JOSÉ MANUEL GODINHO CALADO

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 apresentada à Universidade de Évora para obtenção do Grau de Doutor em Agronomia.

"Esta tese não inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri".

Orientador: Prof. GOTTLIEB BASCH

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

2005

JOSÉ MANUEL GODINHO CALADO

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 apresentada à Universidade de Évora para obtenção do Grau de Doutor em Agronomia.

"Esta tese não inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri".

Orientador: Prof. GOTTLIEB BASCH

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

2005

166 337

Plantas infestantes:
antes controlar
do que erradicar

(Forcella *et al.*, 1996)

A meus pais, mulher e filhos

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho, só foi possível devido à colaboração de recursos humanos e à utilização de recursos materiais. Assim, o autor expressa o mais sincero agradecimento aos que lhe proporcionaram os meios e ajudaram no campo teórico ou prático, dos quais, destaca em especial:

- O Professor Doutor Gottlieb Basch, do Departamento de Fitotecnia da Universidade de Évora, pelas sugestões, sem as quais não teria sido possível eliminar certas incorrecções, e disponibilidade que revelou na orientação do trabalho, contribuindo de forma preciosa para a sua realização.

- O Professor Catedrático Mário José G. P. R. Carvalho, do Departamento de Fitotecnia da Universidade de Évora, pelas sugestões sobre as linhas de trabalho e permanente atenção e paciência durante a realização deste trabalho.

- Aos Engenheiros Agrícolas Manuel Brandão e Filipa Palma R. M. dos Santos e aos Engenheiros Técnicos Agrários Manuel Figo e Francisco Carolino pela colaboração prestada na execução de alguns trabalhos práticos.

- À Engenheira Agrícola Guiomar Margarida Fernandes pela dedicada ajuda no trabalho de campo durante a realização do seu Trabalho de Fim de Curso.

- À Engenheira Técnica Agrária Maria Helena Mafalda, pela sua preciosa ajuda em diversas determinações laboratoriais.

- À Direcção Regional de Agricultura do Alentejo nas pessoas do Engenheiro Agrónomo António Garcia, do Engenheiro Agrícola Nuno Riscado e do Engenheiro Técnico Agrário Alfredo Casas Novas pela disponibilidade demonstrada na cedência do espaço físico onde foram efectuados ensaios (herdade da Revelheira) e de meios materiais (tractor e equipamentos) para a realização de trabalhos de campo.

- À Estação Nacional de Melhoramento de Plantas nas pessoas do Engenheiro Agrícola Benvindo Maçãs, do Engenheiro Agrónomo José Coutinho e do Engenheiro Técnico Agrário João Coco pela colaboração no âmbito da experimentação de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole.

- Finalmente, deixa uma palavra de gratidão a todos os que contribuiram desde o mais ínfimo pormenor, particularmente à Professora Catedrática Ermelinda Lourenço e aos Professores Doutores Calado Barros, Pedro Alpendre e Ricardo Freixial com quem teve o privilégio de trabalhar ao longo destes anos na docência de algumas disciplinas, bem como aos restantes colegas e funcionários do Departamento de Fitotecnia da Universidade de Évora, e cujo o nome não foi referido.

ÍNDICE

pág.

RESUMO XI

ÍNDICE DE QUADROS XV

ÍNDICE DE FIGURAS XXV

1 INTRODUÇÃO 1

2 CEREAIS DE OUTONO-INVERNO NO SUL DE PORTUGAL 7
2.1 Enquadramento socioeconómico 8
2.2 Condicionantes do desenvolvimento 10
2.2.1 Condições climáticas 11
2.2.2 Condições edáficas 13
2.3 A cultura do trigo 14
2.3.1 Técnicas culturais 16
2.3.1.1 Data de sementeira 16
2.3.1.2 Preparação do solo para a sementeira 18
2.3.1.3 Controlo das infestantes 20
2.3.2 Ciclo vegetativo 21
2.3.2.1 Influência de factores ambientais 23
2.3.2.2 Hábitos de crescimento de Inverno 24
2.3.2.3 Hábitos de crescimento de Primavera 25
2.3.2.4 Hábitos de crescimento alternativo 26
2.3.2.5 Flexibilidade no crescimento 27
2.3.3 Determinação do rendimento 29

3 PLANTAS INFESTANTES 31
3.1 Multiplicação e disseminação 33
3.1.1 Propagação por semente 34
3.1.1.1 Banco de sementes 35
3.1.1.2 Dormência 42
3.1.1.3 Quebra da dormência 47
3.1.1.4 Inibição e inviabilização da germinação 49
3.1.1.5 Germinação 51

3.1.2 Propagação vegetativa 58
3.1.3 Emergência das plântulas 60
3.2 Aspectos relacionados com o crescimento 64
3.2.1 Ciclo de vida anual 66
3.2.2 Ciclo de vida bianual 67
3.2.3 Ciclo de vida plurianual 68
3.3 Estabelecimento no ambiente agrícola 69
3.4 Adaptação das populações ao habitat agrícola 72
3.5 Plantas infestantes dominantes nos cereais de Outono-Inverno cultivados no Sul de Portugal 76

4 INTERACÇÃO ENTRE CULTURA E INFESTANTES 81
4.1 Competição das infestantes com a cultura do trigo 82
4.1.1 Infestação e perdas de produção da cultura 85
4.1.2 Variação da capacidade competitiva de germoplasma de trigo 87
4.1.2.1 Influência do crescimento da parte aérea das plantas de trigo na infestação 89
4.1.2.2 Impacto do sistema radical das plantas de trigo na infestação 92
4.1.3 Efeito do crescimento e do desenvolvimento das plantas infestantes na competição 93
4.1.4 Influência das técnicas culturais na competição 96
4.2 Maneio da flora infestante 98
4.2.1 Maneio integrado da infestação 99
4.2.2 Meios de luta utilizados no controlo de infestantes 101
4.2.2.1 Físicos 102
4.2.2.2 Químicos 104
4.2.2.3 Genéticos 108
4.2.2.4 Biológicos 109
4.2.3 Época de intervenção 111
4.2.4 Modelos auxiliares do maneio da infestação 111
4.2.5 Limiares de intervenção 114
4.2.6 Estratégias para o controlo e diminuição do nível de infestação 115
4.2.6.1 Utilização da rotação de culturas 117
4.2.6.2 A opção da data de sementeira 118
4.2.6.3 Sistemas de mobilização do solo 119

5 MATERIAL E MÉTODOS 123
5.1 Ensaio de emergência de plântulas espontâneas 123

5.1.1 Ambiente condicionado 124
5.1.1.1 Condições edafo-climáticas 125
5.1.1.2 Tratamentos e delineamento experimental 126
5.1.1.3 Observações e determinações 128
5.1.2 Ambiente natural 130
5.1.2.1 Condições edafo-climáticas 130
5.1.2.2 Tratamentos e delineamento experimental 135
5.1.2.3 Observações e determinações 136
5.2 Ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação 137
5.2.1 Tratamentos e delineamento experimental 138
5.2.2 Técnicas culturais 139
5.2.3 Observações e determinações 140
5.3 Ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole 142
5.3.1 Condições edafo-climáticas 142
5.3.2 Tratamentos e delineamento experimental 144
5.3.3 Técnicas culturais 144
5.3.4 Observações e determinações 147
5.4 Ensaio de datas de sementeira e de controlo das infestantes em duas variedades de trigo mole 147
5.4.1 Tratamentos e delineamento experimental 149
5.4.2 Observações e determinações 149
5.5 Tratamento estatístico 152

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 155
6.1 Emergência de plântulas espontâneas em ambiente condicionado 155
6.1.1 Influência da profundidade e do teor de humidade do solo 157
6.1.2 Espaço temporal necessário para maximizar a densidade populacional 159
6.1.3 Simulação do pico da densidade populacional após uma chuvada ... 162
6.1.4 Interacções entre o ano, a profundidade e a humidade do solo 163
6.1.5 Reaparecimento da flora após o primeiro controlo das plantas espontâneas 168
6.1.5.1 Contribuição da profundidade e da humidade do solo 169
6.1.5.2 Em função da perturbação do solo 171
6.1.5.3 Interacções entre o ano, a profundidade e a humidade do solo 176
6.1.5.4 Interacções entre o ano, a profundidade, a humidade e a perturbação do solo 179

6.1.6 Reaparecimento da flora após o segundo controlo das plantas espontâneas 188
6.1.6.1 Importância do teor de humidade do solo 188
6.1.6.2 Em função da perturbação do solo 190
6.1.6.3 Interacções entre o ano, a profundidade e a humidade do solo 190
6.1.6.4 Interacções entre o ano, a profundidade, a humidade e a perturbação do solo 194
6.1.7 Considerações e reflexões finais 198
6.2 Emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural 200
6.2.1 Variação com a precipitação acumulada 200
6.2.2 Influência do teor de humidade do solo 203
6.2.3 Em função do teor de humidade do solo e das condições térmicas . 205
6.2.4 Plantas dominantes 207
6.2.5 Restabelecimento da flora após o primeiro controlo das plantas espontâneas 207
6.2.5.1 Em função da perturbação da camada superficial do solo ... 210
6.2.5.2 Em função da precipitação 213
6.2.6 Restabelecimento da flora após o segundo controlo das plantas espontâneas 214
6.2.6.1 Em função da perturbação da camada superficial do solo ... 216
6.2.6.2 Em função da precipitação 218
6.2.7 Considerações e reflexões finais 218
6.3 Resposta de trigo mole a diferentes níveis de infestação 220
6.3.1 Efeito das condições ambientais sobre o rendimento 221
6.3.2 Efeito do grau de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo 222
6.3.3 Influência do sistema de preparação da cama da semente 224
6.3.4 Consequência do controlo das infestantes em pós-emergência 225
6.3.5 Interacção do ano com o grau de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo 226
6.3.6 Interacção do ano com o sistema de preparação da cama da semente 228
6.3.7 Interacção do grau de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo com o sistema de preparação da cama da semente 230
6.3.8 Relação entre a infestação e o rendimento do trigo 232

6.3.8.1 Produção de grão em função das infestantes Monocotiledóneas 234
6.3.8.2 Rendimento relativo do trigo e infestação relativa 237
6.3.8.3 Produtividade relativa do trigo em função da precipitação acumulada 240
6.3.9 Considerações e reflexões finais 243
6.4 Resposta de diferentes genótipos de trigo mole à data de sementeira 244
6.4.1 Impacto do local ou do ano 245
6.4.2 Importância da época de sementeira 247
6.4.3 Comportamento de diferente germoplasma 253
6.4.3.1 Duração do ciclo vegetativo 257
6.4.3.2 Componentes da produção 258
6.4.3.3 Capacidade de adaptação à variação ambiental 259
6.4.4 Considerações e reflexões finais 265
6.5 Resposta de duas variedades de trigo mole à data de sementeira e ao controlo das infestantes 267
6.5.1 Efeito da data de sementeira 268
6.5.2 Características relativas à capacidade competitiva do trigo 272
6.5.2.1 Afilhamento 273
6.5.2.2 Altura das plantas 274
6.5.3 Efeito do herbicida de pós-emergência 276
6.5.4 Considerações e reflexões finais 279

7 CONCLUSÕES FINAIS 281

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 285

ANEXOS 309

RESUMO

Sabendo que a máxima produção não é garantia de se optimizar o rendimento, dever-se-á, cada vez mais, procurar o equílibrio e a estabilidade nos benefícios do uso da terra, tanto na perspectiva económica como na ambiental, sendo assim, necessário preservar e conservar os ecossistemas.

A partir desta problemática, definiu-se o objectivo deste trabalho, o qual, pretendia obter informação sobre estratégias para o controlo de infestantes em sistemas de baixo custo nos cereais de Outono-Inverno, particularmente no trigo mole.

Durante a experimentação, foi efectuado um alargado número de observações e verificações. Estas incluiram a resposta da emergência de plantas espontâneas perante diferentes níveis de humidade em ambiente condicionado, procurando também, relacionar o seu aparecimento com a temperatura e tendo sido verificado, numa segunda e terceira fase do ensaio, o efeito da perturbação do solo na emergência. Posteriormente, continuou-se a estudar o aparecimento da flora espontânea, mas em condições naturais, onde é determinante a acção de elementos climáticos como a precipitação e a temperatura e, também se observou, numa segunda e terceira fase do ensaio, a influência da perturbação do solo na emergência das plântulas. Simultaneamente, a cultura do trigo mole foi sujeita a vários graus de infestação, resultantes da variação das condições à sementeira, nomeadamente, a proporção de infestação potencial emergida e a preparação da cama da semente, além da aplicação ou não de um herbicida em pós-emergência. Para complementar toda a informação obtida, realizou-se um estudo sobre a flexibilidade de genótipos de trigo mole. Paralelamente, verificou-se a relação de algumas características morfológicas do trigo (taxa de afilhamento e altura das plantas) com os parâmetros da infestação.

De acordo com a análise dos resultados, constatou-se que o aparecimento das plântulas espontâneas, é maximizado com um teor de humidade a tender para a capacidade de campo. Verificou-se que esta população foi obtida, sobretudo, a partir das sementes localizadas nos primeiros dois centímetros e meio de espessura do solo. Com o aumento da profundidade de dois centímetros e meio para cinco centímetros, houve algum acréscimo no número de plântulas emergidas, principalmente, da classe Dicotiledónea. Para atingir a emergência de uma proporção de plântulas superior ou igual a 80% do potencial verificado, com base na profundidade de zero a cinco centímetros e um teor de humidade do solo próximo da capacidade de campo, precisou-se de um espaço temporal, caracterizado pelo somatório das temperaturas médias do ar maior ou igual a 446 °C, ou seja, mais ou menos um mês com temperaturas médias diárias de 15 °C (início do Outono sob condições mediterrânicas).

Após uma primeira fase de humedecimento, verificou-se que a perturbação do solo, simulando o trabalho realizado pelos escarificadores, exerceu um efeito significativo no reaparecimento da flora espontânea. O seu impacto beneficiou a velocidade de emergência, permitindo obter mais rapidamente a população potencial de infestantes. Ao aumentar a profundidade perturbada de dois centímetros e meio para cinco centímetros, pode existir um acréscimo no restabelecimento da população, principalmente de Dicotiledóneas.

Voltando a perturbar o solo no início da Primavera, continuou a existir um efeito significativo no reaparecimento da flora espontânea. No entanto, as densidades populacionais máximas foram obtidas com teores de humidade desde 66 % da capacidade da campo até aos da capacidade de campo, devido às espécies dominantes terem hábitos de crescimento, preferencialmente, de Primavera e parecerem menos exigentes em água, para ocorrer a emergência das suas plântulas.

Em ambiente natural, confirmou-se a importância da camada superficial do solo apresentar um teor de humidade correspondente à capacidade de campo, para serem obtidas elevadas densidades de plantas espontâneas. Altas proporções de densidades populacionais relativas ao potencial verificado, foram atingidas, de acordo com as observações realizadas durante quatro anos, quando a precipitação acumulada desde o início do ano agrícola (Setembro) ultrapassou os 100 mm. A probabilidade de se verificar o limiar referido, em datas não limitativas da sementeira do trigo, é grande. Quanto à perturbação do solo, existiu uma influência significativa no reaparecimento das plântulas, tal como tinha sido constatado em ambiente condicionado.

Por isso, quando a infestação potencial apresentou proporções elevadas antes da sementeira do trigo, aproximadas aos níveis máximos verificados no Outono e, foi controlada em pré-sementeira por meio de luta químico, sem perturbar o solo (sementeira directa), restringiu-se o aparecimento de plantas infestantes dentro da cultura. Devido a esta redução da flora nociva, diminuiram as perdas de produção de trigo sem aplicação de um herbicida em pós-emergência. Nestas circunstâncias, foi minimizado o decréscimo da produção relativamente ao sistema de mobilização do solo para preparação da cama da semente e aplicação de um herbicida em pós-emergência.

Em suma, o aparecimento da população potencial de infestantes antes da sementeira do trigo, permite diminuir ou evitar a aplicação de um herbicida em pós-emergência, desde que a cultura seja semeada sem perturbar o solo (sementeira directa) e, assim, melhorar a sustentabilidade dos sistemas cerealíferos mediterrâneos. Todavia, esta estratégia será ainda complementada e favorecida com a disponibilidade e a utilização de variedades flexíveis à data de sementeira, cujo exemplo, foi verificado com o trigo mole. A fexibilidade garante, também, maior adaptação à variação anual, que se faz sentir pela própria irregularidade das condições climáticas destas regiões (Alentejo).

Além disso, verificou-se que há características morfológicas do trigo mole, como a taxa de afilhamento e a altura das plantas, relacionadas positivamente com a sua capacidade de competir com a flora daninha.

ÍNDICE DE QUADROS

2 CEREAIS DE OUTONO-INVERNO NO SUL DE PORTUGAL

Quadro 2.1 - Cereais de Outono-Inverno 7

Quadro 2.2 - Valores de precipitação média, mínima e máxima, verificados em Évora no período de 1966 a 1996, compilados através de dados do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica 12

3 PLANTAS INFESTANTES

Quadro 3.1 - Síntese de algumas diferenças nas características das plantas Moncotiledóneas e Dicotiledóneas (Adaptado de Franco, 1971; Vasconcelos,1971; Häfliger *et al.*, 1975) 65

Quadro 3.2 - Algumas espécies infestantes da classe Dicotiledónea frequentes nos cereais de Outono-Inverno em Portugal 79

4 INTERACÇÃO ENTRE CULTURA E INFESTANTES

Quadro 4.1 - Classificação dos herbicidas quanto ao modo de acção e respectivas famílias químicas (Harrison e Loux, 1995) 106

Quadro 4.2 - Síntese das vantagens e desvantagens das diferentes épocas de aplicação dos herbicidas (Adaptado de Harrison e Loux, 1995) 107

5 MATERIAL E MÉTODOS

Quadro 5.1 - Alguns dados de características físicas da camada superficial (0 - 10 cm) do solo Pmg utilizado (valores médios ± erro padrão) 125

Quadro 5.2 - Alguns dados de características químicas da camada superficial (0 - 10 cm) do solo Pmg utilizado 126

Quadro 5.3 - Síntese relativa aos períodos de recolha das amostras de solo e dos tratamentos efectuados para o controlo da flora espontânea 129

Quadro 5.4 - Parâmetros observados e métodos utilizados 130

Quadro 5.5 - Alguns dados de características físicas da camada superficial (0 - 10 cm) dos solos Pm e Vm utilizados nos ensaios em estudo (valores médios ± erro padrão) 131

Quadro 5.6 - Valores médios (± erro padrão) da percentagem de água retida pelos solos utilizados (Pm e Vm), obtidos a partir de amostras colhidas na camada superficial (0-10 cm) 131

Quadro 5.7 - Alguns dados de características químicas da camada superficial (0 - 10 cm) dos solos Pm e Vm utilizados nos ensaios em estudo (valores médios ± erro padrão) 132

Quadro 5.8 - Síntese relativa aos períodos dos tratamentos efectuados para o controlo da flora espontânea, que corresponderam ao início da segunda (primeiro controlo) e da terceira fase do ensaio (segundo controlo) 136

Quadro 5.9 - Parâmetros observados e métodos utilizados 137

Quadro 5.10 - Tratamentos efectuados no ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação e respectivas técnicas culturais 139

Quadro 5.11 - Algumas técnicas culturais utilizadas no ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação 140

Quadro 5.12 - Parâmetros observados e métodos utilizados 141

Quadro 5.13 - Técnicas culturais efectuadas no ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole 146

Quadro 5.13 - Continuação 147

Quadro 5.14 - Parâmetros observados e métodos utilizados 148

Quadro 5.15 - Parâmetros observados e métodos utilizados 151

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 6.1 - Efeito do ano nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) 156

Quadro 6.2 - Efeito da profundidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel), para os quatro anos de ensaio analisados 157

Quadro 6.3 - Efeito do nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel), para os quatro anos de ensaio analisados 158

Quadro 6.4 - Efeito da interacção do ano com a profundidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) 163

Quadro 6.4 - Continuação 163

Quadro 6.5 - Efeito da interacção do ano com o nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) 164

Quadro 6.5 - Continuação 165

Quadro 6.6 - Efeito da interacção da profundidade com o nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel), para os quatro anos de ensaio analisados 166

Quadro 6.7 - Efeito da interacção entre o ano, a profundidade e o nível de humidade, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) 167

Quadro 6.8 - Efeito do ano nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio 168

Quadro 6.9 - Efeito da profundidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados 169

Quadro 6.10 - Efeito do nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados 170

Quadro 6.11 - Efeito da perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados 171

Quadro 6.12 - Efeito da interacção do ano com a profundidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio 176

Quadro 6.13 - Efeito da interacção do ano com o nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio 177

Quadro 6.13 - Continuação 178

Quadro 6.14 - Efeito da interacção da profundidade com o nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados 179

Quadro 6.15 - Efeito da interacção entre o ano, a profundidade e o nível de humidade, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio 180

Quadro 6.16 - Efeito da interacção do ano com a perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio 181

Quadro 6.16 - Continuação 181

Quadro 6.17 - Efeito da interacção da profundidade com a perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados 182

Quadro 6.18 - Efeito da interacção entre o ano, a profundidade e a perturbação do solo, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio 183

Quadro 6.19 - Efeito da interacção do nível de humidade com a perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados 183

Quadro 6.19 - Continuação 184

Quadro 6.20 - Efeito da interacção entre o ano, o nível de humidade e a perturbação do solo, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio 185

Quadro 6.20 - Continuação 186

Quadro 6.21 - Efeito da interacção entre a profundidade, o nível de humidade e a perturbação do solo, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados 187

Quadro 6.22 - Efeito do ano nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio 189

Quadro 6.23 - Efeito do nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio, para os quatro anos analisados 189

Quadro 6.24 - Efeito da perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio, para os quatro anos analisados 190

Quadro 6.25 - Efeito da interacção do ano com a profundidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio 191

Quadro 6.26 - Efeito da interacção do ano com o nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio 192

Quadro 6.27 - Efeito da interacção entre o ano, a profundidade e o nível de humidade, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio 193

Quadro 6.28 - Efeito da interacção do ano com a perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio 194

Quadro 6.29 - Efeito da interacção entre o ano, a profundidade e a perturbação do solo, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio 195

Quadro 6.30 - Efeito da interacção do nível de humidade com a perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio, para os quatro anos analisados 195

Quadro 6.31 - Efeito da interacção entre o ano, o nível de humidade e a perturbação do solo, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio 196

Quadro 6.32 - Efeito da interacção entre a profundidade, o nível de humidade e a perturbação do solo, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio, para os quatro anos analisados 197

Quadro 6.33 - Probabilidade da precipitação acumulada nos decêndios dos meses de Outono ser superior a 100 mm 202

Quadro 6.34 - Plantas dominantes ao nível da classe, género e espécie, na leitura final da fase do ensaio realizada no Outono 208

Quadro 6.35 - Efeito do ano nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas·0,5 m^{-2}) e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%) na segunda fase do ensaio 209

Quadro 6.36 - Efeito da perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas·0,5 m^{-2}) e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%) na segunda fase do ensaio (valores médios de quatro anos) 210

Quadro 6.37 - Efeito da interacção do ano com a perturbação solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas·0,5 m^{-2}) e da humidade volúmica da camada superficial do solo (%) na segunda fase do ensaio 211

Quadro 6.37 - Continuação 212

Quadro 6.37 - Continuação 212

Quadro 6.38 - Efeito da perturbação do solo nos parâmetros da humidade volúmica da camada superficial do solo (%) na segunda fase do ensaio, para três anos analisados (1996/97, 1997/98 e 1998/99) 213

Quadro 6.39 - Efeito do ano nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas·0,5 m^{-2}) na terceira fase do ensaio 215

Quadro 6.40 - Efeito da perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas·0,5 m^{-2}) na terceira fase do ensaio (valores médios de quatro anos) 216

Quadro 6.41 - Efeito da interacção do ano com a perturbação solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas·0,5 m^{-2}) na terceira fase do ensaio 217

Quadro 6.42 - Efeito da perturbação do solo nos parâmetros da humidade volúmica dos dez centímetros superficiais do solo (%) na terceira fase do ensaio, para três anos analisados (1997/98, 1998/99 e 1999/00) 217

Quadro 6.43 - Efeito do ano nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas da cultura do trigo 222

Quadro 6.44 - Efeito do ano nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) do trigo e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%) 223

Quadro 6.45 - Efeito do grau de emergência de infestantes antes da sementeira do trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, e da altura das plantas da cultura (médias de três anos) 223

Quadro 6.46 - Efeito do grau de emergência de infestantes antes da sementeira do trigo nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) e da humidade volúmica (%) dos 10 cm superficiais do solo (médias de três anos) 224

Quadro 6.47 - Efeito do sistema de preparação da cama da semente nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) do trigo e da humidade volúmica (%) dos 10 cm superficiais do solo (médias de três anos) ... 225

Quadro 6.48 - Efeito da aplicação do herbicida em pós-emergência nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca e índice de colheita da cultura do trigo (médias de três anos) 226

Quadro 6.49 - Efeito da aplicação do herbicida em pós-emergência nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) do trigo (médias de três anos) 226

Quadro 6.50 - Efeito da interacção do ano com o grau de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas da cultura 227

Quadro 6.51 - Efeito da interacção do ano com o grau de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%) 227

Quadro 6.52 - Efeito da interacção do ano com o sistema de preparação da cama da semente nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes 229

Quadro 6.53 - Efeito da interacção do ano com o sistema de preparação da cama da semente nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) do trigo e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%) . 229

Quadro 6.54 - Efeito da interacção do grau de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo com o sistema de preparação da cama da semente nos parâmetros da produção de grão da cultura e das suas componentes (médias de três anos) 231

Quadro 6.55 - Efeito da interacção do grau de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo com o sistema de preparação da cama da semente nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) da cultura (médias de três anos) 231

Quadro 6.56 - Efeito do local nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca e índice de colheita no ensaio realizado em 1994/95 245

Quadro 6.57 - Efeito do ano nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas com a realização de duas datas de sementeira na Revelheira 246

Quadro 6.58 - Efeito do ano nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas com a realização de três datas de sementeira na Revelheira 247

Quadro 6.59 - Efeito da data de sementeira nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas no ensaio realizado em Évora e Beja no ano de 1994/95 248

Quadro 6.60 - Efeito da interacção do local com a data de sementeira nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas no ensaio realizado em 1994/95 249

Quadro 6.61 - Efeito da data de sementeira nos parâmetros da produção de grão de trigo e de algumas das suas componentes, matéria seca e altura das plantas no ensaio realizado em 1996/97, 1998/99 e 1999/00 na Revelheira 250

Quadro 6.62 - Efeito da interacção do ano com a data de sementeira nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas no ensaio realizado na Revelheira 251

Quadro 6.63 - Efeito da data de sementeira nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas no ensaio realizado em 1998/99 e 1999/00 na Revelheira 251

