plus flumetsulam: Evaluation of the efficacy*. In: *Science Direct, Crop Protection*, Vol. 26, pp. 1759-1764.

BALYAN, R. S.; MALIK, R. K.; PANWAR, R. S. & SINGH, S. (1991) – *Competitive ability of winter wheat cultivars with wild oat (Avena ludoviciana)*. *Weed Science*, V. 39, pp. 154-158.

BARRALIS, G.; CHADOEUF, R. e LONCHAMP, J. P. (1988) – *Longévité des semences de mauvaises herbes annuelles dans un sol cultivé*. *Weed Research*, Vol. 28, pp. 407-418.

BARRETT, D. W. E CAMPBELL, N. A. (1973) – *An evaluation of competition between wheat and Wimmera ryegrass (Lolium rigidum) during early stages of growth*. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, V. 13, pp. 581-586.

- BARROS, J. F. C. (2000) – *Factores limitantes à produtividade do Girassol em condições de sequeiro e efeitos de diferentes aspectos da técnica cultural*. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Évora. Évora, pp 82-90.
- BARROS, J. F. C. (2005) – *Pulverizadores e aplicação de herbicidas. Texto de apoio para as disciplinas de Agricultura Geral e Máquinas Agrícolas I e II*. Évora, Universidade de Évora, Departamento de Fitotecnia, 59 p.
- BARROS, J. F. C.; BASCH, G.; CARVALHO, M. (2005) – *Effect of reduced doses of a post-emergence graminicide mixture to control Lolium rigidum G. in winter wheat under direct drilling in Mediterranean environment*. In: Science Direct, Crop Protection, Vol. 24, pp. 880-887.
- BARROS, J. F. C.; BASCH, G.; CARVALHO, M. (2007a) – *Efeito de doses reduzidas de um herbicida de pós-emergência no control de infestantes e na produção de trigo em sementeira directa*. Revista de Ciências Agrárias, Vol. 30, nº 1, pp. 121-134.
- BARROS, J. F. C.; BASCH, G.; CARVALHO, M. (2007b) – *Effect of reduced doses of a post-emergence herbicide to control grass and broad-leaved weeds in no-till wheat under Mediterranean conditions*. In: Science Direct, Crop Protection, Vol. 26, pp. 1538-1545.
- BARROS, J. F. C.; BASCH, G.; CARVALHO, M. (2008) – *Effect of reduced doses of a post-emergence graminicide to control Avena sterilis L. and Lolium rigidum G. in no-till wheat under Mediterranean environment*. In: Science Direct, Crop Protection, Vol. 27, pp. 1031-1037.
- BARTON, D. L.; THILL, D. C. e SHAFII, B. (1992) - *Integrated wild oat (Avena fatua) management affects spring barley (Hordeum vulgare) yield and economics*. Weed Technol, Vol. 6, pp. 129-135.
- BASCH, G. (2002) – *Mobilização do solo e ambiente*. Actas do 1º Congresso Nacional de Mobilização de Conservação do Solo, Évora, 51 p.
- BASCH, G., CARVALHO, M.J., AZEVEDO, A.L., ALPENDRE, P., CAROLINO, F. e FIGO, M. (1987): *Produção de pastagens e forragens com três tipos de mobilização de solo*. Revista da Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens, 8, pp. 111-122.

- BASTIAANS, L.; KROPFF, M. J.; GOUDRIAAN, J.; VAN LAAR, H. H. (2000) – *Design of weed management systems with a reduced reliance on herbicides poses new challenges and prerequisites for modeling crop-weed interactions*. Field Crops Research, Vol. 67, pp. 161-179.
- BELLIDO, L. L. (1991) – *Cultivos Herbáceos - Cereales*. Vol. 1. Edições Mundi-Prensa. Madrid. 539 p.
- BERTI, A.; DUNAN, C. M.; SATTIN, M.; ZANIN, G. e WESTRA, P. (1996) – *A new approach to determine when to control weeds*. Weed Science, Vol. 44, pp. 496-503.
- BLACKSHAW, R. E. (1994) – *Differential competitive ability of winter wheat cultivars against downy brome*. Agronomy Journal, Vol. 86, pp. 649-654.
- BLACKSHAW, R. E.; LARNEY F. O.; WAYNE LINDWALL, C. e KOZUB, G. C. (1994) – *Crop rotation and tillage effects on weed populations on the semi-arid Canadian prairies*. Weed Technology, Vol. 8, pp. 231-237.
- BLACKSHAW, R. E.; O'DONOVAN, J. T.; HARKER, K. N.; CLAYTON, G. W. e STOUGAARD, R. N. (2006) – *Reduced herbicide doses in field crops: A review*. Weed Biology Management, Vol. 6, pp. 10–17.
- BLANCO, H.G. (1972) - A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. O Biológico, 38 (10), pp. 343-350.
- BLUM, U.; KING, L. D.; GERIG, T. M.; LEHMAN, M. E. e WORSHAM, A. D. (1997) – *Effects of clover and small grain cover crops and tillage techniques on seedling emergence of some dicotyledonous weed species*. American Journal of Alternative Agriculture, Vol. 12, pp. 146-161.
- BONCIARELLI, F. (1978) – *Agronomia*. Editora Académica, Leon, Espanha.
- BOOTH, B. D. e SWANTON, C. J. (2002) – *50th anniversary-invited article assembly theory applied to weed communities*. Weed Science, Vol. 50, pp. 2-13.
- BØRRESEN, T. (1993) – *Ploughing and rotary cultivation for cereal production in a long-term experiment on clay soil in southeastern Norway. 2. Yields and weed infestation*. Soil Tillage Research, Vol. 28, pp. 109-121.

BOSTRÖM, U. (1999) – *Type and time of autumn tillage with and without herbicides at reduced rates in southern Sweden 1. Yields and Weed quantity*. Soil & Tillage Research, Vol. 50, pp. 271-281.

BOSTRÖM, U. e FOGELFORS H. (2002b) – *Long-term effects of herbicide-application strategies on weeds and yield in spring-sown cereals*. Weed Science, Vol. 50, pp. 196-203.

BOSTRÖM, U. e FOGELFORS, H. (1999a) – *Type and time of autumn tillage with and without herbicides at reduced rates in southern Sweden 2. Weed flora and diversity*. Soil & Tillage Research, Vol. 50, pp. 283-293.

BOSTRÖM, U. e FOGELFORS, H. (1999b) – *Type and time of autumn tillage with and without herbicides at reduced rates in southern Sweden. 1. Yields and weed quantity*. Soil & Tillage Research, Vol. 50, pp. 271-281.

BOSTRÖM, U. e FOGELFORS, H. (2002a) – *Response of weeds and crop yield to herbicide dose decision – support guidelines*. Weed Science, Vol. 50, pp. 186-195.

BOSTRÖM, U.; HANSSON, M. e FOGELFORS, H. (2000) – *Weeds and yields of spring cereals as influenced by stubble-cultivation and reduced doses of herbicides in five long-term trials*. Journal of Agricultural Science, Cambridge, Vol. 134, pp. 237-244.

BOURDÔT, G. W.; HURRELL, G. A. e SAVILLE D. J. (1997) – *Evaluation of a weed relative leaf area model for predicting yield loss in wheat*. In: Proceedings of the 50th New Zealand Plant Protection Conference, pp. 442-446.

BRIDGES, D. C. (1995) – *Ecology of weeds*. In: Handbook of Weed Management Systems. Smith, A. E. (ed.). Marcel Dekker, Inc. pp. 19-34.

BUSSAN, A. J.; BOERBOOM, C. M. e STLTENBERH, D. E. (2000) – *Response of Setaria faberi demographic processes to herbicide rate*. Weed Science, Vol. 48, pp. 445-453.

CALADO, J. (2005) – *Estratégias para o Controlo de Infestantes em Sistemas de Baixo Custo nos Cereais de Outono-Inverno – O caso do Trigo Mole (Triticum aestivum L.)*. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Évora. Évora. 334 p.

- CALADO, J.; BASCH, G. e CARVALHO, M. (2002) – *A gestão da flora infestante na sementeira directa de cereais*. Actas do 1º Congresso Nacional de Mobilização de Conservação do Solo. Basch, G. e Teixeira, F. (eds.). Évora, pp. 207-220.
- CALADO, J.; BASCH, G. e CARVALHO, M. (2008) – Variabilidade da infestação em duas variedades de trigo mole (*Triticum aestivum* L.). I- Em função da data de sementeira e do controlo das plantas infestantes em pós-emergência. *Revista das Ciências Agrárias*, Vol. 31, nº 1, pp. 139-151.
- CARDINA, J. (1995) – *Biological weed management*. In: Handbook of weed management systems. Smith, A. E. (ed.). Marcel Dekker, Inc. pp. 279-341.
- CARDOSO, J. V. J. C. (1965) - *Os Solos de Portugal - Sua Classificação, Caracterização e génese - A Sul do Rio Tejo*. Secretaria de Estado da Agricultura, Direcção Geral dos Serviços Agrícolas. Lisboa. 311 p.
- CARVALHO, M. (2001) – *Manual de Divulgação Sementeira Directa e Técnicas de Mobilização Mínima*. Direcção Geral de Desenvolvimento Rural (DGDRural), Lisboa, pp. 32-40.
- CARVALHO, M. (2005) – *Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais Mediterrânicos*. Livro de Resumos – Workshop. Núcleo de Ecofisiologia Vegetal do INIAP, Estação Nacional de Melhoramentos de Plantas, 15 p.
- CARVALHO, M. e BASCH, G. (1994) – *Experiences with direct drilling in Portugal*. In Experience with the applicability of No-Tillage crop production in the West-European Countries, Proceedings of the E. C. Workshop – 1, Edited by F. Tebrugge: pp. 105-110.
- CARVALHO, M. J. e BASCH, G. (1995) - *Long term effects of two soil tillage treatments on a Vertisol in the Alentejo region of Portugal*. Experience with the applicability of no-tillage crop production in the West-European Countries – proceedings of the EC-workshop II, Silsoe.
- CARVALHO, M. J. G. P. R. (1987) – *Factores limitantes e técnicas culturais da produção de trigo no Alentejo – efeitos de duas datas de sementeira, de densidades de sementeira e de nutrientes minerais nos estádios de desenvolvimento e na produção de trigo em solos Pg e Bp*. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Évora, Évora, 214 p.

CARVALHO, M. J. G. P. R.; AZEVEDO, A. L.; e BASCH, G. (1991) – *Definição de algumas características orientadoras na selecção de variedades de trigo (T. aestivum) para elevadas produções no Alentejo. I – Componentes de produção*. Melhoramento, 31, pp. 90-101.

CARVALHO, M. J. R. (1988) – *A Estatística Aplicada à Experimentação Agrícola*. Ed. Afrontamento. 295 p.

CARVALHO, M.; BASCH, G.; ALPENDRE, P.; BRANDÃO, M.; SANTOS, F. e FIGO, M. (2005) – *A adubação azotada do trigo de sequeiro: O problema da sua eficiência*. Estação Nacional de Melhoramento de Plantas, Vol. 40, pp. 5-37.

CARVALHO, M.; BASCH, G.; BRANDÃO, M.; SANTOS, F. e FIGO, M. (2002) – *A sementeira directa e os resíduos das culturas no aumento do teor de matéria orgânica do solo e na resposta da cultura do trigo à adubação azotada*. Actas do 1º Congresso Nacional de Mobilização de Conservação do Solo. Basch, G. e Teixeira, F. (eds.). Évora, pp. 185-191.

CARVALHO, M.J., BASCH, G., AZEVEDO, A.L., ALMEIDA, J., ALPENDRE, P., BERNARDES, A., CAROLINO, F. e FIGO, M. (1987) - *Efeito do sistema de mobilização e nível de herbicidas na produção de trigo e no restabelecimento da pastagem após o cereal num solo pardo-mediterrâneo de granitos (Pmg) II – Restabelecimento da pastagem*. Revista da Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens, 8, pp. 77-83.

CARVALHO, M.J., BASCH, G., AZEVEDO, A.L., ALPENDRE, P., BERNARDES, A., CAROLINO, F. e FIGO, M. (1987) - *Efeito do sistema de mobilização e nível de herbicidas na produção de trigo e no restabelecimento da pastagem após o cereal num solo pardo-mediterrâneo de granitos (Pmg) I – Produção de Trigo*. Revista da Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens, 8, pp. 67-76.

CARVALHO, M.J., BASCH, G., AZEVEDO, A.L., BARROS, J.C. e ALPENDRE, P. (1990) - *Avaliação de herbicidas de pré-sementeira (glifosato e paraquato) e de pré-emergência (metabenzthiazurão e clortolurão) no controlo de infestantes na sementeira directa de trigo*. Revista da Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens, 11, pp. 159-170.

- CHALLAIAH, O.; BURNSIDE, O. C.; WICKS, G. A. & JOHNSON, V. A. (1986) – *Competition between winter wheat (Triticum aestivum) cultivars and downy brome (Bromus tectorum)*. Weed Science, Vol. 34, pp. 689-693.
- CHRISTENSEN, S. (1994) – *Crop weed competition and herbicide performance*. Weed Research, Vol. 34, pp. 689-693.
- COMBELLACK, J. H. (1989) – *Resource allocations for future weed control activities*. Proc. 42nd N. Z. Weed and Pest Control Conference. NZPPS, pp. 15-31.
- CONN, J. S. e DECK, R. E. (1995) – *Seed viability and dormancy of 17 weed species after 19.7 years of burial in Alaska*. Weed Science, Vol. 43, pp. 583-585.
- COOSER, N. D.; GOODING, M. J.; THOMPSON, A. J. e FROUD-WILLIAMS, R. J. (1997) – *Competitive ability and tolerance of organically grown wheat cultivars to natural weed infestations*. Annals of Applied Biology, Vol. 130, pp. 523-535.
- CORTES, A. (1992) – *No mondar é que está o ganho*. In: Revista Vida Rural, nº 5, pp. 18-19.
- DeFELICE, M. S.; BROWN, W. B.; ALDRICH, R. J.; SIMS, B. D.; JUDY, D. T. e GUETHLE, D. R. (1989) – *Weed control in soybeans (Glycine max) with reduced rates of post-emergence herbicides*. Weed Science, Vol. 37, pp. 365-374.
- DIEHL, R. (1989) – *Agricultura Geral*. Ed. Clássica Editora, Lisboa. 579 p.
- DONALD, W. W. e EASTIN, E. F. (1995) – *Weed management systems for grain crops*. In: Handbook of Weed Management Systems. Smith, A. E. (ed.). Marcel Dekker, Inc. pp. 401-476.
- DORDIO, M. F. e MADEIRA, J. (1999) – *Algumas notas sobre Herbologia*. Ministério da Agricultura Desenvolvimento Rural e Pescas (DRAAL). pp. 3-9.
- DOYLE, C. J. (1991) – *Mathematical models in weed management*. Crop Protection, Vol. 10, pp. 432-444.
- DUARTE, N. A. e ANICETO, F. J. I. (1991) – *O mercado de agroquímicos em Portugal e na CEE*. I Simpósio Nacional de Agroquímicos. Ministério da Agricultura Desenvolvimento Rural e Pescas.