Quadro 6.64 - Efeito da interacção do ano com a data de sementeira nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas no ensaio realizado na Revelheira 252

Quadro 6.65 - Efeito do genótipo de trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas no ensaio realizado em Évora e Beja no ano de 1994/95 254

Quadro 6.65 - Continuação 254

Quadro 6.66 - Efeito do genótipo de trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas com duas datas de sementeira realizadas em 1996/97, 1998/99 e 1999/00 na Revelheira 255

Quadro 6.66 - Continuação 255

Quadro 6.67 - Efeito do genótipo de trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas com três datas de sementeira realizadas em 1998/99 e 1999/00 na Revelheira 256

Quadro 6.67 - Continuação 256

Quadro 6.68 - Efeito do ano nos parâmetros da infestação (número de plantas·m^{-2}) do trigo e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%) . 268

Quadro 6.69 - Efeito do ano nos parâmetros de algumas componentes da produção de grão e da altura das plantas de trigo 268

Quadro 6.70 - Efeito da data de sementeira do trigo nos parâmetros da infestação (número de plantas·m^{-2}) da cultura e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%), para os três anos de ensaio analisados 269

Quadro 6.71 - Efeito da data de sementeira do trigo nos parâmetros das componentes da produção de grão, matéria seca e altura das plantas da cultura, para os três anos de ensaio analisados 270

Quadro 6.72 - Efeito da interacção do ano com a data de sementeira do trigo nos parâmetros da infestação (número de plantas·m^{-2}) da cultura e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%) 271

Quadro 6.73 - Efeito da interacção do ano com a data de sementeira do trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas da cultura 271

Quadro 6.74 - Efeito da variedade de trigo nos parâmetros da infestação, da produção de grão e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas da cultura, para os três anos de ensaio analisados 272

Quadro 6.75 - Efeito da interacção do ano com a variedade de trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas da cultura, para os três anos de ensaio analisados 273

Quadro 6.76 - Efeito do herbicida de pós-emergência nos parâmetros da infestação (número de plantas·m^{-2}) do trigo e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%), para os três anos de ensaio analisados 276

Quadro 6.77 - Efeito do herbicida de pós-emergência nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas da cultura, para os três anos de ensaio analisados 277

Quadro 6.78 - Efeito da interacção da data de sementeira do trigo com o herbicida de pós-emergência nos parâmetros da infestação (número de plantas·m^{-2}), para os três anos de ensaio analisados 277

Quadro 6.79 - Efeito da interacção da data de sementeira do trigo com o herbicida de pós-emergência nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, e matéria seca da cultura, para os três anos de ensaio analisados 278

Quadro 6.80 - Efeito da interacção entre o ano, a data de sementeira do trigo e o herbicida de pós-emergência, nos parâmetros da infestação (número de plantas·m^{-2}) 278

Quadro 6.81 - Efeito da interacção entre o ano, a data de sementeira do trigo e o herbicida de pós-emergência, nos parâmetros da produção de grão e de algumas das suas componentes, e matéria seca da cultura 279

ÍNDICE DE FIGURAS

3 PLANTAS INFESTANTES

Fig. 3.1 - Diagrama dos três níveis (3; 2; 1) do sistema semente-ambiente (Adaptado de Karssen, 1982) 36

Fig. 3.2 - Diagrama representativo dos quatro tipos que caracterizam o banco de sementes (Adaptado de Thompson e Grime, 1979) 38

Fig. 3.3 - Mudança das estações de dormência (Karssen, 1982) 44

Fig. 3.4 - Modelo do processo que regula a germinação em sementes controladas pelo fitocromo (Taylorson, 1982) 55

Fig. 3.5 - Esquema do ciclo de vida das plantas anuais (Adaptado de Radosevich e Holt, 1984) 66

Fig. 3.6 - Um fluxograma simples para uma população de infestantes de ciclo anual (Adaptado de Spitters, 1989) 67

Fig. 3.7 - Esquema do ciclo de vida das plantas plurianuais com reprodução por semente e/ou por via vegetativa (Adaptado de Radosevich e Holt, 1984) ... 69

Fig. 3.8 - Diagrama representativo da influência do microclima do habitat no nascimento, estabelecimento e sobrevivência da flora infestante (Adaptado de Allen e Meyer, 1998) 71

Fig. 3.9 - Sequência cronológica do desenvolvimento da agricultura e dos processos ecológicos associados com cada estação (Adaptado de Martínez-Ghersa *et al.*, 2000a) 74

Fig. 3.10 - Forças selectivas regulam as fases da vida de uma planta infestante anual, representando as proporções a taxa de regulação por diferentes práticas utilizadas nos agroecossistemas (Adaptado de Martínez-Ghersa *et al.*, 2000b) 75

4 INTERACÇÃO ENTRE CULTURA E INFESTANTES

Fig. 4.1 - Caracterização dos genótipos de trigo em função da capacidade competitiva, sendo maior na planta (b) do que na planta (a) (Lemerle *et al.*, 2001a) 90

Fig. 4.2 - Hierarquia de tarefas envolvidas no controlo de infestantes em trigo de Inverno (Adaptado de Christensen e Olesen, 1997) 100

5 MATERIAL E MÉTODOS

Fig. 5.1 - Curva da tensão de humidade referente à camada superficial (0-10 cm) do solo Pmg utilizado 126

Fig. 5.2 - Esquema do tipo de anel (a) da rede utilizada na base (b) e dos anéis sobre a placa de madeira prensada (c) 128

Fig. 5.3 - Curva da tensão de humidade referente à camada superficial (0-10 cm) do solo Vm (a) e do solo Pm (b), utilizados nos ensaios 132

Fig. 5.4 - Condições termopluviométricas em 1996/97 e média da precipitação ocorrida em 30 anos (1951/80) 133

Fig. 5.5 - Condições termopluviométricas em 1997/98 e média da precipitação ocorrida em 30 anos (1951/80) 134

Fig. 5.6 - Condições termopluviométricas em 1998/99 e média da precipitação ocorrida em 30 anos (1951/80) 134

Fig. 5.7 - Condições termopluviométricas em 1999/00 e média da precipitação ocorrida em 30 anos (1951/80) 135

Fig. 5.8 - Esquema do talhão (a - inicial; b - dividido) utilizado no ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural 135

Fig. 5.9 - Esquema do delineamento experimental do ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação 138

Fig. 5.10 - Condições termopluviométricas em 1994/95 e média da precipitação ocorrida em 30 anos (1951/80) na estação meteorológica de Beja 143

Fig. 5.11 - Condições termopluviométricas em 1994/95 e média da precipitação ocorrida em 30 anos (1951/80) na estação meteorológica de Évora 143

Fig. 5.12 - Esquema do delineamento experimental do ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole 145

Fig. 5.13 - Esquema do delineamento experimental do ensaio de datas de sementeira e de controlo das infestantes em duas variedades de trigo mole 150

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Fig. 6.1 - Relação da temperatura média do ar acumulada (°C) (a) e do número de dias (b) com o número de plantas relativo ao potencial verificado (valores médios de quatro anos) 160

Fig. 6.2 - Relação da temperatura média do ar acumulada (°C) (a) e do número de dias (b) com o número de plantas Monocotiledóneas relativo ao potencial verificado (valores médios de quatro anos) 161

Fig. 6.3 - Relação da temperatura média do ar acumulada (°C) (a) e do número de dias (b) com o número de plantas Dicotiledóneas relativo ao potencial verificado (valores médios de quatro anos) 161

Fig. 6.4 - Relação da temperatura média do ar acumulada (°C) (a) e do número de dias (b) com o número de plantas relativo ao potencial verificado após saturação do solo seguida de dessecação livremente ao ar (valores médios de quatro anos) 162

Fig. 6.5 - Relação da temperatura média do ar acumulada (°C) (a) e do número de dias (b) com o número de plantas relativo ao potencial verificado no solo não perturbado em dessecação após saturação (valores médios de quatro anos) 171

Fig. 6.6 - Relação entre a temperatura média do ar acumulada (°C) e o número de plantas relativo ao potencial verificado em solo perturbado (cinco centímetros superficiais) (a) e não perturbado (b) (valores médios de quatro anos) 173

Fig. 6.7 - Relação entre o número de dias e o número de plantas relativo ao potencial verificado em solo perturbado (cinco centímetros superficiais) (a) e não perturbado (b) (valores médios de quatro anos) 173

Fig. 6.8 - Relação da temperatura média do ar acumulada (°C) (a) e do número de dias (b) com o número de plantas Monocotiledóneas relativo ao potencial verificado em solo perturbado (0 – 5 cm; valores médios de quatro anos) .. 174

Fig. 6.9 - Relação entre a temperatura média do ar acumulada (°C) e o número de plantas Dicotiledóneas relativo ao potencial verificado em solo perturbado (cinco centímetros superficiais) (a) e não perturbado (b) (valores médios de quatro anos) 175

Fig. 6.10 - Relação entre o número de dias e o número de plantas Dicotiledóneas relativo ao potencial verificado em solo perturbado (cinco centímetros superficiais) (a) e não perturbado (b) (valores médios de quatro anos) 175

Fig. 6.11 - Relação da precipitação acumulada com o total de plantas (a) e com o número de plantas relativo ao potencial verificado (b) (valores médios de quatro anos) 201

Fig. 6.12 - Relação da precipitação acumulada com os números de plantas Monocotiledóneas (a) e Dicotiledóneas (b) relativos aos potenciais verificados (valores médios de quatro anos) 201

Fig. 6.13 - Relação entre a precipitação acumulada e a humidade volúmica nos 5 cm (a) e nos 10 cm (b) superficiais do solo (valores médios de quatro anos) .. 203

Fig. 6.14 - Relação da humidade volúmica nos 10 cm superficiais do solo com o total de plantas·m^{-2} (a) e com o número de plantas relativo ao potencial verificado (b) (valores médios de quatro anos) 204

Fig. 6.15 - Relação da humidade volúmica nos 10 cm superficiais do solo com os números de plantas Monocotiledóneas (a) e Dicotiledóneas (b) relativos aos potenciais verificados (valores médios de quatro anos) 204

Fig. 6.16 - Relação entre o número de dias e o número plantas relativo ao potencial verificado (valores médios de quatro anos) 206

Fig. 6.17 - Relação do número de dias com os números de plantas Monocotiledóneas (a) e Dicotiledóneas (b) relativos aos potenciais verificados (valores médios de quatro anos) 207

Fig. 6.18 - Relação entre a precipitação registada durante a segunda fase do ensaio e a densidade de plantas em solo não perturbado (a) e perturbado (b) (valores médios de quatro anos) 214

Fig. 6.19 - Relação entre a precipitação registada durante a terceira fase do ensaio e o total de plantas em solo não perturbado (a) e perturbado (b) (valores médios de quatro anos) 218

Fig. 6.20 - Relação entre a precipitação registada durante a terceira fase do ensaio e a densidade de plantas Monocotiledóneas em solo não perturbado (a) e perturbado (b) (valores médios de quatro anos) 219

Fig. 6.21 - Produção média de grão de trigo verificada durante os quatro anos de ensaio 221

Fig. 6.22 - Relação da matéria seca das infestantes obtida à colheita do trigo com a matéria seca da cultura (a) e com o número de grãos por metro quadrado (b) (valores médios de três anos) 232

Fig. 6.23 - Relação entre a matéria seca das infestantes obtida à colheita do trigo e a produção de grão da cultura no subtalhão (a) e no talhão (b) (valores médios de três anos) 233

Fig. 6.24 – Relação da densidade de plantas infestantes registadas ao emborrachamento do trigo com a produção de grão da cultura no subtalhão (a) e ao espigamento com o número de grãos por metro quadrado (b) (valores médios de três anos) 233

Fig. 6.25 – Relação entre a densidade de plantas infestantes registadas ao espigamento do trigo e a produção de grão da cultura no subtalhão (a) e no talhão (b) (valores médios de três anos) 234

Fig. 6.26 - Relação do número de plantas Monocotiledóneas verificadas ao emborrachamento (a) e ao espigamento (b) do trigo com a produção de grão da cultura no subtalhão (valores médios de três anos) 235

Fig. 6.27 - Relação do número de plantas Monocotiledóneas verificadas ao emborrachamento (a) e ao espigamento (b) do trigo com a produção de grão da cultura no talhão (valores médios de três anos) 235

Fig. 6.28 - Relação entre o número de plantas Monocotiledóneas verificadas ao espigamento do trigo e o número de grãos da cultura por metro quadrado (valores médios de três anos) 236

Fig. 6.29 - Relação entre o número de plantas Monocotiledóneas verificadas ao início do afilhamento do trigo e a produção de grão da cultura no subtalhão (a) e no talhão (b) (valores médios de três anos) 236

Fig. 6.30 - Produção relativa de grão de trigo verificada na interacção dos tratamentos realizados, para os quatro anos de ensaio (—— **cei-mob-ch = 100%**) 238

Fig. 6.31 - Infestação relativa com base no valor médio do número de plantas infestantes verificado ao espigamento do trigo na interacção dos tratamentos realizados, para os quatro anos de ensaio (—— **sei-mob-sh = 100%**) 239

Fig. 6.32 - Infestação relativa com base no valor médio da matéria seca das plantas infestantes verificada à colheita do trigo na interacção dos tratamentos realizados, para os quatro anos de ensaio (—— **sei-mob-sh = 100%**) 240

Fig. 6.33 - Relação da precipitação acumulada (mm) antes da sementeira directa da cultura do trigo com a sua produção relativa de grão (a) e com a de biomassa (b) (valores médios de quatro anos) 241

Fig. 6.34 - Relação da precipitação acumulada (mm) antes da realização da mobilização de preparação da cama da semente para a cultura do trigo com a sua produção relativa de grão (a) e com a de biomassa (b) (valores médios de quatro anos) 242

Fig. 6.35 - Relação das datas de sementeira do trigo dos vários anos de ensaio com os valores médios do número de grãos por m^2 (a) e com os da produção de grão (b) 253

Fig. 6.36 - Relação do número de dias ao espigamento (a) e à maturação (b) com a produção média de grão (Revelheira de 1996/97 a 1999/00) 257

Fig. 6.37 - Relação entre o número de dias à maturação e a produção média de grão, considerando as observações desde 1994/95 até 1999/00 (Évora, Beja e Revelheira) 258

Fig. 6.38 - Relação do número médio de espigas produtivas (a) e do número médio de grãos (b) com a produção média de grão, a partir das verificações efectuadas desde 1994/95 a 1999/00 (Évora, Beja e Revelheira) 259

Fig. 6.39 - Produção média de grão de trigo verificada em genótipos flexíveis comparativamente à obtida nas diferentes datas de sementeira no ensaio realizado em 1994/95 no local de Évora 261

Fig. 6.40 - Produção média de grão de trigo verificada em genótipos flexíveis comparativamente à obtida nas diferentes datas de sementeira no ensaio realizado em 1994/95 no local de Beja 261

Fig. 6.41 - Produção média de grão de trigo verificada em genótipos flexíveis comparativamente à obtida nas duas datas de sementeira no ensaio realizado em 1996/97, 1998/99 e 1999/2000 (Revelheira) 262

Fig. 6.42 - Produção média de grão de trigo verificada em genótipos flexíveis comparativamente à obtida nas três datas de sementeira no ensaio realizado em 1998/99 e 1999/2000 (Revelheira) 263

Fig. 6.43 - Relação entre a data de sementeira e o número de dias até ao espigamento em seis genótipos de trigo observados no período de 1994/95 a 1999/00 264

Fig. 6.44 - Relação entre a data de sementeira e o número de dias até à maturação do grão em seis genótipos de trigo observados no período de 1994/95 a 1999/00 265

Fig. 6.45 - Relação da taxa de afilhamento do trigo com o número de Monocotiledóneas ao espigamento da cultura (a) e com a matéria seca da flora infestante à colheita (b), sem controlar a infestação em pós-emergência (valores médios de duas variedades semeadas na primeira data durante quatro anos) 274

Fig. 6.46 - Relação entre a taxa de afilhamento do trigo e a sua produção de grão (a) e de matéria seca (b), sem controlar a infestação em pós-emergência (valores médios de duas variedades semeadas na primeira data durante quatro anos) 274

Fig. 6.47 - Relação da altura das plantas de trigo com o número de Monocotiledóneas ao espigamento da cultura (a) e com a matéria seca da flora infestante à colheita (b), sem controlar a infestação em pós-emergência (valores médios de duas variedades semeadas na primeira data durante quatro anos) 275

Fig. 6.48 - Relação entre a altura das plantas de trigo e a sua produção de grão (a) e a de matéria seca (b), sem controlar a infestação em pós-emergência (valores médios de duas variedades semeadas na primeira data durante quatro anos) 276

1 INTRODUÇÃO

Parte essencial dos sistemas de produção agrícola tem sido o controlo das plantas infestantes através dos tempos (Post e Wijnands, 1993). Começaram por ser eliminadas das culturas manualmente, mas o desenvolvimento dos equipamentos permitiu a utilização de meios mecânicos e, finalmente, o uso dos produtos químicos levou à introdução dos herbicidas na agricultura a partir de meados do século XX (Froud-Williams, 2000; Ghersa *et al.*, 2000), cuja aplicação aumentou consideravelmente nos últimos cinquenta anos (Locke *et al.*, 2002). Esta utilização, decorreu paralelamente com o desenvolvimento de uma grande quantidade destes produtos fitofarmacêuticos nos anos de mil novecentos e setenta e mil novecentos e oitenta, ajudando e acompanhando uma grande intensificação da agricultura.

Os herbicidas foram, assim, um dos principais factores introduzidos, com capacidade para intensificar o sector agrícola (Bastiaans *et al.*, 2000; Kropff *et al.*, 1997; Young *et al.*, 1994; Wallinga, 1998). No entanto, o desenvolvimento da resistência das plantas invasoras a estes produtos (Chauvel *et al.*, 2001; Jones e Medd, 2000; Post e Wijnands, 1993), por vezes associada com a sua utilização incorrecta, diversificação da flora infestante e persistência da população de espécies nocivas, começaram a limitar a acção das estratégias baseadas nos meios químicos (Jones e Medd, 2000; Post e Wijnands, 1993).

Além disso, começaram a surgir problemas económicos e ambientais, que têm contribuído para uma abordagem diferente, através do maneio integrado das infestantes (Froud-Williams, 1995; 2000) e da procura de modelos que tentam prever o grau e a diversidade de infestação, tendo em conta o desenvolvimento da cultura em relação à flora daninha, desde os estados iniciais (Fernández-Quintanilla, 1997; Froud-Williams, 1995). Actualmente, as plantas invasoras não devem ser observadas como um problema resolvido no longo prazo por meios curativos, sendo antes, o maneio da infestação considerado como uma componente do planeamento integrado dos sistemas de agricultura (Bastiaans *et al.*, 2000; Christensen *et al.*, 1996).

Obviamente, a frequência mínima de emprego de herbicidas necessária para manter a população de infestantes em níveis aceitáveis, varia com as espécies que caracterizam a flora nociva, o sistema de agricultura e a eficácia do produto químico (Munier-Jolain *et al.*, 2002).

Contudo, há todo o interesse no decréscimo da utilização dos herbicidas e na implementação de formas alternativas e/ou complementares de controlo das espécies nocivas por causa dos custos económicos e ambientais (Forcella *et al.*, 1993; Garibay *et al.*, 2001; Labrada, 1997; Weiner *et al.*, 2001). Assim, a protecção tradicional das culturas, nos últimos anos tem estado sujeita a diversas abordagens, às vezes pouco favoráveis, devido

aos prejuízos ambientais e às pressões por parte do consumidor. Por outro lado, os agricultores também têm verificado, que os custos económicos de uma agricultura mais intensiva podem ser insustentáveis (Froud-Williams, 1995).

Com o emprego de sistemas de mobilização reduzida e de sementeira directa, devido à possibilidade de controlar infestantes sem recorrer à inversão das camadas do solo a partir de herbicidas constituídos por substâncias activas com modo de acção total e não residual (descoberta do paraquato e do glifosato no século XX, anos sessenta e setenta, respectivamente), tem sido procurada uma maior sustentabilidade (Froud-Williams, 1995). Nesta situação, os herbicidas têm substituído as mobilizações, que tinham como principal objectivo o controlo das infestantes (Fenster e Wicks, 1982; Hoefer *et al.*, 1981; Lyon *et al.*, 1996), de maneira a obter benefícios económicos e ambientais.

A agricultura sustentável é considerada um sistema activo, afectado por factores bióticos e abióticos, impondo limites à acção humana. Contudo, podemos exercer um controlo sobre o sistema, desenvolvendo novos equipamentos e estratégias a partir de observações e de verificações dos efeitos, que permitam efectuar as correcções necessárias. Todavia, a utilização de sistemas de baixo custo para produzir alimentos, deve funcionar, segundo Reeves *et al.* (1999), sem prejudicar os recursos naturais, dos quais, depende a agricultura.

Cada vez mais, o consumo energético e a conservação do solo, são interesses fundamentais tanto para o agricultor como para a sociedade (Nalewaja, 2001). Qualquer estratégia deverá tentar minimizar os custos do controlo de infestantes, que, segundo Froud-Williams (1995), podem representar uma proporção significativa dos encargos variáveis, com valores entre 10 e 35%, nas culturas de cereais. Com práticas agrícolas adequadas podem ser poupadas, de forma considerável, as despesas com herbicidas (Wicks *et al.*, 1994). Deve-se, principalmente, colocar a questão sobre qual é o nível óptimo de intervenção requerida para a situação de infestação específica, em vez da tradicional interrogação que procurava conhecer a densidade onde ocorreria essa intervenção (Jones e Medd, 2000).

O limiar económico do controlo das infestantes é um conceito binário da decisão de efectuar ou não o seu controlo (Gerowitt, 1997; Jones e Medd, 2000). Pode ser influenciado, por exemplo, pelo tempo da emergência relativo à cultura (Jones e Medd, 2000). No entanto, sabe-se que essas plantas usam a água que poderia ser utilizada pelas plantas da cultura (Diehl, 1984; Fenster e Wicks, 1982; Hoefer *et al.*, 1981; Ramsel e Wicks, 1988), sendo esta situação claramente prejudicial, em sistemas e regiões onde este recurso é o factor mais limitante da produção das espécies cultivadas (Diehl, 1984; Ramsel e Wicks, 1988).

Oportunidades de maneio das infestantes podem ser estabelecidas em função do comportamento das mesmas em relação a: germinação das sementes (Dyer, 1995;

Wildeman *et al.*, 2000); emergência das plântulas (Caixinhas, 1988; Forcella, 1997; Froud-Williams, 1999; 2001; Gerowitt, 1997; Lutman *et al.*, 2002; Roberts *et al.*, 1977); desenvolvimento e arquitectura dos orgãos aéreos; floração; produção e dispersão de sementes. Estas variáveis representam linhas de investigação, que procuram prever a fenologia da cultura e das espécies que lhe são nocivas, para usar esse conhecimento nas estratégias de controlo da infestação (Martínez-Ghersa *et al.*, 2000a). Devido à influência exercida pelas condições meteorológicas, nomeadamente, os elementos precipitação e temperatura, será importante verificar o seu impacto em algumas das variáveis mencionadas, sobretudo na emergência das jovens plantas (Caixinhas, 1988; Grundy e Mead, 2000).

O período de emergência é de grande importância na interacção competitiva entre as espécies (Attwood *et al.*, 1977; Espeby, 1989; Gill, 1996; Post e Wijnands, 1993; Roberts *et al.*, 1977; Singh *et al.*, 1999; Wildeman *et al.*, 2000). Quando as plantas infestantes emergem no mesmo período que as da cultura, poderão ser mais competitivas (Bridges, 1995; Buhler *et al.*, 2000; Sattin *et al.*, 1997; Swanton *et al.*, 1999a). Daí, o atraso no tempo em que ocorre este estado na flora nociva, parece prevenir significativamente as perdas de produção da espécie cultivada (Lehman e Blum, 1997; Swanton *et al.*, 1999a). Como o número de jovens plantas de ervas daninhas emergidas tende a diminuir, e/ou atrasar o tempo de emergência de plântulas, quando não há perturbação do solo (Bräutigam e Tebrügge, 1997), poderá, na ausência de mobilizações, ser menos prejudicado o desenvolvimento e o respectivo rendimento da cultura relativamente à competição com essas espécies prejudiciais.

Como a produtividade da cultura pode decrescer com o aumento do período de infestação (Welsh *et al.*, 1999), há necessidade de verificar a influência das infestantes no rendimento da espécie cultivada, melhorando-se a possibilidade de prever as perdas de produção no início do crescimento (fase vegetativa). De acordo com a estimativa, pode-se evitar, em parte, o tratamento preventivo com herbicidas (Bastiaans *et al.*, 2000).

Evidente que para responder ao conjunto de problemas colocados pela flora infestante, é díficil ao investigador desta área de trabalho obter informação com a ajuda de uma só disciplina, sendo necessária a colaboração de diversas. Por isso, os cientistas que estudam as infestantes devem ter conhecimentos de agronomia, botânica, química, pedologia e de outras disciplinas dedicadas à ciência agrícola (Holt, 1991). Há assim, a procura de caminhos para integrar a agronomia, a ciência das infestantes e a ecologia (Booth e Swanton, 2002).

Apesar da complexidade e dificuldade em diminuir os problemas causados por plantas infestantes na cultura do trigo através da adaptação de factores de produção manejáveis, o conhecimento acerca das interacções positivas e negativas pode melhorar a decisão sobre a sua utilização e ajudar a minimizar o consumo de herbicidas (Christensen

et al., 1996). Contudo, os problemas da programação do maneio da infestação aumentam nas regiões mediterrânicas, devido à errática distribuição da precipitação e à sua variação anual, a qual, condiciona o crescimento e desenvolvimento das populações (cultura e infestantes), e contribui para a especificidade da cerealicultura extensiva efectuada no Sul de Portugal.

Sabendo que a época de sementeira interfere na dinâmica das plantas, quer infestantes quer da cultura, neste trabalho, foi colocada a hipótese de controlar a infestação na preparação da cama da semente, recorrendo à flexibilidade desta data, para evitar ou minimizar o emprego de um herbicida na cultura. Esta possibilidade aplica-se especialmente à sementeira directa, onde a flora inicial é controlada através da aplicação de um herbicida de pré-sementeira e não há perturbação acentuada do solo para estimular a germinação de sementes e a emergência de plântulas daninhas.

Em função desta hipótese, procurou-se conhecer um conjunto de interacções, que podem ser úteis à cerealicultura extensiva alentejana, nomeadamente à cultura do trigo, ajudando à sua sustentabilidade. Começou-se pela periodicidade da emergência de plântulas espontâneas, que é um dos factores decisivos na escolha do melhor critério para o controlo das ervas daninhas. Por isso, os conhecimentos acerca da fisiologia dos processos de germinação e da consequente emergência são úteis para uma tomada de decisão, que pode permitir, segundo Diehl (1984), Christensen *et al.* (1996), Forcella (1993) e Matthews (1996), a redução da população de plantas invasoras na preparação da cama da semente. Simultaneamente, foi necessário calcular os riscos, estudando-se a influência da flora infestante na cultura do trigo.