- EKEBERG, E. e RILEY, H. C. F. (1997) – *Tillage intensity effects on soil properties and crop yields in a long-term trial on morainic loam soil in southeast Norway*. In: Science Direct, Vol. 42, pp. 277-293.
- ÉLIARD, J. (1999) – *Manual Geral de Agricultura*. Publicações Europa-América. 3^a Edição. 276 p.
- FAO (2007) - *OECD-FAO Agricultural Outlook (2007-2016)*, 88p. Acedido a 10/10/08 em: <http://www.agri-outlook.org/dataoecd/6/10/38893266.pdf>
- FAO e EBRD (2008): *Fighting food inflation through sustainable investment*, 16 p. Acedido a 10/10/08, em: <http://www.fao.org/newsroom/common/ecg/1000808/en/FAOEBRD.pdf>
- FENSTER, C. R. e WICKS, G. A. (1982) – *Fallow systems for winter wheat in western Nebraska*. Agronomy Journal, Vol. 74, pp. 9-13.
- FERNANDES, J. (2005) - *Efeito de doses reduzidas do herbicida clodinafop+cloquintocete, no controlo de infestantes monocotiledóneas em pós-emergência na cultura do trigo sob sementeira directa*. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora. 63 p.
- FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. (1997) – *Forecasting growth of weed populations*. In: Expert Consultation on Weed Ecology and Management. Plant Production & Protection Division Food and Agriculture Organization of United Nations, FAO, Rome, pp. 40-47.
- FERRARA, G. O.; MOSAAD, M. G.; MAHALAKSHIMI, V. e RAJARAM, S. (1997) – *Photoperiod and vernalisation response of Mediterranean wheats, and implications for adaption*. In: Wheat: prospects for global improvement. Proceedings of 5th International Wheat Conference, June 1996, Ankara, Turkey, Developments in Plant Breeding, Kluwer Academic Publishers; Dordrecht; Netherlands, Vol. 6, pp. 509-516.
- FERREIRA, A. (2008) – *Controlo das plantas infestantes Monocotiledóneas em pós-emergência no trigo mole (Triticum aestivum L.) em sementeira directa com doses reduzidas de herbicidas*. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora. 60 p.

- FISCHER, R. A. (2001) – *Selection traits for improving yield potential*. In: Application of Physiology in Wheat Breeding. Reynolds, M. P.; Ortiz-Monasterio, J. I. e McNab, A. (eds.). México, D.F.: CIMMYT. pp. 148-159.
- FORCELLA, F. (1984) – *Wheat and ryegrass competition for pulses of mineral nitrogen*. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, Vol. 13, pp. 421-425.
- FORCELLA, F. (1986) – *Timing of Weed Control in No-Tillage Wheat Crops*. Agronomy Journal. Vol. 78, pp. 523-526.
- FORCELLA, F. (1992) – *Prediction of weed seedling densities from buried seed reserves*. Weed Research, Vol. 32, pp. 29-38.
- FORCELLA, F. (1998) – *Real-time assessment of seed dormancy and seedling growth for weed management*. Seed Science Research, Vol. 8, pp. 201-209.
- FORCELLA, F.; ERADAT-OSKOU, K. e WAGNER, S. W. (1993) – *Application of weed seedbank ecology to low-input crop management*. Ecological Applications, Vol. 3, pp. 74-83.
- FROUD-WILLIAMS, R. J. (1991) – *Novel approaches to weed control: New tricks the oldest profession*. In: Proceedings Brighton Crop Protection Conference – Weeds – 1991, pp. 143-154.
- FROUD-WILLIAMS, R. J. (1995) – *Integrated weed management: the challenge for weed science into the 21st century*. In: Proceedings 9th EWRS (European Weed Research Society) Symposium Budapest 1995 “Challenges for weed science in a changing Europe”, pp. 491-498.
- FROUD-WILLIAMS, R. J. (1997) – *Varietal selection for weed suppression*. Aspects of Applied Biology, Vol. 50, Optimising cereal inputs: Its scientific basis, pp. 355-360.
- FROUD-WILLIAMS, R. J. (2000) – *Ecological applications of agronomy for weed management in integrated farming systems*. Aspects of Applied Biology, Vol. 62, Farming systems for the new Millennium, pp. 143-150.

- FYKSE, H. e WÆRNHUN, K. (1999) – *Weed development in cereals under different growth conditions and control intensities*. Acta Agri. Scand., Sect. B, Soil and Plant Science, Vol. 49, pp. 134-142.
- GHERSA, C. M.; BENECH-ARNOLD, R. L.; SATORRE, E. H. e MARTÍNEZ-GHERSA, M. A. (2000) – *Advances in weed management strategies*. Field Crops Research, Vol. 67, pp. 95-104.
- GOMES JR., F. G. e CHRISTOFFOLETI, P. J. (2008) – *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas em Áreas de Plantio Directo*. Planta Daninha, Viçosa-MG, Vol. 26, nº 4, pp. 789-798.
- GUEDES, R. (2007) – *Resposta do trigo mole (Triticum aestivum L.) em sementeira directa ao controlo das plantas infestantes em pós-emergência*. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora. 77 p.
- GUNSOLUS, J. L.; BECKER, R. L.; DURGAN, B. R.; PORTER, P. M. e DEXTER, A. G. (2001) – *Cultural and Chemical Weed Control in Field Crops*. University of Minnesota Extension Service. 103 p.
- HAGIN, J. e TUCKER, B. (1982) - *Fertilization of Dryland and Irrigated Soils*. Advanced Series in Agricultural Sciences. Vol. 12. Berlim: Springer-Verlag.
- HAMILL, A. S. e ZHANG, J. (1995) – *Herbicide reduction in metribuzin based weed control programs in corn*. Canadian Journal Plant Science, Vol. 75, pp. 927-933.
- HARRISON, S. K. e LOUX, M. M. (1995) – *Chemical weed management*. In: Handbook of weed management systems. Smith, A. E. (ed.). Marcel Dekker, Inc. pp. 101-153.
- HOEFER, R. H.; WICKS, G. A. e BURNSIDE, O. C. (1981) – *Grain yields, soil water storage, and weed growth in winter wheat-corn-fallow rotation*. Agronomy Journal, Vol.73, pp. 1066-1071.
- HOLM, F. A.; KIRKLAND, K. J. e STEVENSON, F. C. (2000) – *Defining optimum herbicide rates and timing for wild oat (Avena fatua) control in spring wheat (Triticum aestivum)*. Weed Technology, Vol. 14, pp. 167-175.

- HOLT, J. S. (1995) – *Plant responses to light: a potential tool for weed management*. Weed Science, Vol.43, pp. 474-482.
- HUEL, D. G. & HUCL, P. (1996) – *Genotypic variation for competitive ability in spring wheat*. Plant Breeding, V. 115, pp.325-329.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (1993) – *Portugal Agrícola*. Lisboa. 258 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (2007) – *Portugal Agrícola (1980-2006)*. Lisboa. 121 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA (1991) – *O clima de Portugal – normais climatológicas da região de “Alentejo e Algarve” correspondentes a 1951/80 – fascículo XLIX*. Vol. 4 – 4ª Região, Lisboa.
- IQBAL, J. e WRIGHT, D. (1997) – *Effects of nitrogen supply on competition between wheat and three annual weed species*. Weed Research, Vol. 37, pp. 391-400.
- IQBAL, J. e WRIGHT, D. (1998) – *Effects of water deficit and competition on net photosynthesis of spring wheat (Triticum aestivum L.) and two annual weeds (Phalaris minor Retz. and Chenopodium album L.)*. Cereal Research Communications, Vol. 26, pp. 81-88.
- IQBAL, J. e WRIGHT, D. (1999) – *Effects of weed competition on flag leaf photosynthesis and grain yield of spring wheat*. Journal of Agricultural Science, Cambridge, Vol. 132, pp. 23-30.
- JENKINSON, D. E. e AYANABA, A. (1977) – *Decomposition of C¹⁴ labeled plant material in tropical conditions*. Soil Science Society American Journal, Vol. 41, pp. 912-915.
- JENSEN, P. K. (1995) – *Effect of light environment during soil disturbance on germination and emergence pattern of weeds*. Annals Applied Biology, Vol. 127, pp. 561-571.
- JOHNSON, E. N.; KIRKLAND, K. J. e STEVENSON, F. C. (2002) – *Timing of pre-seeding glyphosate application in direct-seeding systems*. Canadian Journal of Plant Science, Vol. 82, pp. 611-615.

JONES, R. E. e MEDD, R. W. (2000) – *Economic thresholds and the case for longer term approaches to population management of weeds*. Weed Technology, Vol. 14, pp. 337-350.

JOUY, L. e VERDIER, J. L. (1996) – *Désherage des céréales – une gestion globale de la flore adventice!*. Perspectives Agricoles, Vol. 217, pp. 47-53.

KERN, A. J.; PETERSON, D. M.; MILLER, E. K.; COLLIVER, C. C. e DYER, W. E. (1996) - *Triallate resistance in Avena fatua L. is due to reduced herbicide activation*. Pesticide Biochemistry and Physiology, Vol. 56, pp. 163-173.

KONESKY, D. W.; SIDDIQI, M. Y.; GLASS, A. D. M. e HSIAO, A. I. (1989) – *Wild oat and barley interactions: varietal differences in competitiveness in relation to phosphorus supply*. Canadian Journal of Botany, Vol. 67, pp. 3366-3371.

KORRES, N. E. e FROUD-WILLIAMS, R. J. (2001) – *The effects of varietal selection, seed rate and weed competition on quantitative and qualitative traits of grain yield in winter wheat*. Aspects of Applied Biology, Vol. 64, Wheat Quality, pp. 147-156.

KORRES, N. E. e FROUD-WILLIAMS, R. J. (2002) – *Effects of winter wheat cultivars and seed rate on the biological characteristics of naturally occurring weed flora*. Weed Research, Vol. 42, pp. 417-428.

KREMER, R. J. e SCHULTE, L. K. (1989) – *Influence of chemical treatment and Fusarium oxysporum on velvetleaf (Abutilon theophrasti)*. Weed Tech, Vol. 3, pp. 369-374.

LABRADA, R. (1997) – *Problems related to the development of weed management in the developing world*. In: Expert Consultation on Weed Ecology and Management. Plant Production & Protection Division Food and Agriculture Organization of United Nations, FAO, Rome, pp. 8-13.

LÉGÈRE, A. e BAI, Y. (1999) – *Competitive attributes of A. sativa, T. aestivum and H. vulgare are conserved in no-till cropping systems*. Weed Science, Vol. 47, November – December, pp. 712-719.

- LEGG, J. O.; STANFORD, G. e BENNET, O.L. (1979) - "*Utilization of Labeled -N Fertilizer by Silage Corn under Conventional and No-till Culture*". Agronomy Journal, Vol. 71, pp. 1009-1015.
- LEGUIZAMÓN, E. S. e ROBERTS, H. A. (1982) – *Seed production by an arable weed community*. Weed Research, Vol. 22, pp. 35-39.
- LEMERLE, D., VERBEEK, B. e MARTIN, P. (1996c) – *Breeding wheat cultivars more competitive against weeds*. In: Proceedings Second International Weed Control Congress, International Weed Science Society, Copenhagen, pp. 1323-1324.
- LEMERLE, D.; GILL, G. S., MURPHY, C. E.; WALKER, S. R.; COUSENS, R. D.; MOKHTARI, S.; PELTZER, S. J.; COLEMAN, R. & LUCKETT, D. J. (2001a) – *Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds*. Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 52, pp. 527-548.
- LEMERLE, D.; MICHAEL, P. W. e SUTTON, B. G. (1979) – *The competitive abilities of wheat and triticale against different densities of Lolium rigidum*. In: Proceedings 7th Asian Pacific Weed Science Society Conference, Sydney, pp. 447-450.
- LEMERLE, D.; VERBEEK, B e ORCHARD, B (2001b) – *Ranking the ability of wheat varieties to compete with Lolium rigidum*. Weed Research, Vol. 41, pp. 197-209.
- LEMERLE, D.; VERBEEK, B. e COOMBES, N. (1995) – *Losses in grain yield of winter crops from Lolium rigidum competition depend on crops species, cultivar and season*. Weed Research, Vol. 35, pp. 503-509.
- LEMERLE, D.; VERBEEK, B. e COOMBES, N. E. (1996b) – *Interaction between wheat (Triticum aestivum) and diclofop to reduce the cost of annual ryegrass (Lolium rigidum) control*. Weed Science, Vol. 44, pp. 634-639.
- LEMERLE, D.; VERBEEK, B.; COUSENS, R. D. e COOMBES, N. E. (1996a) – *The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds*. Weed Research, Vol. 36, pp. 505-513.
- LIDON, F. J.; GOMES, H. P. e ABRANTES, A. C. S. (2005) – *Plantas de Portugal – Evolução e Taxonomia*. Escolar Editora, Lisboa.