Ao planificar a estratégia adequada a partir da preparação da cama da semente e da data da sua realização, que condicionará o período de sementeira, foi necessário verificar o comportamento de germoplasma de *Triticum aestivum* L. (trigo mole) perante diferentes datas de sementeira. Essencialmente, tinha-se como objectivo, observar a flexibilidade dos genótipos à variação deste período, devido ao planeamento assentar na possibilidade de esperar pela emergência da população potencial de infestantes. Aliás, segundo Maçãs *et al.* (1998), o comportamento das novas variedades deve contribuir para a melhoria dos sistemas numa perspectiva da sustentabilidade.

Como a altura da palha e a capacidade de afilhamento estão associadas à competitividade das variedades (Korres e Froud-Williams, 2002), compararam-se dois desses genótipos morfologicamente diferentes ao nível destas características (altura e afilhamento), semeados em datas diferentes e sujeitos ao efeito de infestação diferente. Sabendo que o melhoramento deve assentar em critérios de selecção múltiplos e variados, esta informação pode ser usada pelo melhorador, nomeadamente em linhas de investigação destinadas à selecção de genótipos competitivos, que deve ser uma das componentes da agricultura sustentável.

Estas linhas de trabalho pretendem dar a conhecer ao cerealicultor mediterrânico, particularmente ao da região do Alentejo, estratégias sobre o maneio da infestação em sistemas de baixo custo nos cereais de Outono-Inverno, principalmente na cultura do trigo, cuja receita bruta está limitada pela política de preços do mercado mundial. Embora sejam dificuldades bem identificadas, também são escassas as culturas alternativas para o sequeiro extensivo destas regiões, capazes de possuirem uma boa adaptação aos condicionalismos ambientais destes locais e, assim, apresentarem rendimentos com igual valor económico e social. Simultaneamente, esta área de trabalho abrange a conservação e preservação do ambiente, que são preocupações actuais, às quais, o sector agrícola deve dar a maior importância possível.

2 CEREAIS DE OUTONO-INVERNO NO SUL DE PORTUGAL

Os cereais de Outono-Inverno são espécies anuais pertencentes à subdivisão das Angiospérmicas, à classe das Monocotiledóneas e à família das Gramíneas, cuja designação está indicada no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Cereais de Outono-Inverno.

NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR
Triticum aestivum L.	Trigo mole
Triticum durum L.	Trigo duro
Hordeum vulgare L.	Cevada
Avena sativa L.	Aveia
Secale cereale L.	Centeio
Triticosecale Wittmack	Triticale

Classificá-los de cereais de Outono-Inverno, deve-se ao início do seu ciclo de vida nas regiões portuguesas ocorrer neste período temporal. Nos campos cerealíferos de Portugal, a respectiva sementeira é realizada, geralmente, no Outono, podendo prolongar-se e decorrer, nalgumas ocasiões, no início do Inverno. Esta, é assim, a razão da génese desta classificação.

Como é evidente, as características climáticas das regiões limitam a sementeira ao período referido. Porém, as suas plantas têm crescimento essencialmente de Primavera, manifestando a sua actividade metabólica a partir dos 5 a 6 °C e atingindo a maturação fisiológica no período compreendido entre os meses de Maio a Junho (Bellido, 1991).

Completam o seu ciclo quando começa o período de maior deficiência hídrica (fim da Primavera início do Verão) e, têm sido cultivados, geralmente, em sistemas de sequeiro. A maturação do grão ocorre durante dias longos e quentes, garantindo a secagem do grão e a possibilidade do seu teor de humidade permitir o armazenamento em boas condições de conservação.

Culturas muito representativas na agricultura portuguesa, principalmente a Sul do rio Tejo, ocupam uma extensa área, que na região alentejana pode ter oscilado entre 300000 a 400000 hectares na década de oitenta e início da de noventa do último século. Destes cereais, destaca-se o trigo mole, cuja área de cultivo em Portugal, segundo o Instituto Nacional de Estatística (1993) variou entre 1980 e 1992 de 343473 hectares no ano de 1982 (valor mais alto) a 207308 hectares no ano de 1990 (valor mais baixo). Para esta área, o Alentejo contribuiu com aproximadamente 80% (Instituto Nacional de Estatística, 1993) e a diferença entre anos deveu-se à irregularidade que caracteriza o clima local (mediterrânico), principalmente as chuvas de Outono que fazem oscilar de ano para

ano o tempo disponível para realizar a sementeira, inviabilizando algumas vezes, o trabalho em parte da área potencial.

Nos últimos anos, tem sido notado algum decréscimo na área semeada de cereais, nomeadamente de cevada e de triticale, acompanhando a diminuição até 2003 do valor unitário da ajuda co-financiada. Quanto à cultura do trigo, existiu uma substituição ao nível das espécies, ou seja, do trigo mole pelo trigo duro, devido a esta ter beneficiado de uma subvenção específica. Por exemplo, segundo informação do Instituto Nacional de Intervenção e Garantia Agrícola (INGA), na campanha de 2002/2003 foram declarados cerca de 194058 hectares de *Triticum durum* L., dos quais, a grande proporção estava localizada no Alentejo.

Embora tivesse ocorrido esta mudança nas espécies, a área cultivada de trigo em Portugal no século XXI tem-se mantido aproximadamente nos 200000 hectares, oscilando entre 180000 e 230000 hectares, de acordo com dados obtidos das estatísticas da FAO ("Food and Agriculture Organization of the United Nations").

2.1 ENQUADRAMENTO SOCIOECONÓMICO

As culturas de cereais de Outono-Inverno têm uma acção relevante na região Sul de Portugal, principalmente a do *Triticum aestivum* L. (trigo mole). Desta espécie obtém-se um dos principais alimentos da população portuguesa e pensa-se que a posição de destaque tenha sido alcançada há muitos séculos, embora o conhecimento sobre a introdução do trigo na Península Ibérica seja pouco claro. Sabe-se, no entanto, que pertenceu aos romanos o mérito da generalização e divulgação das técnicas culturais favorecedoras da sua expansão.

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 autosuficiência 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.

Na transição do meio século, 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 agroquímicos, de fertilizantes e da utilização de novas variedades, permitiu intensificar e aumentar a produção de grão destas espécies durante os anos cinquenta do último século (Froud-Williams, 1997).

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).

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, nomedamente 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). Igualmente, a produção animal aparece associada a esta produção vegetal, sendo a complementaridade dos sistemas fundamental para as empresas agrícolas.

No entanto, estas espécies continuam a ter produções unitárias baixas e variáveis em relação aos nossos parceiros comunitários, nomeadamente aos países da Europa Central. Além disso, sofreram nos últimos anos (última década) uma quebra significativa dos preços reais (aproximadamente 50%), em consequência da aproximação aos praticados no mercado comum (diminuição da ajuda co-financiada) e ainda destes aos do mercado mundial. Este condicionalismo implica, necessariamente, a procura de soluções visando, nesta perspectiva, optimizar o rendimento líquido.

Quanto ao conjunto de mudanças verificadas durante os últimos anos na cerealicultura portuguesa, destaca-se a já referida substituição da espécie *Triticum aestivum* L. pela *Triticum durum* L. (trigo duro), devido à política de preços e de ajudas seguida pela Comunidade Económica Europeia, tendo sido atribuída ao trigo duro uma ajuda específica. Este incentivo monetário está associado a uma espécie, em que os países do Norte e do Centro da Europa apresentam limitações nos índices qualitativos para a produção de grão, causadas pelo efeito negativo do excesso de chuvas durante a fase de maturação.

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.

Aliás, segundo Reeves *et al.* (1999), o trigo duro não é largamente cultivado, ocupando nichos especiais no mundo desenvolvido e o melhoramento tem-lhe dedicado menos tempo do que ao trigo mole. No entanto, muitas das recentes variedades semi-anãs

desta espécie, testadas no noroeste do México, apresentaram um aumento produtivo de mais de 20% sobre a anterior geração (Reeves *et al.*, 1999).

Conhecendo a realidade dos sistemas cerealíferos do sequeiro alentejano e o conjunto de factores que estiveram na sua origem, parece ser primordial, o uso de técnicas mais adequadas às políticas actuais, permitindo nos solos mais adaptados a esta utilização, manter e melhorar o equílibrio da economia local.

2.2 CONDICIONANTES DO DESENVOLVIMENTO

As técnicas de produção de cereais de Outono-Inverno, especialmente do trigo, sofreram algumas modificações importantes no início da década de 1960, para as quais contribuiram as investigações efectuadas no Centro da Europa (França, Alemanha e Bélgica) e os trabalhos do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT). Segundo Reeves *et al.* (1999), o aumento do potencial produtivo das cultivares do CIMMYT, ocorreu a partir dos anos sessenta do último século.

Os estudos realizados na Europa Central, permitiram concluir que os sistemas intensivos eram mais favoráveis para o rendimento e rendibilidade que os sistemas racionais e extensivos (Bellido, 1991). No entanto, a variabilidade dos factores abióticos, principalmente o clima e o solo, e outros factores socioeconómicos podem condicionar os resultados. Assim, o processo de racionalização do sistema de produção requer um conhecimento sobre o funcionamento da planta e as causas externas que o determinam, para definir o sistema de cultivo mais adequado.

Carvalho (1987) refere que os factores do ambiente podem afectar a taxa de crescimento e de desenvolvimento do cereal trigo e assim influenciar a sua produção de grão. A temperatura, o comprimento do dia, o teor de humidade do solo, os nutrientes disponíveis, as doenças e as interacções com as plantas nocivas e as pragas, são variáveis ambientais, das quais depende a área verde da cultura (Gillett *et al.*, 1999). Com o aumento da temperatura, verifica-se um crescimento inicial rápido e acelera-se a taxa de desenvolvimento da cultura, mas nas condições mediterrânicas de Portugal a produção de grão tende a diminuir mesmo quando aumenta a taxa de crescimento, devido ao encurtamento do ciclo vegetativo (Carvalho, 1987).

Nas regiões da Europa Central, a água não é, normalmente, um factor limitante na formação do grão e, por isso, o número de grãos tem grande importância no rendimento dos cereais. De acordo com as investigações efectuadas nesses locais, parece que o número de grãos depende mais de um elevado número de espigas do que de um menor número delas com maior quantidade de grãos em cada uma individualmente (Bellido, 1991).

Por sua vez, nas regiões mediterrânicas há défice hídrico na Primavera, durante a fase final do ciclo destas culturas (Carvalho, 1987; 1994; Kerr *et al.*, 1992; Richards *et al.*, 2001), afectando a formação do grão, além de também ocorrer excesso de água no Inverno (Carvalho, 1987; 1994). Segundo Maçãs *et al.* (1998), a carência hídrica e as temperaturas elevadas condicionam a fotossíntese e o transporte de assimilados, por isso, os genótipos de trigo com maior capacidade de translocação dos assimilados de reserva no enchimento do grão podem ser mais eficazes.

Para Martin *et al.* (1987), uma redução da água utilizável do solo provoca uma diminuição da produção, podendo até, afectar o número óptimo de plantas na perspectiva do rendimento. Provavelmente, este recurso limitado é o stress mais comum, que torna os ambientes marginais para a sua produção (Reeves *et al.*, 1999).

Por outro lado, nas condições mediterrânicas em que se cultivam os cereais de Outono-Inverno no Sul de Portugal, há também uma concentração de chuvas no fim do Outono e nos meses de Inverno (Feio, 1991), por vezes, com valores de precipitação mensal bastante superiores à média. Esta ocorrência, associada à má drenagem interna que caracteriza muitos dos solos da região, condiciona o rendimento das culturas e contribui para a irregularidade produtiva de ano para ano.

Perante os condicionalismos referidos, será necessário adaptar o sistema de produção dos cereais, com base numa criteriosa selecção da variedade, no estudo das limitações do solo e do clima, e no conhecimento sobre o emprego dos diversos factores de produção, para maximizar os rendimentos e garantir a maior estabilidade possível, de maneira a optimizar a rendibilidade do sistema.

Assim, a investigação deve ser integrativa, cujo exemplo é dado pelos elementos da seguinte expressão (Reeves *et al.*, 1999): GxExMxP. Esta significa que bons genótipos (G), adapatados ao ambiente (E), sobre maneios adequados (M), produzem resultados apropriados para as pessoas (P).

2.2.1 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

O clima influencia o desenvolvimento e a área foliar das culturas, que interceptam a radiação e assimilam o carbono (Olesen *et al.*, 2000). Este efeito pode ser modificado pelo armazenamento de água útil no solo e/ou pela ocorrência de temperaturas altas ou baixas (Olesen *et al.*, 2000). Nas regiões cerealíferas do Sul de Portugal, a precipitação (quantidade e distribuição) é o principal factor que limita a produção dos cereais (Maçãs *et al.*, 1996) e, segundo Maçãs *et al.* (1994), há um claro desfasamento entre a precipitação e a evaporação, que acompanha a subida da temperatura no início da Primavera.

De facto, a irregularidade tanto da quantidade de precipitação como da sua distribuição durante o ano, é o factor que mais condiciona o desenvolvimento dos cereais na nossa região. No Quadro 2.2, demonstra-se essa grande variabilidade dentro do ano e entre anos, a partir dos valores médios, mínimos e máximos da precipitação caída entre o período de 1966 a 1996 em Évora, que foram compilados através de dados do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

Devido à grande amplitude entre os limites inferior e superior e, entre estes e a média (Quadro 2.2), as culturas ficam sujeitas a condições variáveis de ano para ano, o que lhe prejudica a regularidade produtiva. Anualmente, há uma clara concentração da precipitação nas estações do Outono e do Inverno. Porém, a do início da Primavera (Abril) é muito importante para os cereais, ao garantir-lhes água para os estados vegetativos de pré-ântese e ântese, e início da formação do grão.

Quadro 2.2 - Valores de precipitação média, mínima e máxima, verificados em Évora no período de 1966 a 1996, compilados através de dados do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

MÊS	PRECIPITAÇÃO (mm)		
	MÉDIA	MÍNIMA	MÁXIMA
Janeiro	85,5	0,6	342,2
Fevereiro	83,9	4,3	208,2
Março	50,0	0,0	208,8
Abril	58,7	6,1	174,7
Maio	41,2	0,0	121,2
Junho	27,4	0,0	105,1
Julho	8,3	0,0	72,9
Agosto	3,8	0,0	25,2
Setembro	26,3	0,6	73,6
Outubro	73,0	1,8	216,6
Novembro	74,5	3,6	226,5
Dezembro	79,9	4,1	238,6
Total ano	612,6	367,9	1064,1

Face a estes condicionalismos característicos de ambientes tipicamente mediterrâneos, a maximização do rendimento obtido com a cultura, parece depender, em parte, do uso eficiente da precipitação caída durante a estação de crescimento (Kerr *et al.*, 1992).

Quanto à temperatura, o seu aumento nos estados iniciais não traz benefícios ao desenvolvimento da cultura, ao contrário das regiões do Norte da Europa, onde pode ter um efeito positivo na produção, beneficiando o seu estabelecimento, conforme referem Olesen *et al.* (2000) para o trigo de Inverno.

Deste modo, as plantas que crescem sob temperaturas de 5 °C têm pequenas folhas, menos estomas e um sistema radical mais desenvolvido, relativamente às que estão sujeitas a valores de 25 °C (Equiza e Tognetti, 2002).

A partir do maior desenvolvimento radical efectivo promovido pelas temperaturas baixas durante o crescimento vegetativo (Equiza e Tognetti, 2002), as plantas de trigo podem aproveitar melhor o recurso solo, principalmente, a água utilizável nos estados que ocorrem na Primavera, onde o stress hídrico caracteriza, em geral, os sistemas de sequeiro praticados nas regiões como a alentejana.

Por sua vez, as temperaturas elevadas, quando causam stress térmico e condicionam o bom desenvolvimento da cultura, afectam-lhe, segundo Wardlaw *et al.* (1989a; 1989b), a produção potencial, devido a limitarem-lhe as respectivas componentes, sobretudo o enchimento do grão.

Quando as temperaturas elevadas ocorrem entre a emergência da inflorescência e a ântese, estas também podem, segundo Calderini *et al.* (1999a; 1999b), reduzir significativamente o peso médio do grão de trigo. Embora seja um valor menos variável do que o número de grãos por metro quadrado, é igualmente uma fonte importante de variação do rendimento da cultura (Calderini *et al.*, 1999a). Mas, os períodos curtos de temperaturas elevadas imediatamente antes da ântese, segundo Calderini *et al.* (1999b), têm um efeito similar aos ocorridos durante o enchimento do grão.

Estas temperaturas altas aceleram a senescência das folhas de trigo durante o período crítico de formação do grão e a perda de viabilidade das folhas provoca um decréscimo da produção de grão e da resposta aos factores de produção (Benbella e Paulsen, 1998a). De acordo com Benbella e Paulsen (1998a), até os acréscimos de temperatura acima de 20° C já prejudicam a clorofila.

Através do conhecimento e uso de germoplasma com capacidade de utilizar assimilados de reserva para o enchimento do grão (Dias *et al.*, 1998), garantir-se-á melhor adaptação a estes ambientes. Além deste efeito negativo das temperaturas altas, sobretudo na fase de formação do grão (Dias *et al.*, 1998; Maçãs *et al.*, 1996), pode também haver, nas condições mediterrânicas, o impacto de temperaturas baixas na ântese (Maçãs *et al.* 1996), que afectam a fase reprodutiva e causam danos ao rendimento dos cereais. Por vezes, há mesmo o risco de geadas tardias, já em plena Primavera, com as plantas nos estados críticos da floração ou anteriores, como o espigamento (Maçãs *et al.*, 1994), que lhes condicionam o potencial produtivo.

2.2.2 CONDIÇÕES EDÁFICAS

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).

Por outro lado, como a queda da precipitação ocorre frequentemente de forma mais ou menos concentrada (Feio, 1991; Richards *et al.*, 2001), havendo também longos períodos de secura, durante os quais, parece ser fundamental nas regiões mediterrânicas, contrariar a evaporação da água do solo (Richards *et al.*, 2001) e o consequente défice. Através desta possibilidade, assegura-se uma maior disponibilidade deste recurso no solo para as diferentes fases do crescimento e, quando as carências são mais acentuadas.

O défice de água no solo afectará a fotossíntese liquída das plantas de trigo (Iqbal e Wright, 1998). De acordo com Carvalho (1987), o efeito da deficiência hídrica na taxa de fotossíntese é variável com a idade e o orgão da planta, e com a variedade, podendo as diminuições desta taxa serem parcialmente compensadas por aumentos da translocação.

Devido ao encharcamento do solo, também é afectada a absorção de nutrientes, sobretudo o azoto (Carvalho, 1987). Contudo, em muitos solos destinados aos cereais, há outros efeitos muito prejudiciais como a reacção ácida e um baixo teor de matéria orgância. Daí resultam problemas, como a indisponibilidade de alguns macronutrientes (fósforo) e o excesso de micronutrientes (manganês e alumínio) que podem ser tóxicos, apresentando a capacidade de troca catiónica igualmente valores baixos. Este conjunto de características interfere na produção destas culturas.

2.3 A CULTURA DO TRIGO

Geneticamente há uma característica que unifica todas as espécies do género *Triticum* (trigo), que é o número de 14 cromossomas ou múltiplo de 14 e, as mais importantes são (Bellido, 1991):

- trigo duro (*Triticum durum* L.) que é tetraploide (2n=28);
- trigo mole (*Triticum aestivum* L.) que é hexaploide (2n = 42).

Embora seja difícil conhecer com precisão a origem das formas cultivadas nos nossos dias, parece que umas das primeiras áreas de expansão foi a bacia mediterrânea. Na Península Ibérica, o seu cultivo expandiu-se a partir de 4000 anos antes de Cristo (Bellido, 1991). Os hexaploides têm sido muito cultivados, encontrando-se entre as espécies que ocupam maior área, beneficiando da sua adaptação a diferentes regiões agroclimáticas (Ferrara *et al.*, 1997). Além desta adaptabilidade, são caracterizados por um potencial genético de produção mais elevado e o seu grão é utilizado na panificação.

Esta cultura está adaptada a diversas regiões em todo o mundo (Varughese, 1994; Bellido, 1991), sendo cultivada, predominantemente, entre os 30° e os 60° de latitude Norte

e os 25° e os 40° de latitude Sul, encontrando-se a área de produção mais importante na zona temperada do hemisfério Norte (Bellido, 1991).

Perante a diversidade de regiões, encontra-se a cultura do trigo em zonas com precipitação média anual entre 200 e 1750 mm, mas a maior superfície corresponde ao intervalo de 375 a 875 mm (Bellido, 1991). Relativamente às temperaturas, poder-se-á classificar de estação fria, tendo 3-4 °C como mínimas de crescimento. Todavia, a temperatura óptima de crescimento é aproximadamente 25 °C e as máximas de 30-32 °C (Bellido, 1991).

Em síntese, é uma espécie bastante dispersa, devido à grande capacidade de adaptação a climas secos, a qual parece estar relacionada com a própria origem, embora o crescimento seja favorecido nos climas húmidos mas com períodos quentes e secos durante a maturação do grão. Por outro lado, apresenta algumas dificuldades na adaptação a regiões caracterizadas pela permanência de temperaturas elevadas.

Quantos aos solos, prefere os de textura média a fina mas bem estruturados, para permitirem uma boa drenagem. Assim, os argilo-limosos ou argilosos com bom teor de cálcio favorecem o seu rendimento (Bellido, 1991).

Nos anos sessenta do século XX ocorreu a "Revolução Verde", que teve grande impacto na segurança alimentar do mundo em vias de desenvolvimento, para a qual contribuiram as modernas variedades de trigo semi-anãs de grande produtividade, utilizadas a partir dessa época (Bellido, 1991; Pingali e Rajaram, 1997). A selecção para a redução da altura das plantas e melhor adaptação ao ambiente tem exercido um grande impacto no melhoramento das modernas cultivares, principalmente após essa revolução (Reynolds *et al.*, 2001). Além disso, diversos níveis de incentivos à produção foram criados nas décadas de setenta e oitenta, sobretudo a protecção dos preços e a atribuição de subsídios (Pingali e Rajaram, 1997).

Em muitos dos países desenvolvidos e também na Comunidade Económica Europeia, começou uma inversão desta política nos últimos anos, sendo removido este proteccionismo da produção de trigo. Mas, segundo Pingali e Rajaram (1997), a procura mundial esperada em 2020 é mais 40% do que o consumo actual, enquanto a disponibilidade dos recursos poderá ser significativamente inferior, criando esta situação um desafio para o futuro.

Assim, um aumento de produtividade será necessário, tanto em ambientes de elevado como de baixo potencial produtivo, para satisfazer as necessidades alimentares das populações (Pingali e Rajaram, 1997), assegurando simultaneamente a viabilidade económica e o equilíbrio ambiental.

Enquanto o germoplasma continua a ser um material precioso para a estratégia de aumento do rendimento da cultura do trigo, o melhoramento e o maneio dos recursos, têm

uma acção importante para a produtividade na perspectiva da sustentabilidade (Pingali e Rajaram, 1997).

2.3.1 TÉCNICAS CULTURAIS

Nos anos sessenta do último século, ocorreu em Portugal, igualmente, uma profunda transformação das técnicas usadas nas culturas de cereais e, particularmente do trigo. Fundamental nesta mudança foi o contributo dos meios utilizados, nomeadamente o tractor agrícola e diversos equipamentos que este puxa ou acciona, assim como, a ceifeira debulhadora automotriz.

Actualmente, diversas técnicas são empregues na cultura do trigo. Desde a maior ou menor intensidade da mobilização do solo, fertilização, sementeira e respectiva densidade (Bellido, 1991). Há ainda, outras como a monda química, e outros tratamentos fitossanitários contra doenças e pragas, e a colheita.

Neste trabalho, faz-se uma abordagem à data de sementeira, à preparação da cama da semente e à monda, devido a serem técnicas relacionadas com o seu objectivo. Quaisquer destes assuntos estão tratados de forma resumida, uma vez que no quarto capítulo apresentam-se estas técnicas na perspectiva do maneio da infestação da cultura.

2.3.1.1 DATA DE SEMENTEIRA

A escolha da data de sementeira de cereais cultivados no período de Outono--Inverno depende das condições climáticas da região e da precocidade da variedade (Bellido, 1991). Ela será tanto mais antecipada quanto maior for a latitude ou altitude do lugar (zonas frias). Na região mediterrânica, a época decorre desde Outubro a Dezembro e a sua escolha deve ser adequada, a fim de aproveitar os condicionalismos ambientais mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas.

Sobre condições edafo-climáticas da Europa Ocidental (Norte e Centro da Europa), as sementeiras realizadas no final do Verão (Setembro) e início do Outono (primeira quinzena de Outubro), principalmente entre o último decêndio de Setembro e o primeiro de Outubro, parecem ter vantagens, devido à elevada taxa de germinação, grande capacidade de afilhamento e alta produção potencial (Ghaffari *et al.*, 2001).

Miralles *et al.* (2001), constataram que a data de sementeira do trigo afectou o desenvolvimento desta espécie. O seu atraso prejudicou significativamente o número final de folhas. Além do número de folhas, é muito importante a sua longevidade e esta diminui

com o stress ambiental, exercendo uma acção directa no rendimento da cultura (Benbella e Paulsen, 1998b).

Assim, ao encurtar o ciclo vegetativo através do avanço da data de sementeira pode-se acelerar o processo de senescência das folhas, afectando o desenvolvimento das plantas e reduzindo-lhes a capacidade produtiva (Benbella e Paulsen, 1998b).

Por outro lado, a antecipação da sementeira para permitir uma senescência mais lenta, também pode causar prejuízos. Por exemplo, quando a precipitação abundante garante um grande crescimento inicial das plantas e, posteriormente, é insuficiente para manter toda a área fotossinteticamente activa, principalmente nas fases reprodutiva e de maturação (Benbella e Paulsen, 1998b).

A partir de observações realizadas, Miralles *et al.* (2001) verificaram que o período em dias grau de crescimento desde a sementeira à emergência foi de aproximadamente 130 °C, não apresentando diferenças entre datas.

Contudo, datas diferentes influenciam a acumulação de dias grau de crescimento para iniciar a formação dos órgãos de reprodução, como as espiguetas e os primórdios das flores (Li *et al.*, 2001). Aliás, Miralles *et al.* (2001), observaram que ao prolongarem a duração do alongamento do caule no trigo, havia maior produção de flores férteis por espigueta. Varia igualmente a duração da formação da flor (Li *et al.*, 2001), e também é condicionada a formação do grão, devido à possibilidade dela ocorrer com temperaturas elevadas (Calderini *et al.*, 1999a).

O período de sementeira faz-se, assim, sentir no peso potencial do grão, devido à ocorrência de mudanças ambientais nos estados de pré-ântese e da formação do grão, afectando a taxa e a duração de enchimento do grão de trigo (Calderini *et al.*, 1999b). Obviamente, a data óptima é um compromisso entre o teor de humidade do solo, o período de maturação das sementes e as condições climáticas (Benbella e Paulsen, 1998b).

Segundo Bellido (1991), o período óptimo é o que proporciona um desenvolvimento às plantas de trigo para que o seu estado de 3 a 5 folhas decorra com o máximo de frio. Ao antecipar a data de sementeira, as plantas podem apresentar um grande desenvolvimento quando as temperaturas são mais baixas, ficando mais sujeitas à acama e, em consequência, é prejudicada a formação de caules. Mas, o atraso excessivo dificultará os primeiros estados vegetativos (germinação e emergência), ou seja, o nascimento adequado da população. Além deste problema relacionado com épocas tardias, deve-se também considerar a probabilidade do défice hídrico no solo e dos golpes de calor e dos ventos quentes na Primavera.

Ao atrasar a sementeira do trigo, podem-se afectar componentes da produção, como o número de inflorescências por unidade de área (Donaldson *et al.*, 2001; Kerr *et al.*, 1992), e a consequente produção de grão (Coventry *et al.*, 1993; Donaldson *et al.*, 2001; Kerr *et al.*, 1992). Além destes parâmetros, o seu efeito parece prejudicar, igualmente, a

quantidade de palha produzida por hectare (Donaldson *et al.*, 2001; Kerr *et al.*, 1992). No entanto, o efeito negativo no rendimento, depende dos limites usados nas épocas e, pode caracterizar, fundamentalmente, as que são bastante tardias.

Todavia, alguns mecanismos de compensação permitem diminuir as diferenças entre datas. Por exemplo, Spink *et al.* (2000) referem que o decréscimo da taxa de afilhamento causado pelas sementeiras tardias, pode ser compensado por um acréscimo da densidade populacional, permitindo este, estabelecer o equilíbrio adequado do número de espigas por unidade de área.

Por outro lado, ao esperar por um período mais avançado no tempo para realizar a sementeira, poder-se-á garantir um teor de humidade do solo mais favorável para semear a cultura e, simultanemente, controlar uma grande proporção da infestação potencial na preparação da cama da semente (Calado *et al.*, 2002; Carvalho, 1994; Kerr *et al.*, 1992). Contudo, o início irregular das chuvas durante o Outono condiciona esta época, principalmente, a que poderá ser mais adequada (Carvalho, 1994).

A data de sementeira afecta assim as taxas de crescimento e desenvolvimento da cultura, devido à deslocação no tempo do seu modo de vida, por isso, segundo Connor *et al.* (1992), determina a duração dos estados das fases vegetativa e reprodutiva. Porém, a sua influência parece depender da sequência de condições ambientais ocorridas durante o ciclo da cultura e da variedade (Carvalho, 1987).

Em suma, o período mais favorável para a sementeira de uma determinada cultivar em qualquer local, pode ser definido, como o que proporciona à planta adequada acumulação de biomassa e apropriado número de grãos (Kerr *et al.*, 1992). Deve ainda, evitar a redução da população potencial devido às geadas, às doenças foliares e ao stress hídrico, durante o intervalo crítico, que decorre desde a floração até à formação e enchimento do grão (Kerr *et al.*, 1992). Simultaneamente, pode contribuir para facilitar o uso de algumas técnicas culturais mais adequadas à sustentabilidade dos sistemas.

Aliás, devido às mudanças na condução da cultura, pode ser necessária maior flexibilidade na data de sementeira, adaptando-a a diferentes práticas agronómicas (Coventry *et al.*, 1993), que procuram garantir ganhos ao nível económico e/ou ambiental.

2.3.1.2 PREPARAÇÃO DO SOLO PARA A SEMENTEIRA

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. Todavia, 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).

Os estados da 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.

De acordo com Nasr e Selles (1995), o número de plantas de trigo emergidas num solo com horizonte Ap franco-limoso aumenta, geralmente, com a diminuição do tamanho das partículas compostas (agregados) e da densidade aparente. Perante estas condições, a rapidez de emergência também é maior. Porém, o efeito do tamanho dos agregados é insignificante em solos com a camada superficial compactada.

Por outro lado, o teor de humidade do solo e a sua textura podem influenciar a resistência à penetração e assim, condicionar o desenvolvimento do coleóptilo de uma plântula, afectando a sua emergência.

Quanto à mobilização do solo realizada abaixo do local onde fica a semente, Finlay *et al.* (1994) verificaram que não afectou muito a germinação das sementes de trigo, porque quando se iniciou o processo havia um teor de humidade adequado. Porém, quando as raízes das plântulas encontraram severas condições físicas no solo, nomeadamente a dureza, saturação e/ou secura, foi restringida a emergência, tendo sido estas características observadas, principalmente, em solo não mobilizado.

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.

Nos sistemas tradicionais, empregam-se na preparação da cama da semente alfaias de descompactação (escarificadores) e/ou alfaias 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).

Devido aos inconvenientes referidos, parecem existir soluções para simplificar os trabalhos desde a mobilização primária até às mobilizações superficiais praticadas com o objectivo de preparar a cama da semente.

Assim, tem a investigação procurado sistemas alternativos para minimizar estes inconvenientes. Uma das inovações tem passado pelos equipamentos combinados, que mobilizam o solo a maior ou menor profundidade e têm incorporado um semeador, por isso, permitem diminuir o número de passagens, mas requerem grande potência do tractor. No entanto, a maior simplificação tem sido alcançada com a mobilização nula ou sementeira directa, que consiste em realizar a sementeira em solos não mobilizados através

da abertura de sulcos e enterramento da semente por orgãos do próprio semeador, sendo necessário um controlo prévio das plantas infestantes através da aplicação de um herbicida em pré-sementeira com acção total e não residual. Apesar desta operação cultural, a realização da sementeira directa apresenta algumas vantagens, das quais destacamos as seguintes:

- diminuição do número de passagens sobre o terreno e da consequente compactação;
- preservação e conservação da estrutura da camada superficial do solo, minimizando os riscos de erosão e permitindo também a cobertura da superfície do solo com resíduos vegetais, que asseguram a retenção da humidade e evitam as oscilações de temperatura;
- maior transitabilidade;
- redução do tempo utilizado nas operações de preparação da cama da semente e sementeira, ou seja, aumento do tempo disponível para a sementeira, uma vez que a aplicação do herbicida de pré-sementeira é a única operação antes de semear a cultura;
- decréscimo dos custos.

Qualquer sistema deve evitar a deterioração 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, 1991). Além disso, é fundamental procurar condições para optimizar a emergência das plântulas, particularmente em sistemas onde há redução das mobilizações, como os de sementeira directa (Tessier *et al.*, 1991).

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 (Calado *et al.*, 2002; Carvalho, 1994; Forcella *et al.*, 1993).

2.3.1.3 CONTROLO DAS INFESTANTES

A eliminação ou monda das ervas daninhas que reduzem o rendimento das culturas, sempre tem sido um trabalho essencial das técnicas culturais (Bellido, 1991). Antigamente, sem a disponibilidade dos meios actuais, eram arrancadas das searas manualmente ou com a ajuda de um sacho, podendo-se repetir no tempo de acordo com as necessidades.

Outras possibilidades surgiram com o desenvolvimento da mecanização, como a possibilidade de efectuar sementeiras em linhas e maior capacidade de trabalho. Além

disso, a descoberta de produtos químicos fitotóxicos (herbicidas), permitiu o uso de um novo meio de controlo dessas ervas das searas. Paralelamente, foram melhorados os equipamentos de aplicação de herbicidas, os quais equiparam até meios aéreos (aviões e helicópteros usados na agricultura), o que garantiu aplicações em grandes extensões mesmo perante um limitado tempo disponível.

Toda esta sucessão da modernização de métodos empregues na eliminação das plantas nocivas dos cereais e, particularmente do trigo, ocorreu na segunda metade do século XX. Simultaneamente, a indústria química acompanhou esta melhoria de equipamentos, fornecendo à agricultura substâncias activas com efeito herbicida mais eficazes para um maior número de espécies e com a possibilidade de actuar nas plantas indesejadas em diversas épocas.

Para Bellido (1991), os herbicidas começaram a eliminar mais rapidamente e com menor custo relativamente à sacha manual ou mecânica as "más" ervas das searas, sobretudo em grandes superfícies. Contribuiram assim, para a intensificação verificada nestas culturas e até para a expansão do sistema de monocultura.

Porém, as rotações de culturas (meios culturais) têm sido utilizadas ao longo dos anos e são preciosos auxiliares para a eliminação das ervas prejudiciais dos campos cerealíferos. Isto, porque permitem a utilização do espaço de forma diversificada, cultivando espécies com características morfológicas diferentes e variando também o uso de técnicas culturais. Por exemplo, combatendo 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.

2.3.2 CICLO VEGETATIVO

O desenvolvimento da cultura, ainda que seja um processo contínuo, caracteriza-se por um ciclo vegetativo, que pode ser dividido em três grandes fases (Bellido, 1991; Slafer e Whitechurch, 2001):

- fase vegetativa ou de formação de folhas, que decorre desde a germinação até ao afilhamento;
- fase de reprodução e de formação de caules, que vai desde o encanamento, ou seja, desde o início dos primórdios florais (formação da espiga e das respectivas espiguetas) até à ântese;
- fase de formação e maturação do grão, que começa na fecundação e termina na maturação da semente, correspondendo ao período de desenvolvimento do grão.

Recorrendo a uma escala de grandes estados, a fase vegetativa compreende a germinação, a emergência e o afilhamento. A reprodutiva inclui o encanamento, o

emborrachamento, o aparecimento da inflorescência (espiga) e a ântese. Finalmente, a fase de maturação corresponde à formação do grão, passando este, pelos estados leitoso, pastoso e maturação. A mudança do desenvolvimento vegetativo para o reprodutivo, marca a maior transição na vida das plantas.

Slafer e Whitechurch (2001), indicam a emergência das plântulas, a iniciação floral, a iniciação da espigueta terminal e a ântese, como marcos específicos desde a sementeira à maturação, e consideram, que são os mais importantes no desenvolvimento do trigo. Obviamente, estes estados de desenvolvimento dependem dos anteriores e condicionam os seguintes.

Geralmente, o aparecimento da inflorescência ou espigamento no trigo é registado em estudos sobre genótipos, devido à facilidade da observação macroscópica deste estado e da aproximação temporal à ântese. A redução ou alargamento do tempo necessário até ao espigamento pode depender das fases vegetativa e reprodutiva tanto inicial como final (Gonzalez *et al.*, 2002).

Por sua vez, o período de floração tem sido uma das características com maior impacto no melhoramento do rendimento do trigo, porque a sua manipulação genética tem procurado ajustar a duração do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo relativamente à água disponível ao frio e às exigências de evaporação (Richards *et al.*, 2001).

Aliás, todo o processo de desenvolvimento da flor do trigo deve decorrer com o menor stress ambiental possível e pode ser descrito, segundo Li *et al.* (2001), em três fases: iniciação; degeneração, e aborto. A fase inicial decorre desde o início até ao fim da formação da flor, enquanto a fase intermédia coincide com o estado tétrada do desenvolvimento da flor e finalmente a última irá desde a maturação do polén até ao aparecimento do grão (Li *et al.*, 2001).

Em síntese, o período de floração pode maximizar a produção, desde que ocorra suficientemente tarde para evitar riscos de geadas e tão cedo quanto possível de forma a decorrer a formação e o enchimento do grão antes de elevadas evapotranspirações e acentuado défice de água no solo, que caracteriza o início do Verão em algumas regiões (Connor *et al.*, 1992). Nestas, incluem-se as do Sul de Portugal, onde as limitações referidas ocorrem mesmo durante a Primavera.

O crescimento dentro de um determinado intervalo de tempo depende largamente da fotossíntese, considerando que a distribuição dos assimilados por diferentes orgãos é controlada pelo estado de desenvolvimento das plantas da cultura (Wang e Engel, 1998).

Para quantificar o desenvolvimento fisiológico em dias, utiliza-se o período de tempo, durante o qual, as plantas de trigo completam os processos de desenvolvimento desde a emergência à maturação sobre óptimas condições de ambiente (Wang e Engel, 1998).

Na determinação do fim do ciclo ou maturação fisiológica do trigo (último estado), usa-se às vezes, um método indirecto, que consiste na observação da perda completa da cor verde do pedúnculo ou da última folha (folha bandeira). Mas, segundo Calderini *et al.* (2000), há sempre o inconveniente desta verificação depender de uma característica qualitativa. Assim, Calderini *et al.* (2000), estimaram que este estado no trigo é alcançado com uma concentração de 37% de água no grão.

Toda esta sequência dos estados e das fases do ciclo vegetativo é influenciada pelo ambiente onde crescem as plantas. A duração e a respectiva evolução do desenvolvimento, variam com as condições do habitat, sobretudo as climáticas. Destas, destacam-se as temperaturas do ar e o comprimento do dia (período de luz), que são determinantes na adaptação dos genótipos de trigo a diferentes locais e, em consequência disso, forma-se a resposta produtiva da cultura.

2.3.2.1 INFLUÊNCIA DE FACTORES AMBIENTAIS

A duração de cada fase de desenvolvimento e do ciclo da cultura é determinada pela interacção entre factores genéticos e ambientais. As respostas dos diferentes genótipos a estes factores, determinam a adaptação da cultura do trigo a um intervalo de condições. Uma característica importante da adaptabilidade reside na capacidade de percepção da estação, portanto, o seu desenvolvimento é acelerado ou atrasado, dependendo das condições ambientais (Slafer e Whitechurch, 2001).

Idealmente, o agricultor necessita de variedades com um ciclo de vida adaptado à data de sementeira e ao local (Kirby *et al.*, 1999). Por isso, o melhoramento genético tem procurado ajustar o período da floração à duração das fases vegetativa e reprodutiva relativamente à água, à temperatura e à evapotranspiração (Richards *et al.*, 2001). Mas, a duração do ciclo e as condições térmicas (da sementeira até ao espigamento), são afectadas pela época de sementeira e pelo local (Kirby *et al.*, 1999), determinando também, o fotoperíodo a que as plantas estão expostas (Ballaré e Casal, 2000).

A temperatura e o fotoperíodo são dois dos principais factores que afectam a taxa de desenvolvimento da cultura de trigo (Slafer e Whitechurch, 2001; Wang e Engel, 1998), influenciando o desenvolvimento das folhas das plantas (Wang e Engel, 1998). Através de uma combinação óptima entre estes factores, pode ser minimizado o número de dias necessário para um genótipo completar um determinado desenvolvimento fisiológico (Wang e Engel, 1998).

Com a manipulação dos genes que regulam a vernalização e o período de luz, podem-se optimizar o tempo e a duração da floração, e do enchimento do grão. Desta

maneira, influencia-se o desenvolvimento das plantas de trigo e, eventualmente, a produção (Reeves *et al.*, 1999).

Conhecendo o controlo genético da floração, expresso pelas necessidades de vernalização e resposta ao fotoperíodo, melhora-se a informação sobre as exigências da adaptação regional (Ferrara *et al.*, 1997). Evidente que tanto o frio como o comprimento do dia, podem afectar o tempo de floração.

Relativamente ao estímulo da vernalização pode ser percebido pelas sementes embebidas no solo (após a sementeira e antes da emergência das plântulas), pelas plantas no estado vegetativo e mesmo pelos grãos na planta progenitora, quando esta, esteve sujeita a temperaturas baixas durante a fase de formação e maturação desses grãos (Slafer e Whitechurch, 2001).

Contudo, o seu efeito é fundamental na fase vegetativa dos genótipos com forte resposta às temperaturas baixas (Gonzalez *et al.*, 2002), uma vez que estas são requeridas pelas plantas antes de começar a formação das espiguetas e os valores aproximados a zero parecem ser óptimos (Wang e Engel, 1998).

De acordo com a experimentação efectuada em alguns trabalhos (Gonzalez *et al.*, 2002; Miralles *et al.*, 2001; Wang e Engel, 1998), as plantas de trigo apresentaram grande sensibilidade ao fotoperíodo tanto na fase vegetativa como reprodutiva. Por esta razão, os dias curtos (menor fotoperíodo) podem atrasar a floração (Miralles *et al.*, 2001).

Embora o comprimento da fase reprodutiva seja sensível ao período de luz, a resposta a este factor ambiental pode ser modificada pelo nível de satisfação da vernalização necessária (Gonzalez *et al.*, 2002). A diferente sensibilidade ao fotoperíodo e ao frio (vernalização) pode permitir a adaptação de variedades a um largo intervalo de latitudes e a hábitos de crescimento desiguais (Reynolds *et al.*, 2001).

Portanto, o trigo pode-se adaptar a diferentes ambientes, beneficiando de ser polifilético (Iwaki *et al.*, 2001). Agronomicamente, os seus genótipos são divididos em grupos diferentes quanto às exigências climáticas. Uns apresentam hábitos de crescimento de Inverno, outros de Primavera e entre estes dois grupos, encontram-se os tipos alternativos, facultativos e semi-Inverno. Estes, também são designados de mediterrâneos por Slafer e Whitechurch (2001) e caracterizados por parcial sensibilidade à vernalização e fotossensibilidade.

2.3.2.2 HÁBITOS DE CRESCIMENTO DE INVERNO

Para Iwaki *et al.* (2001), a variação geográfica dos hábitos de crescimento do trigo está relacionada com as temperaturas do Inverno, sobretudo o frio desta estação. Em

resposta a prolongadas exposições a temperaturas baixas há promoção da floração, que é útil na adaptação das plantas caracterizadas por este estado decorrer na Primavera.

Trigos de Inverno encontram-se em regiões temperadas com Invernos frios e rigorosos (Slafer e Whitechurch, 2001). A sementeira no Outono permite um longo período de crescimento até ao início da ântese, produzindo bastante biomassa (Slafer e Whitechurch, 2001). A percepção da estação será independente do comprimento do dia (Slafer e Whitechurch, 2001).

Portanto, nas variedades de trigo de Inverno parece ser a vernalização, o factor que afecta a duração do ciclo de vida, desde a sementeira até à fase reprodutiva (Kirby *et al.*, 1999; Slafer e Whitechurch, 2001), ou seja, condiciona o aparecimento e desenvolvimento dos primórdios florais ("double ridge"). No entanto, o tempo que decorre desde o estado germinativo até ao início do desenvolvimento das estruturas florais é muito variável, porque há diferenças de variedades em resposta à vernalização e na força da vernalização do ambiente devido à data de sementeira, ao local e à estação (Kirby *et al.*, 1999).

Percebem então o período de temperaturas baixas e aceleram o desenvolvimento, por serem sensíveis à vernalização (Slafer e Whitechurch, 2001). A acção desta é muito importante e até previne a iniciação antecipada da inflorescência, quando os valores das temperaturas e consequentemente do fotoperíodo são similares aos da Primavera (Slafer e Whitechurch, 2001). Ao associar estas características ao período de sementeira, permite efectuá-la, caso haja necessidade e seja possível, mais cedo do que é recomendado (Coventry *et al.*, 1993).

De acordo com as verificações efectuadas por Gonzalez *et al.* (2002), em cultivares de ciclo longo com forte resposta à vernalização, mas que não foram vernalizadas, aumentou a duração da fase reprodutiva e decresceu a taxa de iniciação de espiguetas expressa em tempo térmico (temperatura base de 0 °C). Muitas espigas nem sequer emergiram, quando as plantas não foram satisfeitas com as necessárias temperaturas baixas.

Os genótipos com estes hábitos de crescimento têm dificuldade em completar o seu ciclo de forma natural no Sul de Portugal, devido tanto ao déficie de humidade no solo durante a fase reprodutiva como à falta de frio no Inverno, que limita a formação das estruturas florais das plantas.

2.3.2.3 HÁBITOS DE CRESCIMENTO DE PRIMAVERA

Muitas plantas de trigo em regiões frias podem não sobreviver no Inverno e a cultura deixa de ter condições para produzir razoavelmente, sendo, em geral, semeada na Primavera (Slafer e Whitechurch, 2001).

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Os trigos com hábitos de crescimento de Primavera, caracterizam-se pela capacidade de perceberem sinais ambientais de quando se aproxima e avança esta estação do ano e, em conformidade, é acelerada a taxa do seu desenvolvimento (Slafer e Whitechurch, 2001). O comprimento do dia (ou noite) é o factor ambiental de que eles têm melhor percepção, aumentando invariavelmente desde o início do Inverno até ao princípio do Verão (Slafer e Whitechurch, 2001). A sensibilidade ao fotoperíodo pode então ajudar a atrasar a ântese em sementeiras antecipadas ou a acelerar o crescimento em sementeiras tardias (Slafer e Whitechurch, 2001).

Apresentam assim, ciclo curto com poucas exigências de frio, apesar de alguns genótipos preferirem um pequeno período de frio. Deste modo, podem ser insensíveis ou apenas parcialmente sensíveis à vernalização.

Relativamente ao germoplasma com hábito de crescimento de Primavera, Richards (1992) verificou que em condições de secura progressivamente mais intensas na proximidade da maturação, havia um melhor comportamento na produção de grão dos genótipos com alturas intermédias de 70 a 100 cm. Relembra-se, que o melhoramento de trigo de porte baixo (semi-anão) conseguiu ganhos de produtividade durante a segunda metade do século XX (Varughese, 1994).

Por sua vez, Connor *et al.* (1992), constataram que nos trigos com estes hábitos de crescimento, pode ser obtida maior estabilidade da produção relativamente a cultivares do tipo de Inverno, quando a sementeira é realizada em datas diferentes dentro de um período de dois meses.

Neste tipo, há germoplasma insensível ao fotoperíodo e sem exigências de vernalização, o que lhe permite adaptar-se a variados ambientes. Aliás, nos campos cerealíferos portugueses foram dominantes até finais de 1980, beneficiando também do excelente trabalho realizado no CYMMIT e na Estação Nacional de Melhoramento de Plantas. Contudo, nesse período entraram alguns genótipos alternativos provenientes da Europa Central, que possibilitaram o alargamento da época de sementeira e ganharam alguma importância na área destinada à cultura.

2.3.2.4 HÁBITOS DE CRESCIMENTO ALTERNATIVO

Quando os genótipos apresentam parcial sensibilidade à vernalização, são designados, segundo Carvalho (1994) e Maçãs *et al.* (1994), de alternativos e facultativos, mas Slafer e Whitechurch (2001), denominam-os de tipos intermédios, semi-Inverno ou mediterrâneos.

Relativamente aos trigos de Inverno e de Primavera, a designação de alternativos está associada aos seus hábitos de crescimento se situarem entre os outros dois. Isto reflecte

a entrada de ambos (trigos de Inverno e de Primavera) em cruzamentos realizados para a obtenção destes genótipos.

Os trigos com hábitos de crescimento alternativo encontram-se nas regiões temperadas com Invernos suaves (Austrália, Argentina e algumas zonas mediterrânicas), onde podem ser semeados desde o Outono até ao Inverno (Slafer e Whitechurch, 2001).

Assim, as suas plantas crescem durante o Inverno e podem apresentar alguma sensibilidade ao fotoperíodo ou necessidade moderada de vernalização (Carvalho, 1994; Maçãs *et al.*, 1994; Slafer e Whitechurch, 2001). Deste modo, garantem que a floração ocorra após um período com poucos ou nenhuns riscos de geada (Slafer e Whitechurch, 2001).

Estes hábitos de crescimento parecem ser importantes para a região do Alentejo, oferecendo maior amplitude para a época de sementeira do trigo (Maçãs *et al.*, 1994) e, sobretudo, pela possibilidade de se encontrar maior flexibilidade em alguns destes genótipos (Carvalho, 1994). Esta é fundamental, perante a irregularidade e variabilidade ambiental, de modo a melhorar a adaptabilidade do trigo e obter maior regularidade no seu desenvolvimento e na consequente produção.

2.3.2.5 FLEXIBILIDADE NO CRESCIMENTO

Segundo Martínez-Ghersa *et al.* (2000a), nos ambientes mais estáveis podem-se utilizar fenótipos menos flexíveis, ou seja, apresentam pequena variação quando crescem em meios pouco variáveis. Em ambientes com condições irregulares, sobretudo climáticas, requerem-se fenótipos flexíveis, porque têm um comportamento que lhes garante melhor adaptabilidade. Parte desta, depende das diferentes exigências ao nível da vernalização e do fotoperíodo, e da sua interacção (Ferrara *et al.*, 1997).

Relembra-se que no Sul de Portugal se deve considerar a irregularidade do começo das chuvas no Outono, afectando a data óptima de sementeira; a errática distribuição da precipitação durante o Inverno e a Primavera, que afecta as fases vegetativa, reprodutiva e de formação do grão; o perigo de geadas tardias que causam prejuízos, principalmente quando há espigamentos precoces e, a ocorrência de temperaturas elevadas na Primavera que provocam stress térmico, além do hídrico, durante o enchimento do grão (Carvalho, 1994).

Flexibilidade é assim, de extrema importância para conseguir um melhor ajustamento às limitações mencionadas. Carvalho (1994) refere que alguns genótipos com ciclo alternativo podem ser mais flexíveis, aumentando as suas potencialidades, sobretudo ao nível da adaptação a estas condicionantes ambientais.

A verificação da flexibilidade das cultivares em relação à data de sementeira, será importante para a cerealicultura, nomeadamente aquela que é praticada em regiões como o Sul de Portugal, caracterizadas pela irregularidade climática, variando a intensidade e a frequência da precipitação de ano para ano. Justifica-se, porque com o atraso na sementeira da cultura de trigo pode haver necessidade de aumentar o número de plantas para atingir a população óptima e menor produção, embora os resultados sejam influenciados pelas condições do local e características do genótipo (Martin *et al.*, 1987).

O rápido crescimento inicial, com uma acumulação de biomassa nas primeiras fases de desenvolvimento, aproveitando a época mais favorável, parece ser uma característica relevante que contribuirá para o potencial de produção (Maçãs *et al.*, 1998). Deste modo, poder-se-á garantir um número adequado de grãos por área, que segundo Carvalho *et al.* (1991) é determinante para maximizar a produção sob condições do Sul de Portugal e deve ser obtido através de uma boa formação ao nível do número de grãos por espiga.

Porém, os genótipos com uma fase vegetativa mais ou menos alargada associada a um crescimento vigoroso no Inverno e capacidade de translocar para os grãos grande parte dos carbohidratos acumulados (Maçãs *et al.*, 1994), devem ter alguma flexibilidade relativamente à data de sementeira, devido à variabilidade interanual das condições de clima.