- LOCKE, M. A.; KRISHNA, N. R. e ZABLOTOWICZ, R. M. (2002) – *Weed management in conservation crop production systems*. Weed Biology and Management, Vol. 2, pp. 123-132.
- LUTMAN, P. J. W.; DIXON, F. L. e RISIOT, R. (1994) – *The response of four spring-sown combinable arable crops to weed competition*. Weed Research, V. 34, pp. 137-146.
- LYON, D. J.; MILLER, S. D. e WICKS, G. A. (1996) – *The future of herbicides in weed control systems of the great plains*. Journal of Production Agriculture, Vol. 9, nº 2, pp. 209-215.
- MAÇÃS, B. M. (1996) – *Definição de critérios de selecção de trigo mole (Triticum aestivum L.) para as condições do ambiente mediterrânico do sul de Portugal*. Dissertação apresentada no Instituto Nacional de Investigação Agrária. Elvas, 90p.
- MAÇÃS, B. M. e ALBINO, F. C. (2004) – *Demonstração dos Efeitos de Factores Ambientais na Variação da Produção e Qualidade do Trigo Rijo*. Relatório Final – PROJECTO AGRO 92.
- MAÇÃS, B. M. e GOMES, M. C. (2004) – *Eficiência do uso do azoto em trigo e triticales. Produção e qualidade do grão*. Departamento de Cereais da ENMP. In: Revista Vida Rural, nº 1710, Set. 2005, pp. 36-38.
- MACHADO, C. (2005) – *Produção Integrada em Cereais de Outono/Inverno*. Direcção Geral de Protecção de Culturas (DGPC).
- MAROCO, J. (2003) – *Análise Estatística Com Utilização do SPSS*. Ed. Sílabo. Lisboa. 487 p.
- MARTIN, R. J.; CULLINS, B. R. e MCNAMARA, D. W. (1987) – *Prediction of wheat yield loss due to competition by wild oats (Avena spp.)*. Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 38, pp. 487-499.
- MARTÍNEZ-GHERSA, M. A.; GHERSA, C. M. e SATORRE, E. H. (2000a) – *Coevolution of agricultural systems and their weed companions: implications for research*. Field Crops Research, Vol. 67, pp. 181-190.

- MARTÍNEZ-GHERSA, M. A.; GHERSA, C. M.; BENECH-ARNOLD, R. L.; DONOUGH, R. Mac e SANCHEZ, R. A. (2000b) – *Adaptive traits regulating dormancy and germination of invasive species*. Plant Species Biology, Vol. 15, pp. 127–137.
- MARTÍNEZ-GHERSA, M. A.; GHERSA, C. M.; RADOSEVICH, S. R. e FERRARO, D. O. (2001) – *The use of hedges to reduce winter wheat losses caused by Italian ryegrass (Lolium multiflorum)*. European Journal of Agronomy, Vol. 14, pp. 61–74.
- MEDD, R. W.; AULD, B. A.; KEMP, D. R. e MURISON, R. D. (1985) – *The influence of wheat density and spatial arrangement on annual ryegrass, Lolium rigidum Gaudin, competition*. Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 36, pp. 361-371.
- MEDD, R. W.; VAN de VEN, R.; PICKERING, D. I. e NORDBLOM, T. L. (2001) – *Determination of environment specific dose response relationships for clodinafop-propargyl on Avena spp.* Weed Research, Vol. 41, pp. 351 – 368.
- MELANDER, B. (1998) – *A review of the major experiences with weeds in non-inversion tillage systems within the European Economic Community (EEC)*. In: Experience with the Applicability of No-tillage Crop Production in the West-European Countries, Tebrügge, F. e Böhrnsen, A. (eds.). Final Report – Review Papers Summaries & Conclusions of the Concerted Action N° AIR 3 – CT 93- 1464 – Giessen, Germany, pp. 63-68.
- MOHLER, C. L. e GALFORD, A. E. (1997) – *Weed seedling emergence and seed survival: separating the effects of seed position and soil modification by tillage*. Weed Research, Vol. 37, pp. 147 – 155.
- MONTEIRO, A.; CAIXINHAS, L.; VASCONCELOS, T.; ESPIRITO-SANTO, D.; MENZEL-TELTENBORN, H.; NEUBAUER, H. F. e WUNSCH, W. (1991) – *Botânica – Adaptações ao meio ambiente; Comunidades vegetais e bióticas; Evolução filogenética; Classificação do reino vegetal*. Enciclopédia Lexicoteca, Tomo II. 1ª Edição, Círculo de Leitores, Actividades Editoriais, Lda., Amadora.
- MORISHITA, D. W., THILL, D. C. e HAMMEL, J. E. (1991) – *Wild oat (Avena fatua) and spring barley (Hordeum vulgare) interference in a glasshouse experiment*. Weed Science, V. 39, pp. 149-153.

- MOSS, S. R. (1985) – *The influence of crop variety and seed rate on Alopecurus myosuroides competition in winter cereals*. In: Proceedings 1985 British Crop Protection Conference – Weeds. Brighton, U.K., pp. 701-708.
- MOSSEDAQ, F. e SMITH, D. H. (1994) - “*Timing Nitrogen Application to Enhance Spring Wheat Yields in a Mediterranean Climate*” *Agronomy Journal*, Vol. 86, pp. 221-226.
- MUÑOZ, Paloma (2000) – *Atlas de Botânica*. Enciclopédia Temática Ilustrada, pp. 129-135.
- MUZIK, T. J. (1970) – *Weed Biology and Control*. McGraw-Hill, New York, 273 p.
- NORDBLOM, T. L.; JONES, R. E. e MEDD. R. W. (2003) – *Economics of factor adjusted herbicide doses: a simulation analysis of best efficacy targeting strategies (BETS)*. *Agricultural Systems*, Vol. 76, pp. 863-882.
- NUNES, P. (2006) – *Efeito de doses inferiores às recomendadas de um graminicida no controlo em pós-emergência de infestantes monocotiledóneas em trigo de sementeira directa*. Universidade de Évora, Évora, 69 p.
- O'DONOVAN, J. T.; ST. REMY, A. DE; O'SULLIVAN, P. A.; DEW, D. A. e 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*, Vol. 33, pp. 498-503.
- PETULANTE, T. (2006) – *Efeito de doses reduzidas de um herbicida no controlo em pós-emergência de infestantes mono e dicotiledóneas em trigo sob sementeira directa*. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora. 53 p.
- PINHEIRO, A. C. e CARVALHO, M. L. (2003) – *Economia e Política Agrícola*. Edições Sílabo, 328 p.
- PINTO, J. (2004) – *Controlo de Lolium rigidum G. em pós-emergência na cultura do trigo sob sementeira directa*. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora. 77 p.
- PITELLI, R.A. (1987) – *Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas*. Série Técnica IPEF, Piracicaba, Vol.4, n.12, pp.1 – 24.

- POPAY, A. I.; COX, T. I.; INGLE, A. e KERR, R. (1994) – *Effects of soil disturbance on weed seedling emergence and its long-term decline*. Weed Research, Vol. 34, pp. 403-412.
- POWLES, S. B.; PRESTON, C.; BRYAN, I. B. & JUTSUM, A. R. (1997) – *Herbicide resistance: impact and management*. Advances in Agronomy. Vol. 58, pp 57-93.
- PRATLEY, J. E. (1996) – *Allelopathy in annual grasses*. Plant Protection Quarterly, Vol. 11 Supplement 1, pp. 213-214.
- PRATLEY, J. E.; GRAHAM, R. J. e LEYS, A. R. (1993) – *Determination of the extent of herbicide resistance in southern NSW*. Proceedings 10th Australian and 14th Asian/Pacific Weeds Conference, Brisbane, pp. 286-288.
- QUIMBY, P. C.; KING, L. R. e GREY, W. E. (2002) – *Biological control as a means of enhancing the sustainability of crop/land management systems*. Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 88, pp. 147-152.
- RAIMUNDO, A. R. F. e CADETE, A. (s.d.) – *Manual Ilustrado de Espécies da Flora Portuguesa – Continente*, Direcção-Geral de Planeamento e Agricultura (DGPA), Lisboa, Vol. I, pp. 155.
- RAIMUNDO, A. R. F. e CADETE, A. (s.d.) – *Manual Ilustrado de Espécies da Flora Portuguesa – Continente*, Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural, Lisboa, Vol. II, pp.151.
- REEVES, T. G. (1976) – *Effect of annual ryegrass (Lolium rigidum Gaud.) on yield of wheat*. Weed Research, Vol. 16, pp. 57-63.
- REEVES, T. G. e BROOKE, H. D. (1977) – *The effect of genotype and phenotype on the competition between wheat and annual ryegrass*. Proceedings 6th Asian Pacific Weed Science Conference, Vol. 1, Jakarta, pp. 166.
- REEVES, T. G.; CODE, G. R. e PIGGIN, C. M. (1981) – *Seed production and longevity, seasonal emergence and phenology of wild radish (Raphanus raphanistrum L.)*. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, Vol. 21, pp. 524-530.