Através da optimização da data de floração para determinado ambiente, pode-se melhorar a adaptabilidade dos genótipos e, deste modo, maximizar a sua produção (Richards *et al.*, 2001; Slafer e Whitechurch, 2001). Em condições de secura, quando não existem riscos de geadas, o rendimento da cultura de trigo varia com a data da ântese, decrescendo com o seu avanço, embora seja dependente da interacção entre a duração do crescimento e a água utilizável do solo (Woodruff e Tonks, 1983). Nas maturações tardias, podem ocorrer perdas, porque a água do solo é um recurso escasso e utilizado para a produção de biomassa em estados anteriores (Woodruff e Tonks, 1983).

Nas regiões mediterrânicas, a curta duração do período de enchimento do grão parece favorecer a adaptação das variedades (Carvalho *et al.*, 1991), até porque o peso do grão parece ser uma importante característica varietal (Calderini *et al.*, 1999b).

Como a regularidade do rendimento é extremamente importante nos sistemas de sequeiro destes locais, pode assim, beneficiar das que têm capacidade de utilizar assimilados de reserva na formação do grão (Dias *et al.*, 1998; Maçãs *et al.*, 1998).

Assim, parece haver vantagem no germoplasma com capacidade para compensar a redução da fotossíntese causada pelo stress durante a formação do grão, através do aumento da proporção de hidratos de carbono armazenados na pré-ântese, que serão translocados para o grão.

Sintetisando, as cultivares com maior flexibilidade em relação à duração do ciclo garantem maior regularidade produtiva e, segundo Carvalho (1994), dão ao agricultor mais

opções ao nível do período de sementeira e, com esta possibilidade, também lhe permitem ajustar o maneio da infestação antes da sementeira. Este será, igualmente, um contributo para a sustentabilidade tanto económica como ambiental dos sistemas de agricultura.

2.3.3 DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO

Normalmente, o potencial produtivo do trigo é definido, como a produção de grão obtida quando a cultura não foi sujeita a limitações ao nível da água ou de nutrientes e sem outras condicionantes como pragas, doenças, infestantes e do próprio local (Fischer, 2001). É assim, determinada pela interacção do genótipo com o ambiente e este demarcado pela radiação, temperatura e fotoperíodo (Fischer, 2001). Por isso, o aumento genético da produção em regiões caracterizadas pela secura, não tem sido tão grande, como naquelas onde o ambiente é mais favorável (Richards *et al.*, 2001).

Os componentes básicos do rendimento (R) podem ser expressos pela seguinte equação (Bellido, 1991):

$$R = E \times G \times P \times 10^{-2}$$

Nesta, o valor R em quilogramas por hectare é o resultado do número de espigas por metro quadrado (E), do número de grãos por espiga (G) e do peso médio do grão em mg (P). Mas, o número de espigas por unidade de superfície (m^2) é função do número de plantas nessa área e do número de espigas por planta.

Progresso no rendimento do trigo tem sido associado ao aumento do número de grãos por unidade de superfície (Fischer, 2001). Esta componente varia com o número de espigas por unidade de superfície, espiguetas por espiga e grãos por espigueta e por espiga. O peso do grão é a última componente a ser determinada e é também susceptível aos efeitos compensatórios (Fischer, 2001).

Apesar do peso do grão ser definido após a ântese, durante o seu enchimento, as condições ambientais nos estados anteriores podem influenciá-lo, uma vez que delas depende a área fotossintética. Contudo, temperaturas elevadas durante a sua formação podem reduzir-lhe o peso e, assim, afectar o rendimento da cultura (Wardlaw *et al.*, 1989a; 1989b).

As relações de compensação ocorrem na formação das componentes, devido a uma autoregulação para cada situação particular da cultura. Conhecendo o nível óptimo de cada componente e os mecanismos associados com as dependências estabelecidas entre elas, poder-se-á desenvolver um sistema mais independente das condições adversas.

Por exemplo, uma etapa marcante do melhoramento deu-se com a redução da altura das plantas, em que a formação de biomassa foi compensada com o acréscimo de peso ao

nível do grão (Richards *et al.*, 2001). A partir deste efeito simultâneo, obteve-se um aumento do índice de colheita, resultante do ganho em peso do grão relativamente à palha.

Naturalmente, quando há competição para os recursos disponíveis, é afectada a respectiva componente e o consequente rendimento da cultura. Perante este condicionalismo, Slafer e Whitechurch (2001) referem que parece impossível manter um forte afilhamento na fase reprodutiva, até porque alguns filhos (espigas potenciais) acabam por morrer.

Na formação do rendimento, dever-se-ão então, considerar as relações com os factores e os processos responsáveis pela obtenção da biomassa total e, em particular, da produção de grão (rendimento económico).

3 PLANTAS INFESTANTES

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). Aliás, algumas crescem em associação com as actividades humanas, sendo designadas de obrigatórias. Enquanto as que se desenvolvem quer em habitats primários (naturais) quer em cultivados (perturbados pelo homem), são denominadas de facultativas (Muzik, 1970).

Numa grande extensão podem-se dividir as plantas em grupos funcionais, quando estamos a pensar em árvores, arbustos e ervas, anuais e perenes (Booth e Swanton, 2002). 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 (Booth e Swanton, 2002). Como exemplos de 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).

Apesar da dificuldade que tem existido em caracterizar as infestantes, há um elemento humano que permite uma definição de trabalho, por isso, o termo infestante aparece associado a um ser com características indesejáveis para o homem naquele espaço físico e temporal (Bridges, 1995; Muzik, 1970; Häfliger *et al.*, 1975; Richardson *et al.*, 2000; Roberts *et al.*, 1977). Planta infestante, define-se, assim, como aquela que é prejudicial ou causa danos ao homem, seus animais e suas culturas. Reduz o rendimento das espécies cultivadas (Bridges, 1995; Hoefer *et al.*, 1981; Roberts *et al.*, 1977; Spitters, 1989), 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). Esta redução poderá, eventualmente, afectar o consumidor, através de um acréscimo dos preços ou de uma diminuição qualitativa dos produtos.

Assim, a influência adversa verifica-se:

- na redução do desenvolvimento e produção da cultura, devido principalmente à competição para os recursos limitados como são a água, a luz e os nutrientes (Diehl, 1984; Muzik, 1970; Roberts *et al.*, 1977; Spitters, 1989);
- na diminuição do valor económico do produto colhido, resultante da contaminação da produção da cultura (Attwood *et al.*, 1977; Diehl, 1984; Spitters, 1989);
- no aumento da dificuldade em realizar algumas práticas culturais, nomeadamente a colheita, onde pode existir um acréscimo dos custos (Roberts *et al.*, 1977; Spitters, 1989).

Por outro lado, podem afectar outras actividades e serem hospedeiros de muitos inimigos das culturas como insectos, nemátodos, fungos, bactérias e vírus (*Attwood et al.*,

1977; Roberts *et al.*, 1977). Mas, a vegetação formada pelas espécies infestantes pode ser útil em determinado período, permitindo prevenir a erosão, preservando a estrutura e regulando a fertilidade do solo (Roberts *et al.*, 1977). Também ajuda 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.

As plantas infestantes formam populações com capacidade para entrarem nos habitats cultivados, marcadamente perturbados ou ocupados pelo homem (Muzik, 1970), em que o potencial produtivo é afectado ou deprimido pelas populações de plantas resistentes, as quais se instalam livremente, mas podem ser ecologicamente e/ou esteticamente interessantes. Assim, tendem a estabelecer-se sem a acção deliberada do homem, mas quando estão presentes são difíceis de erradicar, sendo competitivas e adaptadas ao ambiente, interferem na agricultura e em outras actividades (Roberts *et al.*, 1977). Geralmente, estão associadas com o decréscimo económico resultante do uso da terra (Roberts *et al.*, 1977).

Muitas são as plantas que sobre determinadas circunstâncias se podem classificar como infestantes, e até dentro da espécie cultivada, uma variedade diferente poderá assim ser considerada, quando se pretende produzir semente certificada.

Segundo Bridges (1995), muitas espécies de infestantes estiveram na origem de muitas culturas e também estas, podem perante determinadas condições passar por infestantes. Para Roberts *et al.* (1977), esta mudança de avaliação ocorrerá quando as suas plantas persistirem nos cultivos seguintes da rotação. Assim, encontramos nas classes Monocotiledónea e Dicotiledónea diversas espécies cultivadas, que em certas ocasiões podem considerar-se plantas infestantes.

Devido aos prejuízos que causam, estas plantas consideram-se más ervas e recebem várias designações, conforme o significado que lhes é atribuído, sendo usual chamá-las:

- infestantes ou invasoras por infestarem e invadirem os campos das culturas;
- daninhas ou nocivas por causarem prejuízos;
- adventícias por se intrometerem na cultura.

Embora exista esta diversidade de nomes, as más ervas têm em comum a aptidão de exercerem algum impacto sobre as actividades humanas. Assim, incluem aquelas que interferem com outras espécies ou que apresentam valor negativo, as que crescem onde não são desejadas (Muzik, 1970). Consequentemente, formam populações de plantas que se desenvolvem e são controladas pelos agricultores (Wallinga, 1995).

3.1 MULTIPLICAÇÃO E DISSEMINAÇÃO

O conhecimento dos factores que controlam a variabilidade da germinação das sementes e a consequente emergência das plântulas, o desenvolvimento da parte aérea das plantas, a floração e a produção de sementes, são particularmente importantes nas estratégias de controlo de infestantes. Qualquer destas componentes é determinante na competição entre a espécie cultivada e as infestantes.

Quando as espécies vegetais têm uma acção de infestação, podem ser consideradas numa perspectiva ecológica como colonizadoras, ou seja, plantas adaptadas ao meio e às perturbações a que este está sujeito.

A semelhança entre as características das infestantes e das culturas encontra-se facilmente, uma vez que muitas espécies cultivadas e infestantes contam com a intervenção humana para o seu estabelecimento. Aliás, o homem, através das suas actividades, contribui grandemente para dispersar as sementes e os orgãos de propagação para novos locais e até para habitats exóticos (Bridges, 1995; Hodkinson e Thompson, 1997; Roberts *et al.*, 1977). Igualmente, algumas práticas culturais efectuadas com o objectivo de beneficiar as culturas, também podem favorecer as plantas nocivas (Bridges, 1995).

Naturalmente, a disseminação é beneficiada pela própria contaminação das sementes da cultura, que permite a propagação de infestantes entre diferentes explorações, diferentes regiões e até continentes (Auld e Menz, 1997; Martínez-Ghersa *et al.*, 2000b; Walker, 1995). Além deste processo, há também a dispersão de sementes, ou partes de plantas, realizada pelas máquinas e equipamentos de corte e de colheita, e de mobilização do solo, que lhes possibilitam a passagem para outras explorações. Existe ainda a acção do homem e dos animais, tendo estes, uma participação directa e indirecta devido aos alimentos (palhas e grãos) que transitam entre empresas agrícolas. A circulação da água da rega e da drenagem, é outro meio que poderá ajudar o transporte destas espécies para outras áreas (Walker, 1995), tal como o vento que é um agente natural (Muzik, 1970).

Em suma, cada vez mais a actividade humana é um importante mecanismo de dipersão das plantas, sendo assim, o homem deve ser, provavelmente, o maior vector de disseminação de espécies indesejadas (Hodkinson e Thompson, 1997; Muzik, 1970).

No processo de invasão de novas espécies infestantes há numa primeira fase a sua introdução, que permite estabelecer a população de plantas. Seguidamente ocorre a colonização, em que a reprodução dessas plantas garante o seu aumento e a formação da colónia. Depois dá-se a terceira fase, caracterizada pela naturalização, com as espécies estabelecidas a perpetuarem as populações, começando a dispersarem-se e a estarem incorporadas dentro da flora resistente (Martínez-Ghersa *et al.*, 2000b).

Introdução, significa que as plantas ou os seus propágulos foram transportados pelos humanos através da principal barreira geográfica, formada pela distância entre locais

(Richardson *et al.*, 2000). O início da naturalização ocorre quando os obstáculos bióticos e abióticos de sobrevivência são superados, sendo vencidos os que regularizam a reprodução (Richardson *et al.*, 2000). A invasão, além de requerer a introdução de plantas, exibe a reprodução em áreas distantes dos locais de introdução (Richardson *et al.*, 2000). Em síntese, a introdução e o estabelecimento contribuem para a sobrevivência, mas não para a reprodução. Porém, são processos claramente requeridos para a invasão (Richardson *et al.*, 2000).

Assim, a introdução de novas espécies em determinada região permitiu, pouco a pouco, o desenvolvimento de populações que se podem ter naturalizado (Maillet e Lopez--Garcia, 2000). De acordo com Maillet e Lopez-Garcia (2000), as plantas infestantes exóticas produzem significativamente mais biomassa que as naturais, contribuindo este facto, para o seu sucesso.

3.1.1 PROPAGAÇÃO POR SEMENTE

As sementes permitem a transferência de informação genética no ciclo de vida das plantas anuais. Geralmente, são orgãos de resistência capazes de permanecer muito tempo num estado de vida latente, mas, perante determinadas condições ambientais podem voltar à sua actividade metabólica, começando uma nova geração (Bouwmeester e Karssen, 1996; Caixinhas, 1988). As suas principais funções são perpetuar, multiplicar e disseminar as espécies vegetais (Roberts *et al.*, 1977).

Elas são o maior meio de propagação de infestantes, particularmente das espécies anuais. A presença de sementes viáveis no solo ao longo do tempo depende da capacidade de manterem viabilidade e de acentuadas dormências (Karssen, 1982), assegurando a sobrevivência das espécies (Baskin e Baskin, 1985; Foley, 2002).

Para Sattin *et al.* (1997), as reservas da semente (constituição ao nível da amêndoa) são o capital inicial para o crescimento potencial da planta, expresso em peso, durante a fase exponencial. Por isso, em muitas sementes pode ser usado o peso como uma boa aproximação da taxa de crescimento relativo da planta em determinado ambiente e do tempo em que se mantém essa taxa de crescimento (Sattin *et al.*, 1997).

Segundo Radosevich e Holt (1984), as sementes das plantas infestantes podem ser dispersas no espaço através do tempo. O homem, os animais, a água e o vento, são agentes que as permitem dispersar espacialmente. Dispersão no tempo, refere-se à capacidade das sementes manterem as espécies, permanecendo em dormência durante um determinado período (Radosevich e Holt, 1984).

Através da capacidade de dispersão das sementes (Wallinga *et al.*, 2002) e da manutenção da sua viabilidade no solo durante longos períodos, obtêm-se as principais

causas da persistência e do sucesso de várias espécies consideradas infestantes, sendo por isso, um excelente material para o estudo da adaptação e da microevolução. Os conhecimentos da sua biologia e da sua reacção perante o ambiente, são de grande importância na definição de programas para a erradicação de infestantes.

Roberts e Ellis (1982), dividem as sementes em ortodoxas e recalcitrantes, com base nas características relativas à sua viabilidade. As que pertencem à categoria das ortodoxas podem ser secas com baixos teores de humidade sem lhes causar prejuízos, enquanto as recalcitrantes podem sofrer danos. Aliás, nas ortodoxas aumenta-se a sua longevidade perante condições de secura e frio, podendo as recalcitrantes sofrerem danos com temperaturas inferiores a 0 °C, e algumas sementes desta categoria, têm uma vida curta (Roberts e Ellis, 1982).

Ao examinar o destino da população de sementes, duas questões são particularmente pertinentes (Froud-Williams, 1999):

- Quando é que germinam?
- Quanto tempo podem persistir no solo?

De forma abrangente dependem ambas do comportamento das sementes no campo, que é governado pelas mudanças nas duas componentes do sistema (Fig. 3.1); o ambiente e a semente (Karssen, 1982). Qualquer das componentes contribui com o seu papel e as suas restrições, revelando a subdivisão no nível mais baixo a estrutura da separação dos factores ambientais e dos processos bioquímicos da semente (nível 1; Fig. 3.1). Naturalmente, ocorrem interacções entre as subcomponentes deste sistema complexo e os factores ambientais influenciam o microclima da superfície e do interior do solo, ou seja, do habitat de muitas sementes.

Solo é assim, o ambiente físico e químico de muitas sementes. A sua estrutura é importante para a germinação das sementes, determinando a distribuição e a disponibilidade de água, solutos e gases (Hilhorst e Karssen, 2000).

3.1.1.1 BANCO DE SEMENTES

Em todos os solos, à excepção dos desertos sem qualquer vegetação, a disseminação natural das plantas espontâneas e cultivadas permite a existência de uma população de sementes, denominada banco de sementes (Besnier Romero, 1989). Este é a fonte dinâmica do restabelecimento da flora infestante anual e perene (Cardina *et al.*, 1998), sendo por isso, a origem primária da futura infestação (Forcella, 1997; Grundy *et al.*, 1999; Grundy e Mead, 2000).

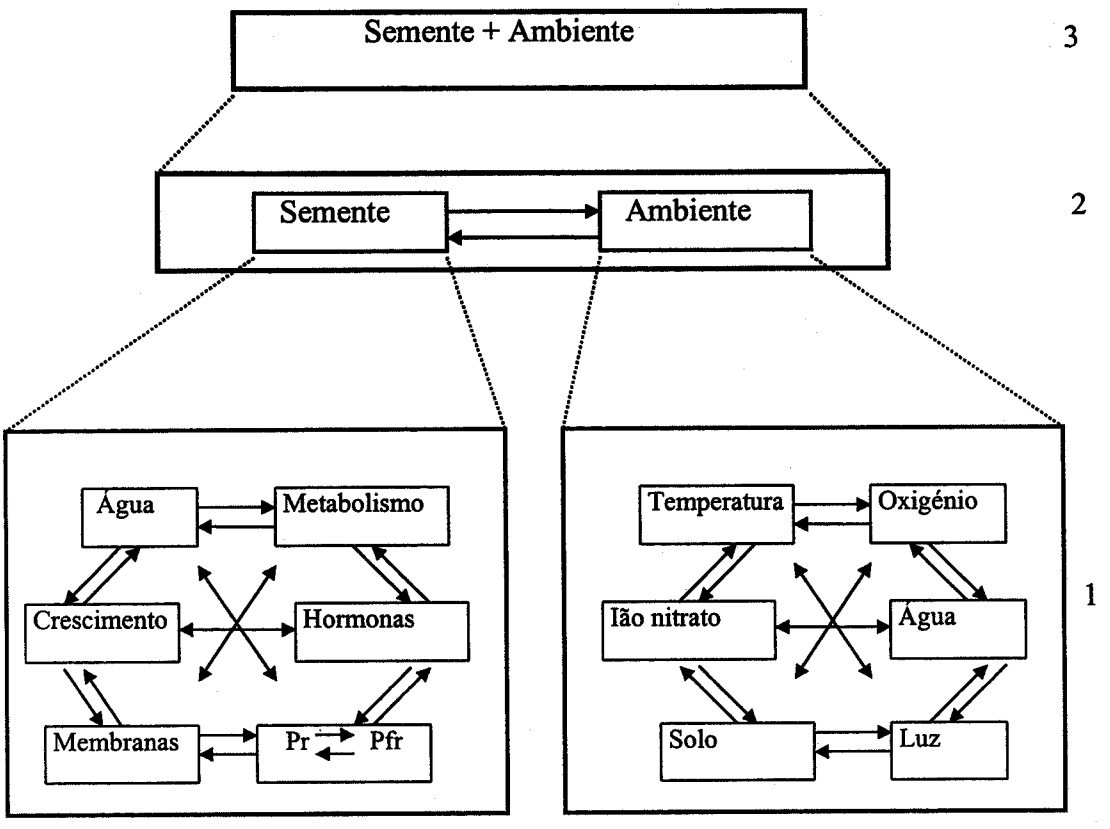


Fig. 3.1 - Diagrama dos três níveis (3; 2; 1) do sistema semente-ambiente (Adaptado de Karssen, 1982).

A existência deste reservatório de sementes viáveis ("banco de sementes") já foi reconhecido há muito tempo (Bouwmeester e Karssen, 1996; Karssen, 1982). Encontram-se enterradas no solo a diferentes profundidades, sendo a distribuição influenciada pela perturbação causada por diferentes trabalhos de mobilização (Bàrberi e Cascio, 2001; Cardina *et al.*, 1991; Colbach *et al.*, 2000a; Dias, 1999; Forcella *et al.*, 2000; Ghersa e Martínez-Ghersa, 2000; Grundy *et al.*, 1999; Lutman *et al.*, 2002; Melander, 1994; Mulugeta e Stoltenberg, 1997; Rahman *et al.*, 2000; Tørresen e Skuterud, 2002; Van Esso *et al.*,1986; Yenish *et al.*, 1992). Beneficiam do enterramento, porque há redução da exposição ao ar, manutenção do teor de humidade, diminuição das oscilações de temperatura, nomeadamente das amplitudes térmicas, constituindo ainda um meio de defesa contra alguns predadores granívoros e herbívoros (Forcella *et al.*, 2000).

Sementes enterradas em solos não perturbados conservam viabilidade durante largos períodos. Assim, há diversas sementes de infestantes com grande longevidade, permanecendo viáveis durante vários anos (Besnier Romero, 1989; Caixinhas, 1988; Diehl, 1984; Muzik, 1970; Radosevich e Holt, 1984).

Thompson e Grime (1979), esquematizaram uma distinção entre o "banco de sementes" "transitório" e "persistente", que se encontra frequentemente nas regiões

temperadas, descrita também por Grime (1981). O transitório é definido como um banco, dentro do qual, as sementes produzidas não se conservam de modo algum com viabilidade mais do que um ano no seu habitat. No "persistente", algumas das suas sementes viáveis têm idade superior a um ano, sendo a maior parte do banco constituído por sementes enterradas.

As sementes do banco transitório podem germinar nas regiões temperadas em duas épocas (Fig. 3.2), no Outono (tipo I) e a seguir ao Inverno (tipo II). As duas épocas estão associadas com habitats, caracterizados por intervalos em que são formadas estações e a nova infestação está relacionada com os factores da estação.

Sementes das espécies que germinam no Outono, a seguir à sua produção, são principalmente as das gramíneas anuais ou perenes quando encontram solos perturbados ou que começaram a ficar húmidos e com temperaturas mais baixas (tipo I). No banco "transitório", há ainda as das espécies de regiões continentais ou do Norte da Europa dentro da zona temperada, que apresentam indiferença às condições do Verão e do Outono, ou seja, não germinam durante este largo período e só ocorre este estado vegetativo no fim do Inverno e início de Primavera (tipo II), devido às restrições causadas pelas baixas temperaturas invernais que impedem a regeneração.

O banco "persistente" é caracterizado por sementes de espécies que entram em germinação principalmente depois da sua maturação (tipo III) e pelas que não germinam (Fig. 3.2), mantendo-se no campo como reservatório de sementes viáveis (tipo IV).

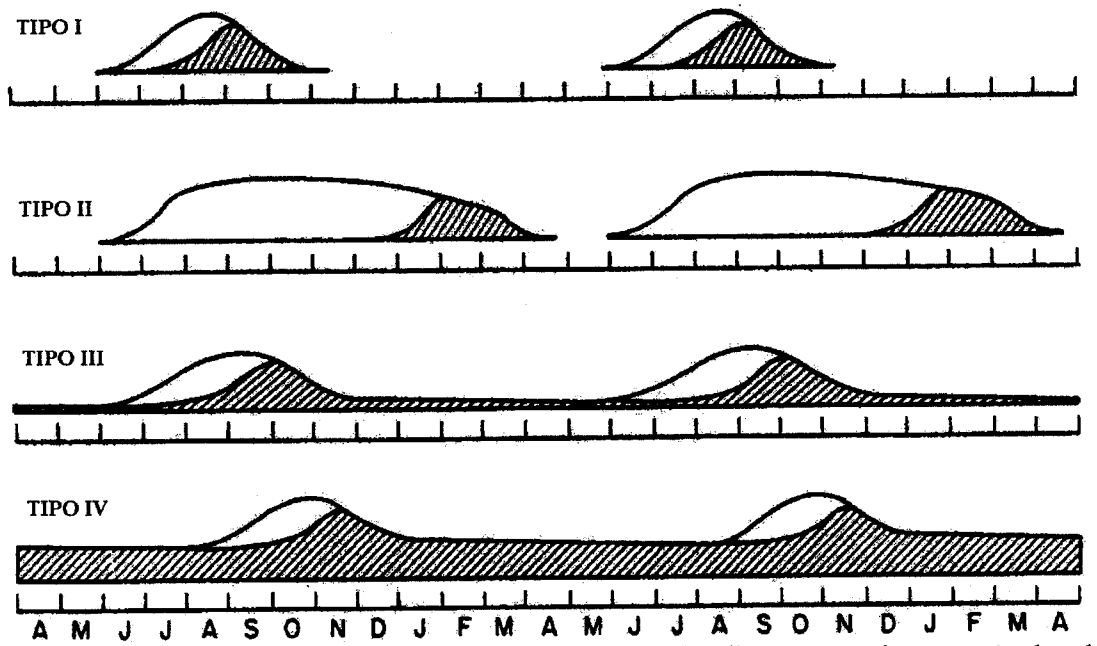
No tipo III, apesar da germinação ocorrer essencialmente após a sua produção, ou seja, no Outono, verifica-se a manutenção de um pequeno banco de sementes persistentes. Por outro lado, no tipo IV existe acumulação de sementes viáveis no solo, formando-se um persistente "banco de sementes". As condições de enterramento podem reforçar a dormência, contribuindo assim para a fraca germinação.

Em solos não mobilizados, as sementes persistentes (isodiamétricas e pequenas) localizam-se mais superficialmente (Dias, 1999). Com a redução da persistência, resultante da anisodiametria ou do aumento do tamanho nas isodiamétricas, ocorrem localizações mais profundas (Dias, 1999).

Dias (1999) divide a persistência em intrínseca e de posição, resultando esta, da localização mais profunda das sementes e onde são desfavoráveis as condições para a germinção. É sobre estas sementes, que as mobilizações podem actuar, colocando-as num habitat favorável ao estado germinativo.

Segundo Akinola *et al.* (1998), a mobilização do solo reduziu o número de sementes das espécies locais. Por outro lado, o aumento da fertilização com os macronutrientes principais (azoto, fósforo e potássio) acelerou a acumulação das introduzidas. A taxa de mudança da composição do banco de sementes pode, assim, depender da perturbação e, até, da fertilidade do solo. Contudo, o seu aumento ou a sua

diminuição também pode ocorrer, respectivamente, através da importação e da exportação (Jones e Medd, 2000).



Área sombreada - representa as sementes capazes de germinarem imediatamente, após a remoção do solo e a colocação em condições adequadas (laboratório).

Área não sombreada - representa as sementes viáveis, mas que não são capazes de germinarem imediatamente.

Fig. 3.2 - Diagrama representativo dos quatro tipos que caracterizam o banco de sementes (Adaptado de Thompson e Grime, 1979).

IMPACTO DA PERTURBAÇÃO DO SOLO NA DINÂMICA DO BANCO DE SEMENTES

O movimento físico das sementes dentro e entre os campos, tem importância para a distribuição de espécies e persistência das suas populações (Marshall e Brain, 1999). Elas encontram-se nas camadas superficiais do solo em ambientes não perturbados, mas com o emprego das mobilizações e a consequente perturbação tendem a ficar mais dispersas (Besnier Romero, 1989; Dias, 1999; Ghersa e Martínez-Ghersa, 2000; Rahman *et al.*, 2000; Tørresen e Skuterud, 2002; Yenish *et al.*, 1992). Existe ainda, a influência das características do próprio solo devido à lixiviação e ao fendilhamento verificado nos ciclos de humedecimento e dessecação (Besnier Romero, 1989; Cardina *et al.*, 1991). Contudo, o enterramento natural ou realizado, principalmente, pelos trabalhos de mobilização permite aumentar a longevidade das sementes, evitando o contacto com alguns perigos.

As alterações no banco de sementes causadas pelas mobilizações, estão relacionadas com o efeito directo sobre as sementes depositadas no solo e a abundância de produção das plantas daninhas (Tørresen e Skuterud, 2002). Em sistemas convencionais, as

sementes das espécies infestantes dispersas recentemente, estabelecem-se, após a colheita, na camada superficial do solo (0-5 cm), enquanto as sementes de gerações anteriores encontram-se em camadas mais profundas. A mobilização do solo efectuada para preparar a cama da semente, modifica este padrão de distribuição e as sementes ficam dispersas nas camadas trabalhadas (Van Esso *et al.*, 1986).

Para Colbach *et al.* (2000a), o trabalho de mobilização realizado pela charrua de aivecas influencia a localização do banco de sementes, dependendo esse rearranjo da própria estrutura do solo. Nos solos não compactados, a lavoura permite uma distribuição quase homogénea das sementes de infestantes. Como confirmam Tørresen e Skuterud (2002) e Yenish *et al.* (1992), tem sido verificada a uniformidade na distibuição das sementes, após a realização da lavoura. No entanto, em solos compactados invertem-se as suas posições, ou seja, quando há uma grande proporção nas camadas superficiais, após o trabalho da alfaia as sementes são colocadas nas camadas próximas do limite da profundidade de trabalho e para uma localização essencialmente nesse limiar, ficam à superfície. Dias (1999) também refere a troca de sementes realizada pelo trabalho de reviramento efectuado pela charrua de aivecas, sendo as mais superficiais substituídas pelas mais profundas.

As movimentações verticais das sementes no solo causadas pelos trabalhos de alfaias empregues normalmente para realizar trabalhos mais superficiais, como o escarificador e a grade de discos, parecem depender do tamanho e da forma das sementes (Dias, 1999). Assim, a escarificação tende a reduzir a persistência de posição de sementes anisodiamétricas, colocando-as mais à superfície (Dias, 1999).

Quando são utilizados sistemas de sementeira directa (mobilização nula), recorre-se ao emprego de herbicidas para substituirem o efeito da mobilização primária no controlo de infestantes, a grande proporção do banco de sementes está nas camadas superficiais do solo (Bàrberi e Cascio, 2001; Cardina *et al.*, 1991; Melander, 1994; Mulugeta e Stoltenberg, 1997; Tørresen e Skuterud, 2002; Yenish *et al.*, 1992). Apesar da persistência com a redução da perturbação do solo em sistemas de mobilização nula, ocorre na camada superficial uma maior depredação, devido ao ataque de predadores e ao maior risco de mortalidade quando a germinação ocorre em condições desfavoráveis, embora também haja uma importante dispersão secundária realizada por animais (Ghersa e Martínez--Ghersa, 2000).

SOBREVIVÊNCIA

A manutenção do banco de sementes depende da sobrevivência, a qual, permite a existência de sementes viáveis ao longo do tempo. Por isso, define-se como a capacidade de continuar a manter no solo uma população de sementes com faculdade germinativa.

Evidente que a conservação do persistente banco de sementes depende, em primeiro, do controlo da germinação e quando esta é inibida, os mecanismos de sobrevivência tornam-se relevantes. O número de sementes viáveis no solo tende a decrescer exponencialmente (Karssen, 1982), dependendo da germinação, da mortalidade e segundo Wicks *et al.* (2000) da depredação. Assim, o enterramento das sementes permite-lhes manterem viabilidade (Lutman *et al.*, 2002; Melander, 1994; Nalewaja, 2001; Radosevich e Holt, 1984; Spitters, 1989), muitas vezes, até voltarem à superfíce com a ajuda das mobilizações (Nalewaja, 2001).

Na superfície do solo há mais perdas, devido à germinação, à remoção efectuada pelos predadores e ao ataque dos microorganismos (Spitters, 1989), enquanto o enterramento permite minimizar os danos causados nas sementes, sendo a predação e o parasitismo insignificantes e a germinação menor do que nas camadas superficiais do solo (Spitters, 1989).

Um inimigo da sobrevivência em sementes não dormentes é a promoção da germinação através das técnicas de cultivo. A germinação no local ("in situ") é assim, o maior factor a causar perdas na população de sementes enterradas. Segundo Wicks *et al.* (1995a), a realização de mobilizações nas estações favoráveis ao estado germinativo, beneficia a sua ocorrência e, consequentemente, provocará uma redução do banco de sementes. Para Cardina *et al.* (1991), a intensificação da perturbação do solo até pode causar um decréscimo no número de espécies, ou seja, diminuir a diversificação.

O conhecimento do historial de uma parcela de terreno permite prever o potencial de infestantes. Perante culturas sucessivas e aplicações repetidas de herbicidas, poder-se-á manter o banco de sementes a um nível baixo.

Para Forcella *et al.* (1996), o banco de sementes pode ser afectado com a aplicação de herbicidas e de coberturas, nomeadamente filmes de polietileno, devido à mortalidade ou à precocidade de germinação das suas sementes.

Marshall e Arnold (1994), estudaram durante cinco anos a viabilidade do banco de sementes em solos argilosos, onde as populações de ervas espontâneas sofreram a acção de herbicidas aplicados a três níveis. Relativamente ao nível inferior, que consistiu em menos aplicações de herbicidas por ano, verificaram que as sementes de Gramíneas eram dominantes, enquanto nos dois níveis superiores (mais aplicações de herbicidas por ano) predominavam as das espécies da classe Dicotiledónea.

Por outro lado, após a cultura da colza aumentou o número de sementes de Dicotiledóneas, apesar de não existirem alterações na diversidade das espécies presentes. Esta verificação pode ter sido resultante da acção dos herbicidas utilizados na cultura, que possibilitaram um controlo mais eficaz das Gramíneas. Além desta influência devida ao herbicida aplicado pode, com a rotação de culturas, fazer-se sentir o impacto das diferentes características morfológicas das espécies cultivadas.

Durante as suas observações, Marshall e Arnold (1994) constataram ainda, que a variação de campo para campo foi grande. Quanto ao efeito do ano, a análise do número de sementes indicou diferenças, podendo estas dever-se às variações climáticas que afectaram a oportunidade de germinação.

A longevidade e o tamanho do banco de sementes relativamente à produção anual, são critérios usados frequentemente na classificação da persistência das sementes no solo (Thompson *et al.*, 1993). Thompson *et al.* (1993), referem que esta permanência pode ser definida pelas seguintes classes:

- transitória (já referida anteriormente), cujas sementes persistem menos do que um ano;
- persistente de curto prazo, cujas sementes persistem mais do que um e menos do que cinco anos;
- persistente de longo prazo, em que as sementes persistem mais do que cinco anos.

Sob condições naturais, tanto a sobrevivênvia como a longevidade das sementes depende do ambiente (Bekker *et al.*, 1998). Assim, a persistência das sementes está relacionda com as características do solo, o sistema de mobilização e o biótipo das plantas infestantes (Lutman *et al.*, 2002).

Uma vez que as plantas estão associadas a um determinado meio ambiente, as sementes de espécies cujo o habitat é caracterizado por teores de humidade elevados conseguem sobreviver perante estas condições, enquanto as de regiões secas têm maior sobrevivência quando ficam sob condições de aerobiose (Bekker *et al.*, 1998).

Como já foi mencionado, nas sementes localizadas à superfície do solo, é pouco provável ocorrer grande persistência (Spitters, 1989; Swanton *et al.*, 1999a; Thompson *et al.*, 1993). Por isso, justifica-se que o controlo eficaz das infestantes no sistema de mobilização nula, de acordo com Yenish *et al.* (1992), permitiu só num ano uma redução significativa do banco de sementes (40%). Como neste sistema há concentração de sementes na camada superficial do solo, a eliminação das plantas produtoras potenciais, em consequência da utilização de herbicidas, limita o reabastecimento do banco de sementes (Tørresen e Skuterud, 2002). Assim, as reservas de longo prazo podem ser menores, conforme refere Nalewaja (2001) acerca da espécie infestante balanco (*Avena fatua* L.). Geralmente, os habitats perturbados têm sementes com elevada persistência relativamente aos não perturbados (Thompson *et al.*, 1998).

Quanto ao ciclo de vida das plantas, as sementes de espécies anuais e bianuais têm quase sempre mais persistência que as das perenes (Thompson *et al.*, 1998). Por outro lado, as sementes maiores apresentam, provavelmente, uma vida mais curta, devido a uma maior intensidade de depredação e à redução da percepção da variabilidade ambiental.

Segundo Roberts e Ellis (1982), a variação da longevidade das sementes ortodoxas em qualquer ambiente pode ser influenciada pelo genótipo, por vários factores ambientais

(condições de maturação, colheita e processo de secagem), os quais afectam a qualidade das sementes antes do armazenamento e pelas condições de conservação.

A RELEVÂNCIA DO BANCO DE SEMENTES

A densidade de sementes no solo é uma variável importante, para estimar a proporção de emergência de jovens plantas infestantes (Dias, 1999; Forcella *et al.*, 1993) e, através deste conhecimento, definir a estratégia a seguir na complexa relação entre cultura e espécies nocivas (Forcella *et al.*, 1993).

No maneio do banco de sementes importa considerar, segundo Forcella *et al.* (1996), cinco tipos de informação:

- distribuição das sementes dentro do banco, que está relacionada com a história do local, as práticas culturais (mobilização do solo), as características do solo e a profundidade de enterramento das sementes;
- comportamento das sementes nas várias profundidades de enterramento ao longo do perfil do solo, sabendo-se que nas camadas superficiais ocorrem mais perdas, devido à germinação, à decomposição e aos predadores (granívoros);
- percentagem de emergência, porque representa a proporção do banco de sementes que germina e das plântulas que emergem antes da sementeira da cultura, podendo estes valores ser usados em alguns modelos da dinâmica das infestantes;
- período de emergência das plântulas, o qual tem contribuído nos últimos anos para o desenvolvimento de modelos, caracterizados pelo mecanicismo, que incluem o efeito da temperatura e da água potencial do solo na germinação das sementes e na emergência das jovens plantas;
- produção de sementes, uma vez que é a principal fonte para aumentar o banco de sementes (Buhler, 1999), apesar de muitas fontes poderem originar este aumento.

A interpretação da funcionalidade do banco de sementes relativamente à dinâmica da emergência de plântulas da população de infestantes, pode ser uma medida para elaborar modelos de prognóstico, que aumentarão a eficácia com que são usados os métodos de controlo da flora daninha (Grundy *et al.*, 1996; Grundy *et al.*, 1999; Kruk e Benech--Arnold, 2000).

3.1.1.2 DORMÊNCIA

A definição de dormência tem estado sujeita à evolução do conhecimento sobre este estado. Segundo Vleeshouwers *et al.* (1995), ela é a característica da semente, cujo o nível define que condições fariam ocorrer o estado de germinação. Para Benech-Arnold *et al.* (2000), é uma condição interna das sementes, impedindo-as de germinarem sob condições

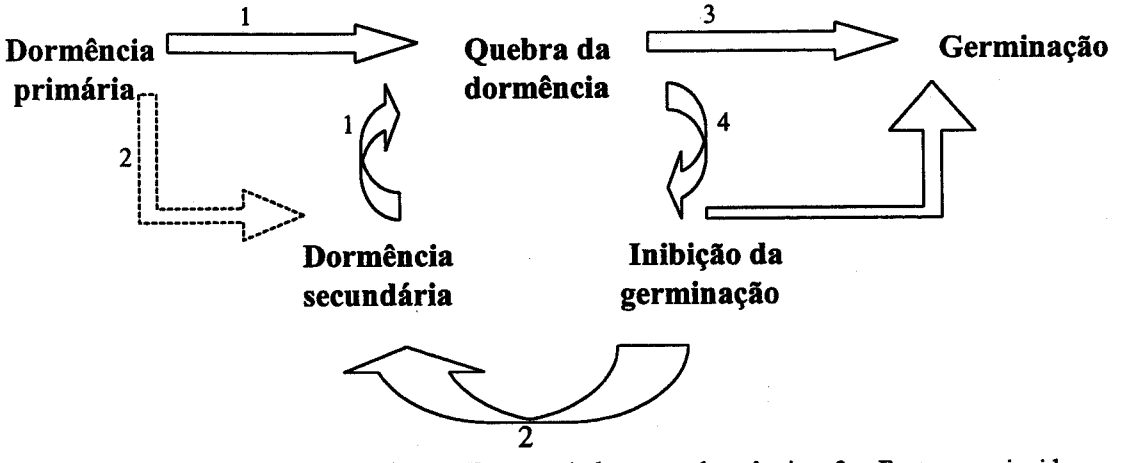
desfavoráveis de humidade, de temperatura e de composição do ar (atmosfera). Assim, funciona como um mecanismo que evita a germinação, quando as condições do ambiente impossibilitam a oportunidade de acontecer este estado e a sobrevivência das plantas (Spitters, 1989).

Quanto à origem da dormência na semente, pode-se encontrar em dois sítios diferentes, sendo um representado pelo embrião e o outro pelas estruturas que o envolvem (Bradbeer, 1988; Côme e Thévenot, 1982). Em consequência disto, utiliza-se com frequência um sistema que a divide em dormência embrionária de tipo endógeno e dormência devida a inibições tegumentares de tipo exógeno (Besnier Romero, 1989; Bradbeer, 1988).

Diversos autores (Baskin e Baskin, 1985; Benech-Arnold *et al.*, 2000; Bouwmeester e Karssen, 1996; Côme e Thévenot, 1982; Karssen, 1982; Khan e Samimy, 1982; Murdoch e Ellis, 2000; Roberts *et al.*, 1977; Vleeshouwers *et al.*, 1995), referem que se pode classificar a dormência em primária e secundária, sendo a primária referente a um estado de dormência inata, que surge quando as sementes são dispersas da planta progenitora e a secundária representa um estado de dormência latente (inactivo), que é induzido em não latente perante condições desfavoráveis para a germinação das sementes ou reinduzido em latente após a semente atingir um estado de fraca dormência. Segundo Hilhorst (1998), parecem existir algumas diferenças entre as dormências primária e secundária relativamente às respostas das sementes aos factores que estimulam a germinação.

A libertação das sementes do estado de dormência primária seguido pela subsequente entrada dentro do estado de dormência, pode levar ao desenvolvimento de um ciclo. Nas espécies adaptadas ao meio, as sementes são libertadas ou aliviadas do estado de dormência durante a estação que precede o período com condições favoráveis para a emergência e para o desenvolvimento das plantas. Por sua vez, o ciclo decorre e a dormência secundária é induzida no período anterior à estação com condições de meio ambiente impróprias para a sobrevivência das plantas dessas espécies (Baskin e Baskin, 1985; Benech-Arnold *et al.*, 2000; Bouwmeester e Karssen, 1992; Hilhorst, 1998; Vleeshouwers *et al.*, 1995).

Dormência é assim, um fenómeno governado por factores estruturais, físicos e bioquímicos, e tanto as características da semente como do meio determinam o seu desenvolvimento. É influenciada pelas mudanças do meio ambiente, o que modifica a sensibilidade das sementes ao seu habitat (Karssen, 1982; Vleeshouwers *et al.*, 1995). Segundo Forcella *et al.* (2000), caracteriza as sementes de espécies infestantes, mas, provavelmente também será uma das componentes que mais afecta a germinação e a consequente emergência das plântulas. A relação entre a mudança para as diferentes fases dos modelos de estações de dormência está representada na Fig. 3.3.



1 - Factores quebram a dormência; 2 - Factores induzem a dormência; 3 - Factores coincidem com as condições requeridas para a germinação; 4 - Factores diferentes das condições requeridas para a germinação e/ou factores inibitórios da germinação.

Fig. 3.3 - Mudança das estações de dormência (Karssen, 1982).

Conforme se pode verificar na Fig. 3.3, as sementes enterradas passam através de um ciclo de estações de mudança da dormência, da inibição da germinação e da indução da dormência secundária. A dormência primária é o estado que representa o influxo do ciclo, sendo também, através da sua quebra obtida a maior fonte de germinação (Hilhorst e Karssen, 2000; Karssen, 1982).

Quando as condições ambientais que inibem a germinação são várias vezes presentes, reforçar-se-á a dormência, ou seja, esta é "criada" em cima da semente. No entanto, pode-se questionar o uso correcto do termo dormência, se as limitações fisiológicas dentro da semente não têm sido restritivas, uma vez que, se ocorrem, aumenta a dormência secundária. Assim, as limitações ambientais são com frequência condições prévias para o aparecimento desta, sendo também possível desenvolver-se com a sobreposição de um estado inato de dormência relativa (Karssen, 1982).

As sementes no estado de dormência inata não germinam sobre quaisquer condições ambientais (Baskin e Baskin, 1985; Muzik, 1970; Radosevich e Holt, 1984), ocorrendo a germinação das não dormentes no intervalo definido para cada espécie. No entanto, como não mudam abruptamente de não dormentes para dormentes, passam por uma fase designada de dormência condicional, durante a qual germinam unicamente num intervalo limitado de condições (Baskin e Baskin, 1985).

Dos diversos factores que influenciam o controlo da dormência em condições de campo, distinguem-se, fundamentalmente, a temperatura e o teor de água do solo. A interacção entre os dois causa modificações no grau de dormência das populações de sementes e só quando o nível de dormência é suficientemente baixo, pode ocorrer o estado de germinação (Benech-Arnold *et al.*, 2000; Forcella *et al.*, 2000; Hilhorst, 1998).

No entanto, a variação da dormência ao nível das sementes não pode ser explicada explicitamente como resultado da adaptação ao ambiente, uma vez que Andersson e Milberg (1998) concluíram que havia diferenças em relação à planta mãe, às populações e aos anos. De acordo com Taylorson (1982), a dormência das sementes maduras depende da componente genética do progenitor e da complexa interacção com o meio durante a fase de maturação.

Segundo a hipótese de Hilhorst (1998), o estado de dormência está relacionado com o fitocromo receptor, sendo assim um conceito bioquímico, mas de acordo com o conceito ecológico colocado por Karssen (1982), relaciona-se com o intervalo de temperaturas sobre o qual germinam as sementes (Vleeshouwers e Bouwmeester, 2001).

Relativamente à intensidade e uniformidade da dormência, podem distinguir-se, segundo Besnier Romero (1989), a total, a parcial e a intermitente. Na dormência total não ocorre a germinação até serem modificadas as condições ambientais em que estão as sementes. Quanto à parcial, apenas germina uma parte da população de sementes, permanecendo as restantes em dormência. Na intermitente, há germinação descontínua durante um longo período de tempo, dentro do qual pode haver situações contínuas, esporádicas ou irregulares. Estas características favorecem a infestação dos campos e dificultam o controlo das plantas infestantes (Caixinhas, 1988).

ESTAÇÕES DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE ERVAS ESPONTÂNEAS

A modificação da dormência durante o período em que as sementes estão no solo, tem sido observada em algumas espécies (Bouwmeester e Karssen, 1992; 1993a; 1993b; Froud-Williams *et al.*, 1984; Vleeshouwers e Bouwmeester, 2001). Os estudos indicam que as sementes estão em dormência primária até ao seu enterramento, e no decorrer do ano, passam por uma alteração do padrão de dormência. De acordo com Benech-Arnold *et al.* (2000), a mudança inicia-se com o atenuar da dormência seguindo-se um período de germinação sob várias condições de teste, e conclui-se pela reindução da dormência (dormência secundária).

De facto, as sementes apresentam um modelo de dormência anual (Fig. 3.3; pág. 44), que alguns factores do meio ambiente regulam, caracterizado pelas seguintes três fases (Karssen, 1982):

- quebra de dormência;
- simulação e inibição da germinação;
- indução da dormência secundária.

Para Benech-Arnold *et al.* (2000), há dois tipos de factores do meio ambiente que afectam a dormência. Um regula as modificações no grau de dormência da população de sementes, ou seja, a temperatura e as suas interacções com as condições hídricas do solo. O

outro remove o impedimento para a germinação das sementes, uma vez que o grau da dormência é suficientemente baixo, incluindo este; a luz, a concentração de nitratos (Bouwmeester e Karssen, 1993a; 1996; Vleeshouwers *et al.*, 1995) e as flutuações da temperatura (Hilhorst e Karssen, 2000). De acordo com Bouwmeester e Karssen (1992; 1993a; 1993b; 1996), as mudanças nas estações de temperatura são o principal regulador da dormência, sendo este elemento climático, o maior factor ambiental a provocar alterações neste estado das sementes enterradas em regiões temperadas (Espeby, 1989).

A oscilação da temperatura mínima caracteriza sobretudo as espécies adaptadas às regiões temperadas, enquanto a mudança da temperatura máxima afecta, essencialmente, as sementes de ervas espontâneas das regiões com estação quente e seca.

O modelo de dormência de sementes enterradas apresenta uma elevada importância, sendo até uma garantia para a sobrevivência das espécies (Baskin e Baskin,1985; Froud--Williams *et al.*, 1984) e a dinâmica da mudança das estações de dormência referida em vários trabalhos (Baskin e Baskin 1985; Baskin *et al.*, 1993; Bouwmeester e Karssen, 1992; 1993a; 1993b; 1996; Bouwmeester *et al.*, 1994; Dyer, 1995; Froud-Williams *et al.*, 1984; Karssen, 1982; Vleeshouwers *et al.*, 1995; Vleeshouwers e Bouwmeester, 2001). Por exemplo, Bouwmeester e Karssen (1993a), observaram que sementes de *Sisymbrium officinale* (L.) Scop., enterradas no estado primário e inato de dormência, mudaram de estado ao longo do ano.

Naturalmente, a variação das estações de dormência tem sido verificada tanto em sementes de ervas espontâneas anuais de Inverno como de Verão. No entanto, apresentam uma fase diferente a meio do ano. As anuais de Verão estão em dormência no Outono, quebram este estado no Inverno e voltam a dormentes no Verão, enquanto as sementes de espécies anuais de Inverno passam através destes estados respectivamente na Primavera, Verão e Inverno. Em geral, termina este ciclo de mudança, ao ocorrer a quebra da dormência durante a estação precedente ao período que apresentará condições favoráveis para o desenvolvimento da plântula (Baskin e Baskin, 1985; Benech-Arnold *et al.*, 2000; Bouwmeester e Karssen, 1992; 1996; Froud-Williams *et al.*, 1984; Karssen, 1982).

A informação sobre o papel do microclima na quebra da dormência primária e na indução da dormência (secundária) pode ser fundamental no desenvolvimento de modelos úteis de emergência de plântulas infestantes (Forcella *et al.*, 2000). Deste modo, a quantificação das modificações em sementes enterradas, parece possibilitar um importante grau de conhecimento para a eventual previsão das estações de emergência padrão (Vleeshouwers e Bouwmeester, 2001).

3.1.1.3 QUEBRA DA DORMÊNCIA

Para a quebra da dormência contribuem algumas condições relacionadas com a temperatura, o teor de água, a luz, o arejamento e o próprio pH (Radosevich e Holt, 1984). As flutuações de temperaturas são um dos factores fundamentais, para ocorrer esta situação em muitas sementes (Espeby, 1989). Roberts e Totterdell (1981) identificaram nove características do ciclo de temperaturas diurnas em *Rumex* sp., que podem ser responsáveis por estimular a actividade: o número de ciclos; o tempo do ciclo com respeito ao início da embebição; o valor da temperatura mais alta, e da temperatura mais baixa; a diferença entre as duas; o período verificado com a temperatura mais alta, e o período verificado com a temperatura mais baixa; a taxa do aquecimento, e a taxa do arrefecimento.

Geralmente, as temperaturas baixas e a humidade quebram a dormência. As populações de habitats com Invernos chuvosos e frios apresentam elevada proporção de sementes dormentes e requerem longos períodos de frio para haver germinação. No entanto, as populações de zonas com Invernos suaves produzem sementes não dormentes à colheita, ou apenas necessitam de temperturas baixas durante um curto período para quebrar a dormência. Aliás, nas sementes de muitas espécies que emergem no Outono, é comum a perda da dormência durante o armazenamento (condições de secura após a maturação das sementes) ou na embebição mesmo com temperaturas altas (Allen e Meyer, 1998).

Espécies anuais de Inverno de regiões temperadas e semi-áridas, caracterizam-se por crescerem durante a estação fria do ciclo de temperaturas. Assim, a dormência prevalece até ao início da estação favorável (amena) e a quebra deste estado favorece a germinação das sementes no Outono (Karssen, 1982).

As sementes de muitas espécies anuais de Verão de regiões temperadas requerem estratificação com frio ou arrefecimento para ser quebrada a sua dormência (Allen e Meyer, 1998; Bouwmeester e Karssen, 1992; Roberts *et al.*, 1977). Características essenciais do tratamento com frio são a humidade e o acesso do ar. O comprimento do período de frio requerido pode variar desde poucos dias até vários meses e a temperatura óptima para diminuir a dormência situa-se, frequentemente, entre 2 e 4 °C (Karssen, 1982).

A influência do arrefecimento pode ser anulada pela indução da dormência secundária (Bouwmeester e Karssen, 1992; 1993a), por isso, a temperatura óptima para estratificação depende mais da indução desta dormência que do processo principal da sua perda (Karssen 1982).

De facto, existe a influência de temperaturas diferentes sobre espécies diferentes, tal como observaram: Bouwmeester e Karssen (1993a) para *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.; Bouwmeester e Karssen (1993b) para *Spergula arvensis* L.; Kruk e Benech-Arnold (2000)

para *Anagallis arvensis* L.; Vleeshouwers e Bouwmeester (2001) para *Chenopodium album* L. e *Polygonum persicaria* L.

Diversas espécies de Gramíneas têm sementes que submetidas à escarificação (abertura de fendas no tegumento), são libertadas da dormência, quando colocadas em meios secos. Aliás, a perda de dormência das sementes após rasgar o seu tegumento (Roberts *et al.*, 1977), depende da temperatura em condições de secura (Karssen, 1982).