- REEVES, T. G.; RAJARAM, S.; GINKEL, M. van; TRETOWAN, R.; BRAUN, H. J. e CASSADAY, K. (1999) – *New Wheats for a Secure, Sustainable Future*. México, D.F.: CIMMYT. 28 p.
- RIZZARDI, M.; VARGAS, L.; BIANCHI, M. (2006) - *Sem sustos até ao fim*. Revista Cultivar, Edição de Maio, pp. 32-37.
- ROBERTS, H. A. e FEAST, P. M. (1972) – *Fate of seeds of some annual weeds in different depths of cultivated and undisturbed soil*. Weed research, Vol. 12, pp 316-324.
- ROBERTS, H. A.; CHANCELLOR, R. J. e THURSTON, J. M. (1977) – *The biology of weeds*. In: Weed Control Handbook. 6ª ed., Vol. 1, Fryer, J. D. e Makepeace, R. J. (eds.), Blackweel Scientific Publications, pp. 1-27.
- SADEGHI, A. M; ISENSEE, A. R e SHEELTON, D. R. (1998) – *Effect of tillage age on herbicide dissipation: a side-by-side comparison using microplots*. Soil Science, Vol. 163, pp. 883-890.
- SAMPAIO, J. A. (1990) - *A cultura do trigo*. Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentação, Lisboa. 181 p.
- SATORRE, E. H. e SNAYDON, R. W. (1992) – *A comparison of root and shoot competition between spring cereals and Avena fatua L.*, Weed Research, V. 32, pp. 45-55.
- SATTIN, M.; BERTI, A. e ZANIN, G. (1997) – *Influence of weed time of emergence and removal on crop yield loss*. In: Expert Consultation on Weed Ecology and Management. Plant Production & Protection Division Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, pp. 49-58.
- SCOTT, W.R. (1977) - “*Development and yield Components of Hight Yielding Wheat Crops*”. New Zealand Journal Agricultural Research, Vol. 20, pp. 205-12.
- SEEVERS, G. P. & WRIGHT, K. J. (1999) – *Crop canopy development and structure influence weed suppression*. Weed research, Vol. 39, pp. 319-328.
- SHAW, W.C. (1982) – *Integrated weed management systems technology for pest management*. Weed science, Vol. 30 (supl. 1), pp. 2-12.

- SHRESTHA, A.; KNEZEVIC, S. Z.; ROY, R. C.; BALL-COELHO, B. R. e SWANTON, C. J. (2002) – *Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil*. Weed Research, Vol. 42, pp. 76-87.
- SHRESTHA, A.; LANINI, T.; WRIGHT, S.; VARGAS, R. e MITCHELL, J. (2006) – *Conservation Tillage and Weed Management*. University of California, ANR Publication 8200, pp. 1-14.
- SINGH, S.; KIRKWOOD, R. C. e MARSHALL, G. (1999) – *Biology and control of Phalaris minor Retz. (littlesd canarygrass) in wheat*. Crop Protection, Vol. 18, pp. 1-16.
- SMITH, D. F. e LEVICK, G. R. T. (1974) – *The effect of infestation by Lolium rigidum Gaud. (annual ryegrass) on yield of wheat*. Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 2, pp. 381-393.
- SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P. H. (2005) – *Responses of winter wheat (Triticum aestivum L.) to autumn applied post-emergence herbicides*. Elsevier, Science Direct, Vol. 25, pp. 346-349.
- SPANDL, E.; DURGAN, B. R. e MILLER, D. W. (1997) – *Wild oat (Avena fatua) control in spring wheat (Triticum aestivum) and barley (Hordeum vulgare) with reduced rates of post emergence herbicides*. Weed Technology, Vol. 11, pp. 591-597.
- SPITTERS, C. J. T. (1989) – *Weeds: population dynamics, germination and competition*. In: *Simulation and Systems Management in Crop Protection*. Rabbinge, R.; Ward, S. A. e van Laar, H. H. (eds.). Pudoc, Wageningen. pp. 182-216.
- STECKEL, L.E.; DeFELICE, M.S. e SIMS, B.D. (1990) – *Integrating reduced doses of post emergence herbicides and cultivation for broadleaf weed control in soybeans (Glycine max)*. Weed Science, Vol. 38, pp. 541-545.
- STOUGAARD, R. N.; MAXWELL, B. D. e HARRIS, J. D. (1997) – *Influence of application timing on the efficacy of reduced rate post emergence herbicides for wild oat (Avena fatua) control in spring barley (Hordeum vulgare)*. Weed Technology, Vol. 10, pp. 781-794.

- STREIT, B.; RIEGER, S. B.; STAMP, P. e RICHNER, W. (2003) – *Weed populations in winter wheat as affected by crop sequence, intensity of tillage and time of herbicide application in a cool and humid climate*. Weed Research, Vol. 43, pp. 20-32.
- SWANTON, C. J.; SHRESTHA, A.; ROY, R. C.; BALL-COELHO, B. R. e KNEZEVIC, S. Z. (1999) – *Effect of tillage systems, N, and cover crop on the composition of weed flora*. Weed Science, Vol. 47, pp. 454-461.
- TERRÓN, P. U. (1985) – *Influencia de las adventicias*. Agricultura, N°634, pp. 22-28.
- TRIPLETT JR, G. B. e DICK, W. A. (2008) – *No-Tillage Crop Production: A Revolution in Agriculture!* American Society of Agronomy, Agronomy Journal, Vol. 100, pp. 153-165.
- UNGER, P.W. (1990) - “*Conservation Tillage Systems*”. Advances in Soil Science, Vol. 13, pp. 27-68.
- URECH, P. (2000) – Sustainable agriculture and chemical control: opponents or components of the same strategy?. In: Elsevier, Crop Protection, Vol. 19, pp. 831-836.
- VASCONCELLOS, J. C. (1971) – *Infestantes das searas – chaves dicotómicas para a sua determinação antes da floração*. Comissão Reguladora dos Produtos Químicos e Farmacêuticos e do Serviço de Informação Agrícola. Lisboa. 146 p.
- VASCONCELOS, T.; PORTUGAL, J. M.; MOREIRA, I.(2000) – *Flora Infestante das Culturas de Sequeiro do Alentejo*. Escola Superior Agrária de Beja, 1ª Edição.
- VICENTE, A. (2008) – *Aplicação de doses reduzidas de herbicidas para controlar plantas infestantes Monocotiledóneas no trigo em sementeira directa*. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora. 81p.
- VIEIRA, L. M. e EDEN, P. M. (2001) – Report on published and unpublished references on policy implementation and desertification at the local, regional and national level in Portugal. In: Report Submitted to Dr Rudolf S. de Groot, International Centre for Integrative Studies (ICIS). Jenkins, J. e Wilson, G. (eds.). King’s College London, Department of Geography, London, pp. 80-90.
- VILLARÍAS, J. L. (2002)- *Atlas de malas hierbas*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. pp- 121-134.