Em resposta ao estímulo do ambiente, as sementes podem, assim, perder ou adquirir dormência, sendo a reacção no seu habitat normalmente elevada (Allen e Meyer, 1998). Quando estão sujeitas a determinadas condições, como humidade contínua ou alternância entre humidade e secura, é diminuído o efeito da dormência (Karssen, 1982). Neste processo há diferenças entre as sementes em condições de secura e as que estão embebidas, havendo muitas respostas divergentes mesmo em meios semi-áridos, dependendo do teor de humidade, ou seja, do ambiente que as envolve lhes permitir uma eficaz embebição (Allen e Meyer, 1998). No entanto, a dessecação poderá afectar o ciclo da dormência (Bouwmeester e Karssen, 1989; Probert, 2000), estimulando a germinação (Bouwmeester e Karssen, 1989).

Na presença de luz, também há quebra da dormência em sementes de muitas espécies. Dependendo do estado de dormência, o tratamento com luz (composição do espectro, irradiação e duração) e outras condições do meio podem promover a germinação, ou inibí-la nas sementes indiferentes à luz (Froud-Williams *et al.*, 1984).

Outro factor que exerce influência na quebra da dormência em muitas espécies é o azoto na forma nítrica, variando a concentração com as estações. As temperaturas elevadas podem aumentar a taxa de mineralização da matéria orgânica e, consequentemente, elevar o nível de nitratos (Benech-Arnold *et al.*, 2000), que exercem um acção positiva na quebra da dormência.

EFEITO DAS PRÁTICAS CULTURAIS

Dentro das práticas culturais, encontramos várias capazes de terem uma acção importante para estimular a quebra da dormência, como são os casos: da mobilização do solo, da fertilização (Dyer, 1995), da aplicação de agroquímicos e da prática de rega através de alguns sistemas.

Quanto à mobilização do solo, os trabalhos realizados podem expor as sementes à luz, permitem grande difusão de oxigénio e saída de dióxido de carbono do solo, facilitam o enterramento e/ou mistura de resíduos, promovem a secagem do solo, aumentam a amplitude das flutuações de temperatura e levam ao acréscimo da disponibilidade de azoto proveniente da mineralização da matéria orgânica.

Por outro lado, o movimento das sementes no solo devido às mobilizações produz muitas modificações no grau da dormência. Estas mudanças estão associadas às alterações das posições das sementes do banco do solo (Bàrberi e Cascio, 2001; Cardina *et al.*, 1991; Colbach *et al.*, 2000a; Dias, 1999; Forcella *et al.*, 2000; Ghersa e Martínez-Ghersa, 2000; Grundy *et al.*, 1999; Melander, 1994; Mulugeta e Stoltenberg, 1997; Van Esso *et al.*,1986; Yenish *et al.*, 1992), deixando-as mais ou menos sujeitas aos factores do ambiente. O seu efeito pode inibir a dormência e estimular a germinação, devido ao aumento do arejamento e ao benefício da luz (Roberts *et al.*, 1977).

Relativamente à aplicação de herbicidas, tem sido constatado, segundo Benech-Arnold *et al.* (2000), que alguns tendem a estimular a quebra da dormência em sementes produzidas pelas plantas sobreviventes. Nos sistemas de agricultura com prática corrente da irrigação e do alagamento, cujo exemplo é a cultura do arroz, o meio em que as sementes das espécies infestantes destes habitats têm de germinar, é caracterizado por baixa concentração de oxigénio, ocorrendo nestas condições a quebra da dormência de sementes de algumas espécies (Benech-Arnold *et al.*, 2000).

Além do impacto das técnicas culturais, existe também a influência dos resíduos deixados na superfície do solo, que podem depender dessas práticas. Geralmente, elevadas quantidades provocam um decréscimo da amplitude das temperaturas do solo (Dyer, 1995; Gupta *et al.*, 1983) e impedem a penetração da luz (Dyer, 1995). Por outro lado, há ainda a possibilidade de criarem um meio propício para os microorganismos imobilizarem o azoto, baixando o nível de nitratos no solo e assim, dificultarem a quebra da dormência em algumas sementes (Benech-Arnold *et al.*, 2000).

Apesar dos conhecimentos existentes sobre os factores que afectam a dormência no campo, é preciso clarificar as interacções entre a temperatura e as condições hídricas do solo na regulação das modificações da dormência das sementes. Ao examinar a sua acção na redução deste estado dentro da população de sementes, à qual adicionar-se-á o papel da sensibilidade à luz, pode ajudar a formular modelos para prever o melhor período de perturbação do solo, com o objectivo de maximizar a emergência das plântulas. Estes modelos contribuirão para melhorar a decisão sobre o maneio das infestantes, de maneira a favorecer as culturas na competição que estabelecem com essas espécies (Benech-Arnold *et al.*, 2000).

3.1.1.4 INIBIÇÃO E INVIABILIZAÇÃO DA GERMINAÇÃO

A indução da dormência é, muitas vezes, resultante inseparável da inibição da germinação. Esta pode ocorrer à superfície do solo ou no seu interior (Karssen, 1982). Diversos factores causam inibição da germinação e em situações extremas de stress

ambiental podem até inviabilizar a faculdade germinativa das sementes. Destacam-se: as temperaturas, sobretudo as que são elevadas; os baixos teores de humidade; o decréscimo de oxigénio; o ensombramento causado, por exemplo, pela cobertura das plantas ou dos resíduos; alguns metabolitos e algumas substâncias alelopáticas ou aleloquímicas.

Geralmente, as temperaturas inferiores à mínima e superiores à máxima, que caracterizam determinada espécie, podem inibir a germinação e em certos casos causarem a morte das sementes, devido ao aparecimento de fungos com temperaturas baixas, e à desorganização celular e desnaturalização das proteínas com temperaturas altas (Besnier Romero, 1989).

Thompson *et al.* (1997), observaram a influência da temperatura na viabilidade de sementes de ervas espontâneas embebidas em água e concluíram que as temperaturas elevadas no solo (50 °C a 80 °C) podem inibir a germinação de sementes de ervas espontâneas, sendo o seu efeito variável em função das espécies vegetais.

De acordo com Standifer *et al.* (1984), as temperaturas elevadas resultantes da cobertura do solo com polietileno podem afectar a capacidade germinativa das sementes de várias espécies de infestantes. A destruição é mais rápida, quando se emprega um plástico transparente relativamente a um do tipo opaco (preto). Aliás, conforme foi verificado no seu trabalho, as condições do solo sujeito à cobertura com estes dois materiais são diferentes, sendo a temperatura mais alta durante o dia no solo sob plástico transparente.

A destruição da viabilidade de sementes, através da sua esterilização provocada por temperaturas elevadas, ocorre principalmente à superfície do solo. Mas, como é nessa camada do solo que germinam grande parte das que são produzidas pelas ervas anuais, pode assim, esta técnica eliminar um número elevado de plantas da população potencial de infestantes (Standifer *et al.*, 1984), principalmente em sistemas agrícolas intensivos.

Para Caixinhas e Silveira (1994), as temperaturas mais elevadas na camada superficial do solo devido à solarização, foram, provavelmente, a causa de uma menor capacidade geminativa verificada em sementes de algumas espécies infestantes após a aplicação deste método. Através dos resultados, concluíram que nas espécies estudadas havia diferentes respostas, ocorrendo a morte de algumas sementes, mas, noutras parece que foram induzidas dormências ou mesmo germinações (exemplo *Portulaca oleracea* L.).

Com condições de hidratação seguidas de dessecação também podem ocorrer danos na germinação, nomeadamente nas situações em que o embrião já tenha sido hidratado (Besnier Romero, 1989).

Em condições adversas, como solos inundados ou solos de textura fina (argilosos) saturados, onde também pode haver falta de oxigénio (Besnier Romero, 1989), fica inviabilizada a faculdade germinativa das sementes.

Embora a embebição seja possível na ausência de oxigénio, para muitas sementes com capacidade de germinarem, haverá inibição sobre condições de anaerobiose, que ao

persistirem conduzem à morte do embrião. Assim, perante a falta de oxigénio é inibida a germinação de diversas sementes e também ocorrerá a acumulação de potenciais produtos tóxicos da respiração anaeróbia (Bradbeer, 1988).

Na superfície, muitas sementes falham a germinação quando estão cobertas por plantas, sendo estas, um obstáculo à passagem da luz (Botto *et al.*, 1998b). As suas folhas absorvem efectivamente mais luz vermelha do que radiação vermelha de grande comprimento de onda, inibindo por esta via todo o processo germinativo (Karssen, 1982).

Igualmente, a presença de resíduos pode causar ensombramento (Locke *et al.*, 2002). Além disso, podem produzir substâncias alelopáticas capazes de inibirem a germinação (Blum *et al.*, 2002). Por outro lado, a exposição directa das sementes aos raios solares também pode inibir a germinação à superfície do solo, dependendo das espécies e das circunstâncias (Benech-Arnold *et al.*, 2000).

Assim, além da acção inibitória da germinação de sementes na superfície do solo devido às elevadas temperaturas e aos baixos teores de humidade (stress hídrico), a forma de resposta à luz também parece envolvida no processo (Karssen, 1982). Porém, existem outros inibidores, como o aumento do dióxido de carbono e o decréscimo do oxigénio e alguns metabolitos (etanol, acetaldeído e acetona).

Todavia, algumas substâncias alelopáticas ou aleloquímicas são mesmo inibidoras naturais (Hilhort e Karssen, 2000), apresentando também o ácido abcísico esta capacidade (Côme e Thévenot, 1982; Khan e Samimy, 1982; Wareing, 1982).

Para sementes enterradas, a inibição da germinação está positivamente relacionada com o acréscimo da profundidade. Perante esta situação, pode-se fazer sentir, quer a presença de factores que inibem quer a falta dos que estimulam a germinação. Por exemplo, a luz e a amplitude da temperatura diminuem com o aumento da profundidade ou da espessura do solo (Karssen, 1982).

Por isso, o enterramento das sementes efectuado pelos trabalhos das alfaias de mobilização do solo inibe a germinação e, consequentemente, atrasa a emergência das plântulas (Boström, 1999; Forcella *et al.*, 1996). Isto nota-se, particularmente, nas sementes que são caracterizadas por pequeno calibre (Forcella *et al.*, 1996) e relativamente aos sistemas de mobilização nula (sementeira directa).

3.1.1.5 GERMINAÇÃO

As sementes podem germinar quando não estão sob o estado de verdadeira dormência (Karssen, 1982). No entanto, a libertação das sementes da dormência não deve confundir-se com a sua germinação. Estes processos apresentam diferenças, uma vez que ocorrem em diferentes escalas de tempo e são afectados de forma diferente pelos factores

do meio ambiente (Benech-Arnold *et al.*, 2000). O estado germinativo depende do ambiente e determina a extensão inicial da infestação e o tempo da sua ocorrência (Spitters, 1989).

A germinação caracteriza-se por ser um processo contínuo, que começa com várias actividades fisiológicas dentro da semente, sendo determinada pelo aparecimento inicial da radícula desde as estruturas exteriores que envolvem o embrião (Forcella, 1993; Forcella *et al.*, 2000; Kruk e Benech-Arnold, 2000; Radosevich e Holt, 1984). Para Bradford (1990) e Hadas (1982), a emergência da radícula e o seu crescimento, é um critério em como a germinação está completa, tendo sido iniciado o desenvolvimento de uma nova planta.

Apesar de ser, provavelmente, um dos aspectos mais estudados do desenvolvimento das plantas, raramente tem sido em condições naturais de solo (Forcella, 1993; Forcella *et al.*, 2000). Para situações de campos cultivados, a proporção de sementes de infestantes existentes no solo que germina por ano é baixa e segundo Besnier Romero (1989) parece variar, nos 10 cm superficiais do solo, entre 1 e 4% da população total. Este estado ocorre nas sementes que estão na camada superficial do solo, sobretudo nos primeiros cinco centímetros, mas há várias espécies com sementes de pequeno calibre, parecendo que estas, germinam fundamentalmente nos dois centímetros superficiais (Melander, 1994)..

Para ocorrer o estado germinativo, é necessário um teor de água proveniente da precipitação ou de outra via, para garantir a hidratação das sementes (Baskin *et al.*, 1993; Ego *et al.*, 2000; Hadas, 1982). Estas requerem água suficiente para a embebição e germinação (Bradbeer, 1988; Bradford, 1990; Besnier Romero, 1989; Côme e Thévenot, 1982; Finch-Savage e Phelps, 1993; Hadas, 1982), e muitas até germinam bem quando lhe é fornecida em excesso, mas existem outras, que a quantidade excessiva reduzirá a permeabilidade do tegumento e inibirá a germinação (Bradbeer, 1988).

O processo de germinação requer oxigénio e durante a embebição começa a absorção deste elemento em sementes não dormentes. Subsequentemente é activada a energia do metabolismo, desaparece a selectividade a alguns produtos e a preceder o estado de germinação visível, inicia-se um período de alimentação a partir das reservas, diminuindo o volume da semente.

Em condições de campo, as sementes dependem do meio para germinarem, nomeadamente das características exigidas para ocorrer esta situação. Assim, há um intervalo de temperaturas favoráveis à germinação, geralmente perante a presença de luz (Baskin e Baskin, 1977; Bouwmeester e Karssen, 1993b; 1993c; 1996). Este processo será suportado pela forma fisiologicamente activa do fitocromo (Pfr) durante um determinado período (Botto *et al.*, 1998a; Vleeshouwers e Bouwmeester, 2001).

Porém, quando as sementes estão em meios sem luz, podem germinar com temperaturas mais altas (Bouwmeester e Karssen, 1993a), mas, esta possibilidade é evitada

através do desenvolvimento da dormência secundária. Deste modo, previne-se a germinação no campo face à ausência de luz.

Salvo raras excepções, a germinação não ocorre quando as temperaturas são inferiores a 0 °C durante muito tempo ou com a superfície do solo completamente seca (Besnier Romero, 1989). No entanto, em zonas com estações de secura prolongadas parece ser a humidade do solo fundamental para a germinação, podendo ser o factor crítico. A sua existência, nestas zonas, leva muitas vezes ao início da germinação, mas a instabilidade do clima e a consequente irregularidade da precipitação pode causar problemas ao desenvolvimento e à continuação do processo, colocando em risco a sobrevivência das plântulas (Karssen, 1982).

Tanto a taxa como o nível final de germinação, dependem das sementes das espécies vegetais e das condições do meio ambiente (Hadas, 1982). No entanto, podem aumentar, quando no meio que é o solo há um acréscimo da água potencial (Hadas, 1982). Quanto à germinação acumulada no tempo, é uma taxa influenciada, principalmente, pela água útil, temperatura e periodicidade da estação (Spitters, 1989).

FACTORES QUE AFECTAM A GERMINAÇÃO

Os factores mais importantes para a germinação das sementes em solos cultivados são assim; a água potencial, a temperatura e a composição do ar (Besnier Romero, 1998; Caixinhas, 1984; 1988; Côme e Thévenot, 1982; Forcella *et al.*, 2000; Roberts e Ellis, 1982); embora a indução causada pela luz seja também efectiva (Botto *et al.*, 1998a; Caixinhas, 1984; 1988; Jensen, 1995; Thompson e Grime, 1983; Samimy e Khan, 1983). A alternância de temperatura, a luz e os nitratos são três factores que podem estimular a germinação de muitas sementes de ervas espontâneas (Dyer, 1995; Karssen, 1982; Hilhorst, 1998; Hilhorst e Karssen, 2000; Spitters, 1989). Caixinhas (1980, 1988) constatou que alternando temperaturas, a germinação das sementes de algumas espécies é mais elevada, ocorrendo noutras fotossensibilidade positiva. Apesar de qualquer dos factores exercer efeito próprio, podem verificar-se interacções positivas entre eles (Baskin *et al.*, 1993; Bouwmeester e Karssen, 1989; 1993c; Espeby, 1989; Hilhorst e Karssen, 2000; Thompson e Grime, 1983).

Assim, as condições meteorológicas, as quais variam com o ano, são importantes na produção de meios para germinarem as sementes e crescerem as plantas infestantes (Post e Wijnands, 1993; Tørresen e Skuterud, 2002). Precipitação e temperatura, são os dois factores que maior controlo exercem na germinação das sementes em habitats cujos os ambientes se caracterizam por alguma irregularidade (Baskin *et al.*, 1993), como é o caso daqueles, no Sul de Portugal, onde se praticam os sistemas agrícolas de cereais de Outono-Inverno.

Segundo Bouwmeester e Karssen (1993b; 1996), a germinação das sementes em condições de campo durante o ano depende do passado ou das condições presentes que afectam este estado, tais como a temperatura, a luz, o ião nitrato e a dessecação, e de outras anteriores que precedem e determinam a dormência como são as temperaturas. No entanto, há sempre o efeito da própria espécie (Roberts, 1984).

A temperatura condiciona então a germinação e cada espécie apresenta um intervalo de valores favoráveis a este estado (Baskin e Baskin, 1977; Caixinhas, 1980; Ego *et al.*, 2000; Kruk e Benech-Arnold, 2000; Probert, 2000; Wildeman *et al.*, 2000), que ocorre, quando é possível o estabelecimento da plântula (Bradbeer, 1988). Com temperaturas baixas pode haver embebição, mas estas condicionam o crescimento do embrião ou causam-lhe danos, prevenindo o acabamento da germinação. Igualmente, as temperaturas elevadas podem permitir a embebição, mas têm o inconveniente de não possibilitarem o crescimento do embrião e o estabelecimento da plântula (Bradbeer, 1988).

Forcella (1993) verificou que o máximo de germinação da espécie *Abutilon theophrasti* Medikus foi obtido para um intervalo de temperaturas amenas, caracterizado por um máximo de 23,5 °C e um mínimo de 15,5 °C. Temperaturas amenas de 15°C permitiram, segundo Bouwmeester e Karssen (1993b), um período maior para a germinação das sementes da espécie *Spergula arvensis* L.. Por sua vez, na espécie *Sisymbrium officinale* (L.) Scop., Bouwmeester e Karssen (1993a) observaram que a germinação aumentava com a subida da temperatura dentro do intervalo de 2 a 30 °C.

Temperaturas mais altas favorecem a germinação das sementes das espécies anuais de Verão, tendo sido este facto observado, por Bouwmeester e Karssen (1992), na espécie *Polygonum persicaria* L.. Devido à sua acção, poder-se-á atribuir à temperatura um efeito duplo, ou seja, por um lado é a força condutora das mudanças de dormência e por outro lado, determina a largura do intervalo de germinação (Bouwmeester e Karssen, 1992).

A germinação das sementes na presença de luz obtém-se para pequenas amplitudes de temperatura, enquanto no escuro determinadas espécies requerem acréscimos consideráveis das amplitudes (Thompson e Grime, 1983). Aparentemente, o efeito da luz e das oscilações de temperatura, parece estimular da mesma forma o estado germinativo, mas estes factores não podem ser substituídos um pelo outro (Thompson e Grime, 1983).

No Inverno germinam sementes a determinadas temperaturas somente na presença de luz. No entanto, há outras que nesta estação do ano (mês Fevereiro), germinam com elevadas temperaturas quer na presença ou na ausência de luz, ou seja, são as que têm capacidade para germinarem independentemente da luz (Besnier Romero, 1989; Karssen, 1982). De acordo com as observações de Bouwmeester e Karssen (1993a), as sementes da espécie *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. apresentam essa aptidão.

As sementes de diversas espécies infestantes apresentam elevada sensibilidade em relação à luz (Baskin e Baskin, 1977; Bouwmeester e Karssen, 1996; Caixinhas, 1980;

Froud-Williams *et al.*, 1984), que depende, segundo Botto *et al.* (1998b), da cobertura da vegetação e da profundidade de enterramento. Para estes autores, as práticas agrícolas podem afectar a fotossensibilidade, uma vez que as sementes enterradas adquirem elevada sensibilidade.

Bouwmeester e Karssen (1989), verificaram que o estado germinativo nas espécies *Chenopodium album* L. (Catassol) e *Spergula arvensis* L. (Esparguta) dependeu da presença de luz, ao contrário de *Sisymbrium officinale* L. (Rinchão). Froud-Williams *et al.* (1984), observaram que a germinação das sementes de *Alopecurus myosuroides* Huds., *Veronica arvensis* L. e *Stellaria media* (L.) Villars, foi promovida pela luz do dia.

Para muitas sementes de espécies espontâneas que não apresentam barreiras à absorção da água, o fitocromo tem assim, uma acção importante no controlo da germinação (Taylorson, 1982). De acordo com Taylorson (1982), apresenta-se na Fig. 3.4, um modelo para o estado germinativo de sementes regulado pelo fitocromo.

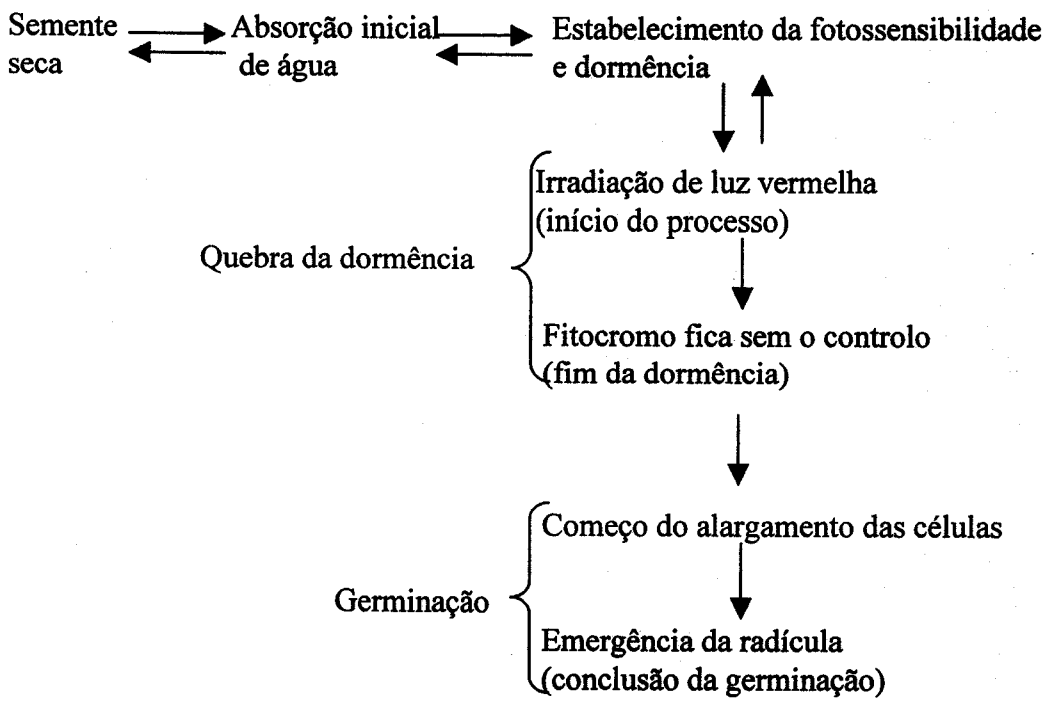


Fig. 3.4 - Modelo do processo que regula a germinação em sementes controladas pelo fitocromo (Taylorson, 1982).

Perante as observações realizadas, Botto *et al.* (1998a), sugeriram que a germinação das sementes de plantas infestantes pertencentes à classe Monocotiledónea dependia em geral menos da luz do que as da classe Dicotiledónea, embora o efeito da exposição a este factor fosse influenciado pela espécie.

Salvo raras excepções, Thompson e Grime (1983), observaram que as espécies cujas sementes germinaram no escuro com temperaturas constantes eram de maior calibre. De acordo com os mesmos autores (Thompson e Grime, 1983), as pequenas requerem

muitas vezes luz, sendo esta uma restrição, que evita a sua germinação em condições de enterramento, até porque o caulículo teria dificuldades em atravessar o solo.

A resposta da germinação das sementes ao oxigénio parece ser muito variável (Caixinhas, 1988; Hilhorst e Karssen, 2000), devido às características do solo, ao teor de água, à profundidade de enterramento e ao oxigénio disponível para o embrião (Hilhorst e Karssen, 2000). Esta disponibilidade depende da estruturas e propriedades químicas do tegumento da semente e de outros tecidos que envolvem o embrião, embora os níveis de oxigénio no solo raramente sejam inferiores a 19% (Hilhorst e Karssen, 2000).

A sensibilidade ao ião nitrato também pode influenciar a germinação, tendo sido verificado por Bouwmeester *et al.* (1994) uma correlação positiva na espécie *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.. O estímulo era dado pelo teor elevado deste ião na própria semente. Encontrando-se também no solo, é para Hilhorst e Karssen (2000) um componente que ocorre naturalmente, estimulando o estado germinativo.

Diversos compostos orgânicos podem induzir ou inibir a germinação das sementes, sendo por vezes aplicados ao solo com o objectivo de promover este estado, para controlar as espécies infestantes. Nestes, incluem-se os herbicidas, que se utilizam para eliminar plantas nocivas, contribuindo para o maneio desta flora (Hilhorst e Karssen, 2000). Geralmente, as giberelinas estão incluídas nos indutores, porque favorecem a germinação das sementes (Côme e Thévenot, 1982; Khan, 1996; Khan e Samimy, 1982; Wareing, 1982). Além dos indutores da germinação, existem substâncias como o etileno, cuja acção é difícil de definir, podendo tanto promover como inibir este estado (Hilhorst e Karssen, 2000).

Dependendo das espécies, os compostos resultantes da decomposição de resíduos das raízes e da parte aérea das plantas, podem estimular a germinação das sementes (Blum *et al.*, 2002). Os provenientes do sistema radical parecem ter maior impacto relativamente aos dos caules e das folhas, devido a estarem localizados próximos das sementes, ocupando e interactuando no mesmo ambiente (Blum *et al.*, 2002).

Igualmente, o ambiente que caracterizou a maturação das sementes, parece afectar a capacidade germinativa (Caixinhas, 1988; Gutterman, 1982). Nessa fase, condições como o comprimento do dia, a temperatura, a luz, a idade da planta progenitora e a posição da semente no fruto ou mesmo na inflorescência, podem influenciar, posteriormente, a germinação (Gutterman, 1982). Para Gray e Thomas (1982), a posição da semente na inflorescência afecta o seu desenvolvimento e a sua composição, podendo assim, estar relacionada com o subsequente estado germinativo.

Em síntese, as sementes para germinarem recebem informação da sucessão das estações, caracterizadas por flutuações de temperatura, por diferentes teores de água, pela presença ou ausência de luz, por maiores ou menores teores de ião nitrato e pela existência de outros factores químicos no ambiente (Hilhorst e Karssen, 2000).

ACÇÃO DA PERTURBAÇÃO DO SOLO NA GERMINAÇÃO

Devido à influência que a perturbação do solo exerce nos factores já referidos (água, temperatura, luz, nitratos e oxigénio), resultante da fragmentação e arejamento, e da própria alteração verificada ao nível da estrutura, as mobilizações podem estimular a germinação (Botto *et al.*, 1998a; Wicks *et al.*, 1995a; Yenish *et al.*, 1992). Além disso, também influenciam a localização das sementes de infestantes e assim beneficiam ou prejudicam o seu estado germinativo (Dyer, 1995; Locke *et al.*, 2002; Lutman *et al.*, 2002; Yenish *et al.*, 1992), ocorrendo muitas vezes o efeito positivo da exposição à luz (Bouwmeester e Karssen, 1996; Hilhorst e Karssen, 2000; Locke *et al.*, 2002; Spitters, 1989). Por sua vez, quando aumenta a profundidade de enterramento, o sucesso do desenvolvimento do embrião varia com as espécies, e está relacionado com o tamanho das sementes e as suas substâncias de reserva (Roberts *et al.*, 1977).