- WALKER, R. H. (1995) – *Preventive weed management*. In: Handbook of Weed Management Systems. Smith, A. E. (ed.). Marcel Dekker, Inc. pp. 35-50.
- WALLINGA, J. (1998) – *Analysis of the rational long-term herbicide use: Evidence for herbicide efficacy and critical weed kill rate as key factors*. In: Elsevier Science, Agricultural Systems, Vol. 56, N° 3, pp. 323-340.
- WEINER, J.; GRIEPENTROG, H. e KRISTENSEN, L. (2001) – *Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity*. Journal of Applied Ecology, Vol. 38, pp. 784-790.
- WELSH, J. P.; BULSON, H. A. J.; STOPES, C. E.; FROUD-WILLIAMS, R. J. e MURDOCH, A. J. (1999) – *The critical weed-free period in organically-grown winter wheat*. Annals of Applied Biology, Vol. 134, pp. 315-320.
- WICKS, G. A.; BURNSIDE, O. C. e FELTON, W. L. (1995) – *Mechanical weed management*. In: Handbook of Weed Management Systems. Smith, A. E. (ed.). Marcel Dekker, Inc. pp. 51-99.
- WICKS, G. A.; NORDQUIST, P. T.; HANSON, G. E. e SCHMIDT, J. W. (1994) – *Influence of winter wheat (*Triticum aestivum*) on weed control in sorghum (*Sorghum bicolor*)*. Weed Science, Vol. 42, pp. 27-34.
- WICKS, G. A.; RAMSEL, R. E.; NORDQUIST, P. T.; SCHMIDT, J. W. & CHALLAIAH, O. (1986) – *Impact of wheat cultivars on establishment and suppression of summer annual weeds*. Agronomy Journal, Vol. 78, pp. 59-62.
- WICKS, G. A.; SMIKA, D. E. e HERGERT, G. W. (1988) – *Long-term effects of no-tillage in a winter wheat (*Triticum aestivum*)-sorghum (*Sorghum bicolor*)-fallow rotation*. Weed Science, Vol. 36, pp. 384-393.
- WILCUT, J. W.; YORK, A. C. e JORDAN, D. L. (1995) – *Weed Management Systems for Oil Seed Crops*. In: Handbook of weed management systems. Smith, A. E. (ed.). Marcel Dekker, Inc. pp. 343-400.
- WILSON, B. J. e LAWSON, H. M. (1992) – *Seedbank persistence and seedling emergence of seven weed species in autumn-sown crops following a single year's seeding*. Annals of Applied Biology, Vol. 120, pp. 105-116.

- WILSON, B. J.; COUSENS, R. e WRIGHT, K. J. (1990) – *The response of spring barley and winter wheat to Avena fatua population density*. Annals of Applied Biology, Vol. 116, pp. 601-609.
- YOUNG, F. L.; OGG, A. G.; PAPENDICK, R. I.; THILL, D. C. E ALLDREDGE, J. R. (1994) – *Tillage and weed management affects winter wheat yield in an integrated pest management system*. Agronomy Journal, Vol. 86, pp 147-154.
- ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T. e KONZAK, C. F. (1974) – *A decimal code for the growth stages of cereals*. Weed Research, Vol. 14, pp. 415-421.
- ZAND, E.; BAGHESTANI, A.; SOUFIZADEH, S.; POURAZAR, R.; VEYSI, M.; BAGHERANI, N.; BARJASTEH, A.; KHAYAMI, M. M. e NEZAMABADI, N. (2007) – *Broadleaved weed control in winter wheat (Triticum aestivum L.) with post-emergence herbicides in Iran*. In: Science Direct, Crop Protection, Vol. 26, pp. 746-752.
- ZHANG, J. C.; WEAVER, S. E. e HAMILL, A. S. (2000) – *Risks and reliability of using herbicides at below-labeled rates*. Weed Technology, Vol. 14, pp. 106-115.
- ZOSCHKE, A. (1994) – *Toward reduced herbicide rates and adapted weed management*. Weed Technology, Vol. 8, pp. 376-386.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo I – Descrição dos estados fenológicos principais e secundários da escala de Zadoks (Zadoks *et al.*, 1974).

<p style="text-align: center;">0 – Germinação</p> <p>00 – Semente Seca. 01 – Início da imbibição. 03 – Imbibição completa. 05 – Radícula a emergir da cariopse. 07 – Coleóptilo a emergir da cariopse. 09 – Folha a aparecer na extremidade do coleóptilo.</p> <p style="text-align: center;">1 – Plântula</p> <p>10 – Primeira folha através do coleóptilo. 11 – Primeira folha aberta. 12 – Duas folhas abertas. 13 – Três folhas abertas. 14 – Quatro folhas abertas. 15 – Cinco folhas abertas. 16 – Seis folhas abertas. 17 – Sete folhas abertas. 18 – Oito folhas abertas. 19 – Nove ou mais folhas abertas.</p> <p style="text-align: center;">2 – Afilhamento</p> <p>20 – Colmo principal só. 21 – Colmo principal e um filho. 22 – Colmo principal e dois filhos. 23 – Colmo principal e três filhos. 24 – Colmo principal e quatro filhos. 25 – Colmo principal e cinco filhos. 26 – Colmo principal e seis filhos. 27 – Colmo principal e sete filhos. 28 – Colmo principal e oito filhos. 29 – Colmo principal e nove filhos.</p> <p style="text-align: center;">3 – Alongamento do Caule</p> <p>30 – Falsa erecção do caule. 31 – Primeiro nó visível. 32 – Segundo nó visível. 33 – Terceiro nó visível. 34 – Quarto nó visível. 35 – Quinto nó visível. 36 – Sexto nó visível. 37 – Última folha a aparecer. 39 – Lígula ou pulvino da última folha a aparecer.</p>	<p style="text-align: center;">4 – Emborrachamento</p> <p>41 – Bainha da última folha em expansão. 43 – Emborrachamento a começar a ser evidente 45 – Emborrachamento. 47 – Bainha da última folha a abrir. 49 – Primeiras aristas visíveis.</p> <p style="text-align: center;">5 – Emergência da inflorescência</p> <p>50 – Primeira espiguetta da inflorescência a aparecer. 53 – Um quarto da inflorescência saída. 55 – Um meio da inflorescência saída. 57 – Três quartos da inflorescência saída. 59 – Inflorescência completamente saída.</p> <p style="text-align: center;">6 – Ântese</p> <p>61 – Começo da ântese. 63 – Ântese em meio. 65 – Ântese completa</p> <p style="text-align: center;">7 – Estado de grão leitoso</p> <p>71 – Cariopse aquosa. 73 – Início do estado leitoso. 75 – Estado leitoso a meio. 77 – Estado leitoso avançado.</p> <p style="text-align: center;">8 – Estado de grão pastoso</p> <p>83 – Início do estado pastoso. 85 – Pasta mole. 87 – Pasta dura.</p> <p style="text-align: center;">9 – Maturação</p> <p>91 – Cariopse dura (difícil de dividir com a unha do polegar). 92 – Cariopse dura (impossível marcar com a unha do polegar). 93 – Cariopse soltando-se durante o dia. 94 – Sobrematuração, palha seca e quebradiça. 95 – Semente dormente. 96 – Semente viável dando 50 % de germinação. 97 – Semente não dormente. 98 – Dormência secundária induzida. 99 – Dormência secundária perdida.</p>
--	--

Anexo II - Valores dos quadrados médios, probabilidade, erro e coeficiente de variação da eficiência do controlo de infestantes.

	Origem da Variação									Coeficiente de Variação (%)
	Ano (A)	Erro	Herbicida (B)	AxB	Herbicida (C)	AxC	BxC	AxBxC	Erro	
G. L.	1	6	2	2	2	2	4	4	48	
Ef. Total Infestantes	2604,014 0,0001 (***)	90,659	11154,065 0,0000 (***)	n.s. 39,215	8334,504 0,0000 (***)	1003,157 0,0019 (**)	2451,839 0,0000 (***)	128,864 n.s.	139,627	17,21
Ef. Monocotiledóneas	5980,534 0,0000 (***)	214,894	11549,440 0,0000 (***)	(n.s.) 112,082	11056,101 0,0000 (***)	1812,667 0,0018 (**)	1859,319 0,0001 (***)	184,931 n.s.	249,581	23,49
Ef. <i>Lolium</i> spp.	9148,536 0,0000 (***)	290,792	5828,304 0,0000 (***)	(n.s.) 200,563	18039,617 0,0000 (***)	2045,500 0,0094 (**)	1451,616 0,0111 (*)	381,441 (n.s.)	396,625	31,32

LEGENDA:

Herbicida B – Herbipec 500 FL

Herbicida C – Dopler Super

Anexo III – Valores dos quadrados médios, probabilidade e erro da análise de variância relativa à 1ª leitura de infestação, para os dois anos de ensaio.

		g. l.	Média dos quadrados	F	p
Total Infestantes	Entre grupos	1	133816,889	23,674	p<0,1% (***)
	Dentro de grupos	70	5652,470		
	Total (erro)	71			
Monocotiledóneas	Entre grupos	1	5202,000	1,621	0,207 n.s.
	Dentro de grupos	70	3208,959		
	Total (erro)	71			
Dicotiledóneas	Entre grupos	1	86250,889	41,608	p<0,1% (***)
	Dentro de grupos	70	2072,959		
	Total (erro)	71			
Lolium	Entre grupos	1	76050,000	51,945	p<0,1% (***)
	Dentro de grupos	70	1464,044		
	Total (erro)	71			

LEGENDA:

(***) - Altamente significativo ao nível de 5%

(**) - Muito significativo ao nível de 5%

(*) - Significativo ao nível de 5%

n.s. - não significativo

Anexo IV – Valores dos quadrados médios, probabilidade, erro e coeficiente de variação dos parâmetros de infestação.

G. L.	Origem da Variação									Coeficiente de Variação
	Ano (A)	Erro	Herbicida (B)	AxB	Herbicida (C)	AxC	BxC	AxBxC	Erro	
	1	6	2	2	2	2	4	4	48	
Número de plantas infestantes	910,222	1239,704	22306,889	602,889	15483,556	4987,556	1366,222	14,222	1147,870	64,60
	n. s.		0,0000 (***)	n. s.	0,0000 (***)	0,0184 (*)	0,3272 (n. s.)	n. s.		73,78
Número de Monocotiledóneas	80,222	1084,370	13582,889	2082,889	10810,889	6106,889	544,556	96,556	1251,370	167,23
	n. s.		0,0001 (***)	0,2000 (n. s.)	0,0006 (***)	0,0118 (*)	n. s.	n. s.		79,50
Número de Dicotiledóneas	450,000	34,296	1252,667	450,000	420,667	68,667	352,333	83,667	56,630	
	0,0070 (**)		0,0000 (***)	0,0010 (**)	0,0015 (**)	0,3064 (n. s.)	0,0004 (***)	0,2238 (n. s.)		
<i>Lolium</i> spp.	1250,000	744,519	3969,556	800,667	11146,889	8728,667	613,889	540,333	997,352	
	0,2685 (n. s.)		0,0252 (*)	n. s.	0,0001 (***)	0,0006 (**)	n. s.	n. s.		
<i>Juncus bufonius</i> L.	722,000	97,704	3386,000	320,667	4,667	294,000	16,667	202,667	249,204	193,30
	0,0952 (n. s.)		0,0000 (***)	0,2855 (n. s.)	n. s.	0,3161 (n. s.)	0,0669 (n. s.)	n. s.		

LEGENDA:

Herbicida B – Herbipec 500 FL

Herbicida C – Dopler Super

Anexo V - Valores dos quadrados médios, probabilidade, erro e coeficiente de variação dos parâmetros de produção de grão e respectivas componentes.

G. L.	Origem da Variação									Coeficiente de Variação
	Ano (A)	Erro	Herbicida (B)	AxB	Herbicida (C)	AxC	BxC	AxBxC	Erro	
	1	6	2	2	2	2	4	4	48	
Nº espigas m ⁻²	53617,204	8276,589	6712,155	5424,032	5081,140	10235,794	4065,529	1858,948	4160,212	30,99
	0,0008 (***)		0,2098 (n. s.)	0,2809 (n. s.)	0,3038 (n. s.)	0,0961 (n. s.)	(n. s.)	(n. s.)		
Nº grãos/espiga	1,176	105,452	45,161	29,909	109,461	35,144	27,522	21,424	27,749	17,55
	(n. s.)		0,2071 (n. s.)	0,3484 (n. s.)	0,0259 (*)	0,2911 (n. s.)	(n. s.)	(n. s.)		
Nº grãos m ⁻²	31583097,908	7072333,539	12074027,002	8794203,605	17541994,680	1986705,385	3427565,415	1071533,919	3777273,732	31,31
	0,0057 (**)		0,0497 (*)	0,1084 (n. s.)	0,0143 (*)	(n. s.)	(n. s.)	(n. s.)		
Peso do grão	11117,393	9,730	9,515	24,893	17,461	18,824	3,332	7,813	13,204	9,94
	0,0000 (***)		(n. s.)	0,1628 (n. s.)	0,2760 (n. s.)	0,2503 (n. s.)	(n. s.)	(n. s.)		
Produção de grão	77313992,484	513683,321	547986,649	139007,566	1942394,826	53830,811	500655,771	141626,053	228107,939	20,53
	0,0000 (***)		0,1013 (n. s.)	(n. s.)	0,0007 (***)	(n. s.)	0,0506 (n. s.)	(n. s.)		
Índice de Colheita (I. C.)	0,082	0,002	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	6,37
	0,0000 (***)		0,2814 (n. s.)	0,1815 (n. s.)	0,1243 (n. s.)	0,0075 (**)	0,1201 (n. s.)	0,1818 (n. s.)		

LEGENDA:

Herbicida B – Herbipec 500 FL

Herbicida C – Dopler Super