No entanto, o aumento da profundidade de enterramento das sementes limita-lhes a germinação, uma vez que diminuem as oscilações das amplitudes de temperatura (Hilhorst e Karssen, 2000; Murdoch e Ellis, 2000), sendo a ausência da luz, outro factor importante para esta inibição (Hilhorst e Karssen, 2000).

Até a perturbação do solo devido às mobilizações parece promover a germinação de mais sementes na presença de luz do que na sua ausência (Botto *et al.*, 1998a; Dyer, 1995; Jensen, 1992). Porém, as diferenças entre o trabalho de dia e de noite, dependem muito da história agrícola do campo, da estação do ano, dos equipamentos de mobilização e das espécies presentes (Botto *et al.*, 1998a). A variação da resposta pode ter diferentes origens, mas as que mais podem influenciar, são a composição do banco de sementes, os factores ambientais que afectam a sensibilidade à luz e as características do solo perturbado (Benech-Arnold *et al.*, 2000).

Geralmente, a perturbação do solo tende a criar condições favoráveis para a germinação das sementes, uma vez que estas podem regressar à superfície, recebendo a acção da luz e até maiores oscilações de temperatura (Karssen, 1982). Por sua vez, os intervalos abertos entre as plantas, permitem modificar algumas condições do meio ambiente, particularmente a qualidade da luz. Assim, a redução da densidade de plantas favorece o estado germinativo (Benech-Arnold *et al.*, 2000).

Com frequência, a mobilização do solo afecta o número de sementes germinadas, mas não altera o período do ano em que ocorre este estado (Roberts *et al.*, 1977).

Ao melhorar o conhecimento sobre o comportamento da germinação das sementes das espécies infestantes em relação às práticas culturais e às condições meteorológicas, poder-se-á aumentar a oportunidade do maneio dessa flora (Grundy e Mead, 2000).

3.1.2 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA

Propagação vegetativa caracteriza determinadas espécies de infestantes, que se podem reproduzir ou regenerar a partir de fragmentos ou de partes do seu sistema vegetativo sobre condições adequadas (Foley, 2002; Roberts *et al.*, 1977). Esta regeneração é assegurada pelos tecidos meristemáticos, que permitem a rebentação e estão associados com raízes, rizomas, estolhos, tubérculos (Foley, 2002), bolbos e bolbilhos (Roberts *et al.*, 1977). Algumas plantas infestantes multiplicam-se a partir de rebentos nos caules, que são prostrados e incluem as formas de estolhos e de rizomas (Diehl, 1984; Radosevich e Holt, 1984; Roberts *et al.*, 1977).

Outras plantas possuem raízes rastejantes, ou seja, que estão dispostas mais ou menos horizontalmente (Radosevich e Holt, 1984; Roberts *et al.*, 1977). Contudo, há raízes formadas a partir das anteriores, que podem penetrar verticalmente no solo e atingirem grandes profundidades (Roberts *et al.*, 1977). Estes orgãos de multiplicação permitem tanto o crescimento de novos rebentos como de raízes verticais e distinguem-se dos caules prostrados pela ausência das pequenas folhas reduzidas a escamas (Roberts *et al.*, 1977). Os fragmentos destas raízes, devido aos trabalhos efectuados pelas alfaias de mobilização do solo, são capazes de realizar a regeneração (Diehl, 1984; Radosevich e Holt, 1984; Roberts *et al.*, 1977).

Noutras plantas, há uma raíz principal, que armazena as substâncias de reserva para os rebentos florais (Roberts *et al.*, 1977). Ao perturbar o solo, muitas destas plantas podem regenerar quando há enterramento, devido aos fragmentos das suas raízes (Roberts *et al.* 1977).

Orgãos como bolbos, bolbilhos e tubérculos, permitem a propagação das plantas (Roberts *et al.*, 1977), sendo difícil o seu maneio, porque, muitas vezes, estão profundamente enterrados, o que limita a acção sobre esta vegetação (Diehl, 1984). Os bolbos consistem num caule e em folhas reduzidas a escamas carnudas (Radosevich e Holt, 1984). Por sua vez, os tubérculos são o alargamento da parte terminal dos rizomas, caracterizados por extenso armazenamento de tecido e botões axilares (Radosevich e Holt, 1984).

Geralmente, as espécies de propagação vegetativa passam por um período de dormência (Anderson *et al.*, 2001; Dennis, 1996), que é dividida por Anderson *et al.* (2001) em três categorias:

ecodormência - controlada por factores ambientais externos;

paradormência - controlada por factores fisiológicos externos;

endodormência - controlada por factores fisiológicos internos.

Para Dennis (1996), as condições exteriores influenciam a dormência (eco) dos propágulos vegetativos, afectando os orgãos dentro da planta (para) ou sendo o seu efeito dentro do orgão da planta (endo).

O ambiente determina tanto o início como a manutenção da ecodormência, enquanto a paradormência é mantida nos botões axilares e adventícios, provavelmente, pelos factores produzidos nos meristemas em crescimento e nas jovens folhas em expansão (Anderson *et al.*, 2001). Há, no entanto, uma ocorrência comum em quaisquer dos processos de dormência, que é a prevenção do crescimento sobre determinadas condições (Anderson *et al.*, 2001). Assim, os dias curtos parecem ser responsáveis pela indução da dormência nos botões apicais e adventícios das ervas perenes (Anderson *et al.*, 2001).

Dormência de botões ou rebentos que asseguram a propagação vegetativa, tem algumas características em comum com a das sementes (Dennis, 1996). Assim, a temperatura e a acção dos reguladores de crescimento (estímulo ou inibição da germinação), intervêm na dormência de rebentos e sementes, ocorrendo também em muitas espécies, a influência da qualidade da luz (vermelho e vermelho longínquo) e/ou do fotoperíodo (Dennis, 1996).

Uma das características mais importantes destas formas de propagação, é o largo número de propágulos vegetativos que podem ser produzidos (Radosevich e Holt, 1984), ajudando assim, a disseminação das espécies infestantes (Moreira, 1980). Nesta reprodução assexuada, os rebentos representam clones de uma planta com sucesso perante um determinado microambiente, enquanto a população de sementes da reprodução sexuada é a reserva de plantas ainda não testadas no habitat, o que origina uma distinção entre estas multiplicações (Radosevich e Holt, 1984).

As espécies infestantes de multiplicação vegetativa têm uma considerável tolerância aos condicionalismos ambientais e podem reproduzir-se de forma eficiente sobre condições subóptimas ou extremas (Radosevich e Holt, 1984). Devido ao desenvolvimento da descendência vegetativa, mantém prontamente a população local.

Todavia, a reprodução vegetativa é, provavelmente, beneficiada pela perturbação do solo (Radosevich e Holt, 1984). Mobilizações superficiais do solo ou uma lavoura inicial realizada pela charrua de aivecas seguida da utilização de equipamentos de perturbação da camada superficial do solo no Outono, podem favorecer as plantas de propagação vegetativa (Boström e Fogelfors, 1999). Os trabalhos efectuados por essas alfaias, quebram os propágulos destas infestantes, que são dispersos no perfil do solo (Boström e Fogelfors, 1999).

Em síntese, a mobilização do solo auxilia a separação de novos indivíduos, cortando os orgãos de rebentação e criando fracções mais pequenas, que são distribuídas ao acaso nestes ambientes perturbados, enquanto na ausência de mobilizações, a dispersão ocorre naturalmente (Roberts *et al.*, 1977), com menor intensidade.

3.1.3 EMERGÊNCIA DAS PLÂNTULAS

A emergência pode ser definida pela observação do aparecimento da plântula, ou seja, da sua parte aérea (Forcella *et al.*, 2000; Radosevich e Holt, 1984). Nas infestantes existem algumas dificuldades em determinar este estado ou pelo menos em 50% dos indivíduos da população, devido a ocorrer num largo espaço temporal, para o que contribuem as diferentes espécies que constituem a população. No entanto, é um dos mais importantes estados fenológicos para o sucesso das plantas anuais, uma vez que o tempo de emergência condiciona em diversas ocasiões a capacidade competitiva com as plantas vizinhas, a probabilidade de infecções causadas por agentes patogénicos, a reprodução através da floração e a maturação das sementes (Forcella *et al.*, 2000). Assim, o conhecimento do tempo e da extensão deste estado, tem utilidade, quando estudamos as interacções entre cultura e infestantes.

Segundo Forcella (1998), o cálculo do "tempo de emergência", é um índice das plântulas emergidas em determinado momento relativamente à estimativa do potencial de plântulas infestantes do ano, que varia de zero a cem. O valor é alto perante óptimas condições climáticas, mas para temperaturas baixas (frio) e/ou secura, a emergência pode ser lenta e com fraca expressão numérica ou até mesmo cessar. Sobre extremas condições de secura ou de frio, pode nunca atingir até ao fim da estação de crescimento o seu potencial máximo (100%). Normalmente, após o aparecimento de plântulas registam-se valores relativamente altos. Para Roberts *et al.* (1977), as condições físicas adversas do solo atrasam este estado das jovens plantas infestantes, mas será difícil a mudança do pico de nascimento que caracteriza uma estação. Assim, em solo não perturbado pode ser atrasado o nascimento da flora infestante (Rahman *et al.*, 2000).

Para Roberts (1984), as plântulas emergidas representam uma pequena percentagem relativamente ao banco de sementes, geralmente, não mais que 5%. Porém, a proporção de emergência é superior em solo perturbado (mobilizado) comparativamente ao solo não perturbado e aumenta o número de plântulas nascidas quando as condições são mais favoráveis.

Essencialmente, a emergência potencial é um indicador do banco de sementes não dormentes. Para alguns autores (Hilhorst, 1998; Grundy *et al.*, 1996), somente as sementes que estão na camada superficial do solo, numa espessura de aproximadamente 5 cm, contribuem de forma significativa para a população emergida. Um valor elevado corresponde a condições climáticas favoráveis, mas, quando essas condições são limitantes pode ser induzida a dormência das sementes e diminuirá o aparecimento de plântulas (Forcella, 1998). A garantia do sucesso da emergência das plântulas no campo, está assim, dependente da germinação ocorrer no tempo apropriado e no local adequado (Hilhorst e Karssen, 2000).

FACTORES QUE CONDICIONAM A EMERGÊNCIA DAS PLÂNTULAS

De acordo com as observações efectuadas por Grundy e Mead (2000), os valores de temperatura foram os dados meteorológicos mais importantes para prever a emergência das plantas de algumas espécies vegetais. Porém, também foi verificada a acção da precipitação, a qual influenciou o teor de humidade do solo. Este é determinante, apesar do seu efeito só começar quando a temperatura requerida por determinada espécie for satisfeita (Grundy e Mead, 2000), porque influencia a duração do período de emergência e o tempo necessário para se verificar este estado vegetativo.

Portanto, está sujeita às condições ambientais do solo, nomeadamente, à temperatura (Caixinhas, 1988; Forcella *et al.*, 2000; Froud-Williams, 2001), à água, à composição do ar (oxigénio, dióxido de carbono, vapor de água e etileno) e à qualidade da luz. Qualquer destes factores varia nos meios naturais em função dos elementos climáticos, como são a precipitação e a radiação, sobre os quais, o homem directamente não tem controlo. Aliás, segundo Roberts (1984) e Spitters (1989), o padrão de distribuição da precipitação afecta a emergência das plântulas, podendo ser prejudicada quando a camada superficial do solo seca rapidamente. Porém, existem outros factores, como a perturbação do solo realizada pelas mobilizações (Jensen, 1995; Marginet *et al.*, 2000; Rahman *et al.*, 2000; Roberts, 1984), os resíduos na superfície do terreno (Blum *et al.*, 1997; 2002; Forcella *et al.*, 2000; Lehman e Blum, 1997), a fertilidade, a salinidade e a compactação, que influenciam o aparecimento das plântulas e podem ser manipulados através da actividade humana (Forcella *et al.*, 2000).

Como a emergência das plântulas é influenciada pelo teor de humidade do solo (Caixinhas, 1984; 1988; Froud-Williams, 2001; Grundy e Mead, 2000; Marginet *et al.*, 2000; Roberts, 1984; Spitters, 1989), quando os valores de água no solo são altos, correspondendo, por exemplo, à tensão de humidade de aproximadamente 100 centímetros de água (0,1 atmosferas), pode ser inibido este estado devido às condições de anaerobiose (Spitters, 1989). Perante situações de secura até ao coeficiente de emurchecimento, reduz--se a possibilidade de emergirem as plântulas (Spitters, 1989). Contudo, há também os efeitos das espécies e das características do solo (Spitters, 1989).

Devido à perturbação do solo causada pelos trabalhos de mobilização, pode ocorrer a dessecação e o enriquecimento em azoto (ião nitrato) resultante da mineralização da matéria orgânica, sendo alargado o período para a possível emergência das plântulas, em consequência de ter sido influenciada a estação de dormência (Bouwmeester e Karssen, 1989).

Alguns resíduos apresentam capacidade alelopática, podendo afectar o nascimento das plântulas daninhas, que depende das espécies que emergem e das que contribuiram

para a presença dos restos vegetais, da idade destes e das condições ambientais (Lehman e Blum, 1997).

Apesar da influência exercida na emergência das plântulas pelas condições do solo, pode ocorrer alguma variação devido ao clima e ao ambiente sentido pela planta progenitora durante o desenvolvimento da semente na fase de formação e maturação, e na época de colheita (Gray e Thomas, 1982). Este impacto do habitat na semente que está a desenvolver-se na planta mãe, parece que poderá interferir mais tarde no primeiro estado (germinação) do ciclo vegetativo de uma nova planta e, consequentemente, afectará os estados seguintes.

PADRÕES DE EMERGÊNCIA DAS PLÂNTULAS

Estudos e verificações realizadas em campos onde o solo não tinha sido perturbado, têm demonstrado que a germinação das sementes e a posterior emergência das plântulas de espécies espontâneas, ocorrem em intervalos específicos durante todo o ano. O seu aparecimento verifica-se, às vezes, dentro de um curto período de tempo, pelo que o fluxo é seguido por um pequeno espaço temporal de germinação (Karssen, 1982). Os fluxos de infestação estão muitas vezes associados com a precipitação, mas a influência parece ser mais óbvia perante condições de secura (Grundy e Mead, 2000).

Para Benech-Arnold *et al.* (2000), as sementes das espécies anuais de Outono--Inverno podem ser classificadas em estritas ou facultativas em função do período de emergência ser estritamente limitado ao Outono ou não. Durante o Inverno, a temperatura do solo é frequentemente inferior à temperatura mínima de germinação, prevenindo assim, este estado. Aliás, estas temperaturas podem induzir a dormência secundária, sendo estas espécies estritas, ou seja, a germinação das suas sementes e a emergência das suas plântulas é estritamente condicionada ao Outono (Baskin e Baskin, 1985; Bouwmeester e Karssen, 1996). Nas espécies de Outono-Inverno facultativas, o decréscimo da temperatura máxima para a germinação provocado pela exposição às baixas temperaturas de Inverno é menor. Isto possibilita a germinação das sementes durante a Primavera, que, segundo Baskin *et al.* (1993), tinham entrado em dormência condicional na estação anterior. De acordo com Kruk e Benech-Arnold (2000), as espécies *Carduus acanthoides* L. e *Anagallis arvensis* L. são anuais de Inverno facultativas, podendo emergir tanto no Outono como na Primavera.

Segundo Vleeshouwers e Bouwmeester (2001), a emergência das plântulas anuais de Primavera-Verão também pode ser restrita à estação da Primavera, conforme observaram na espécie *Polygonum persicaria* L.. No entanto, verificaram que há outras, como a *Spergula arvensis* L. e *Chenopodium album* L., caracterizadas pelo início do nascimento das jovens plantas na Primavera, mas podendo prolongar-se durante o Verão

até ao Outono. Roberts (1984), também constatou que a emergência de plântulas das espécies *Chenopodium album* L. e *Polygonum aviculare* L. era maior quando se perturbava o solo no início da Primavera.

Assim, as plantas das espécies da flora infestante apresentam um dos seguintes quatro padrões de emergência. Predominantemente no Outono, Outono e Primavera, restrita à Primavera ou indiferentes à estação (Froud-Williams, 1999; 2001). Muitas espécies da classe Dicotiledónea apresentam um período de emergência das jovens plantas no Outono e na Primavera, enquanto as Monocotiledóneas têm, geralmente, um pico de nascimento das suas plântulas no Outono (Froud-Williams, 1999).

Em climas temperados, com a alternância das estações do Verão quente e seca com a do Inverno fria e húmida, a germinação das sementes e a consequente emergência das plântulas de diversas espécies é limitada ao Outono e ao início do Inveno (Karssen, 1982). Normalmente, a emergência ocorre em condições de campo quando o nível de dormência das sementes é mínimo, por isso, qualquer estratégia deve procurar conhecer a dinâmica da taxa de germinação e as condições ambientais favoráveis a este estado (Forcella *et al.*, 2000).

PREVISÃO DA EMERGÊNCIA DAS PLÂNTULAS

Para conseguir prever a emergência, podemos recorrer a modelos (Forcella *et al.*, 2000; Marginet *et al.*, 2000), os quais são mecanísticos ou empíricos. Enquanto os primeiros apresentam elevada sensibilidade e geralmente apenas uma variável em estudo, os empíricos tem menor precisão sobre o estudo de uma determinada variável, até pela presença de outras, cujo exemplo pode ser a combinação da temperatura com a água útil do solo (Forcella *et al.*, 2000).

Como qualquer das duas variáveis referidas (água útil e temperatura), exercem um efeito determinante no crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais, incluindo os primeiros estados do seu ciclo de vida, parece ser importante a verificação de ambas, em estudos sobre o aparecimento de plantas (Caixinhas, 1984; Forcella, 1998). Este acréscimo de informação, contribuirá para o maneio de infestantes, favorecendo a oportunidade e o custo do emprego dos meios utilizados (físicos e/ou químicos) na condução da flora nociva (Forcella, 1993; Forcella *et al.*, 2000).

Assim, uma estimativa realista do tamanho, do tempo e da duração do fluxo da emergência das jovens plantas infestantes da cultura, é necessária, para prever o período óptimo de controlo de infestação, aplicando com sucesso estratégias alternativas de eliminação das plantas prejudiciais (Grundy *et al.*, 1999). Por vezes, a acção das práticas culturais condiciona estes parâmetros, podendo determinar a velocidade com que emergem as plântulas (Post e Wijnands, 1993).

Relembra-se, que ao perturbarmos o solo através de uma mobilização, espera-se um aumento do número de plântulas nascidas (Marginet *et al.*, 2000; Rahman *et al.*, 2000; Roberts, 1984). Todavia, o modelo para a emergência pode não apresentar diferenças acentuadas, por isso, a curva do nascimento de ervas espontâneas parece não estar associada com o tempo de exposição do solo perturbado.

Por sua vez, o número e a composição da flora de ervas espontâneas que se desenvolvem após a perturbação do solo, dependem das características do banco de sementes e do período do ano (água disponível e temperatura) em que decorre essa acção sobre o terreno (Roberts, 1984).

3.2 ASPECTOS RELACIONADOS COM O CRESCIMENTO

Para procurar e aplicar estratégias de controlo da infestação, é necessário conhecer algumas características associadas ao crescimento de plantas infestantes. Por um lado, este conhecimento permite classificar as plantas e por outro, melhora a informação sobre a adaptação ao ambiente e a forma como se distribuem no espaço e no tempo as respectivas populações.

Sabendo como a infestação se foi estabelecendo e crescendo nos sistemas de agricultura, onde algumas espécies apresentam maior adaptabilidade e por esta via começaram a dominar no respectivo habitat, há um maior apoio, para decidir que meio ou meios são necessários aplicar no maneio da infestação.

Como foi referido, o crescimento das plantas invasoras é com muita frequência usado para as classificar, existindo uma primeira divisão em herbáceas e arbustivas. As herbáceas podem-se agrupar de acordo com o seu porte em erectas e prostradas. Nas arbustivas temos os arbustos e as árvores (Bridges, 1995).

Quanto ao crescimento, há ainda um esquema usado na classificação baseado no número de cotilédones. As plantas originadas a partir de sementes pertencem à divisão das Espermatófitas, que compreende as subdivisões das Angiospérmicas e das Gimnospérmicas. Bridges (1995) refere que as infestantes são geralmente Angiospérmicas, encontrando-se repartidas por duas classes: Monocotiledónea e Dicotiledónea. Na Monocotiledónea há algumas famílias como as Gramíneas, as Ciperáceas, as Liliáceas e as Tifáceas, sendo as plantas vulgarmente conhecidas por folha estreita devido à forma de crescimento deste orgão. Na Dicotiledónea existem várias famílias, sendo a quantidade relativamente superior à da classe Monocotiledónea e as plantas são muitas vezes designadas de folha larga, também por causa da forma de crescimento.

Algumas características das plantas permitem então classificá-las nas respectivas classes (Monocotilédonea e Dicotiledónea) e no Quadro 3.1 apresenta-se uma síntese de algumas diferenças que ajudam à sua distinção.

Quadro 3.1 - Síntese de algumas diferenças nas características das plantas Moncotiledóneas e Dicotiledóneas (Adaptado de Franco, 1971; Vasconcelos,1971; Häfliger *et al.*, 1975).

ASPECTOS BOTÂNICOS	MONOCOTILEDÓNEAS	DICOTILEDÓNEAS
Cotilédones	Um	Dois
Sistema radicular	Fasciculado	Em geral aprumado
Nervação da folha	Em geral paralelinérvea	Geralmente reticulada (em forma de rede)
Feixes vasculares primários no caule	Dispersos (espalhados em várias direcções)	Em círculo (anel)
Câmbio vascular com verdadeiro crescimento secundário	Ausente	Em geral presente
Divisão da flor	Geralmente em três partes	Geralmente em quatro ou cinco partes

No campo, as plantas infestantes são raramente distribuídas ao acaso ou regularmente e, geralmente, encontram-se em agregados de várias maneiras (Fernández--Quintanilla, 1997; Garibay *et al.*, 2001; Gonzalez-Andujar e Saavedra, 2003; Wallinga, 1995), aparecendo em grupos e formando manchas (Colbach *et al.*, 2000b; Wallinga, 1995). Estes fluxos devem-se aos mecanismos de dispersão (Garibay *et al.*, 2001; Wallinga, 1995), à variação das condições do solo e às estratégias de maneio das culturas e do solo (Garibay *et al.*, 2001). No entanto, elas não permanecem estáticas, movendo-se no campo com o auxílio de diferentes meios (Fernández-Quintanilla, 1997).

A duração ou comprimento do seu ciclo de vida é um dos métodos mais comuns utilizado na classificação. De acordo com este aspecto do crescimento, distinguem-se três grupos de espécies infestantes: anuais; bianuais, e plurianuais ou perenes. Embora nos sistemas de sequeiro extensivo dominem as espécies anuais, é relevante a caracterização das ervas daninhas de acordo com a duração do seu ciclo, para realizar o maneio da infestação. O conhecimento acerca do ciclo de vida e da influência do ambiente ajuda, conforme refere Bridges (1995), a desenvolver estratégias para o controlo de plantas infestantes.

3.2.1 CICLO DE VIDA ANUAL

As infestantes com ciclo anual são plantas que completam a sua vida desde a emergência até à maturação fisiológica da semente em um ano ou menos (Bridges, 1995; Häfliger *et al.*, 1975; Muzik, 1970; Roberts *et al*, 1977), ou seja, emergem a partir da semente, crescem e produzem flor e semente durante um período igual ou menor do que um ano (Fig. 3.5). Conforme o seu padrão de desenvolvimento, dividem-se em plantas com hábitos de crescimento de Inverno ou de Primavera, decorrendo a germinação das sementes respectivamente desde o início do Outono até ao Inverno e a partir do início da Primavera (Bridges, 1995; Muzik, 1970).

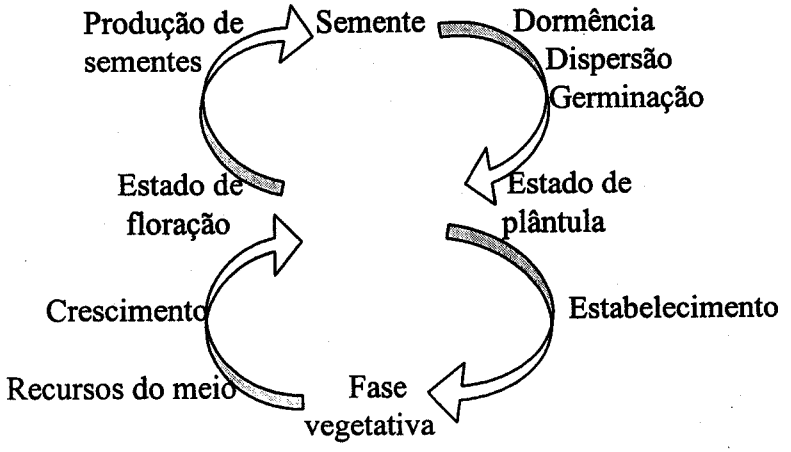


Fig. 3.5 - Esquema do ciclo de vida das plantas anuais (Adaptado de Radosevich e Holt, 1984).

Muitas destas espécies, apresentam sementes que germinam descontinuamente, por cima de um extenso intervalo de condicionalismos ambientais e a emergência ocorre sobre situações de perturbações criadas com a agricultura. As plantas crescem rapidamente e reproduzem-se até sobre condições adversas (Bridges, 1995). No entanto, segundo Spitters (1989), a variação da densidade populacional de infestantes de ciclo anual depende da produção de sementes e da manutenção da sua viabilidade (Fig. 3.6).

Estas plantas anuais podem apresentar diferentes padrões de distribuição e estes manifestam-se em escalas de espaço e de tempo com interesse para o seu controlo (Wallinga *et al.*, 2002). Contudo, são espécies que podem ser facilmente controladas, empregando meios culturais, mecânicos e químicos (Bridges, 1995). Na luta cultural há um controlo táctico, podendo ser particularmente eficiente na minimização da produção de semente dentro do habitat e ainda na prevenção da entrada de semente nesse local (Bridges, 1995). Nos meios mecânicos, existem os equipamentos de mobilização do solo que exercem uma acção eficaz, quando as plantas estão no início da fase vegetativa. Os meios

químicos permitem realizar o seu controlo, embora as plantas velhas e maiores sejam, no geral, mais difíceis de eliminar do que as plantas jovens e pequenas (Bridges, 1995).

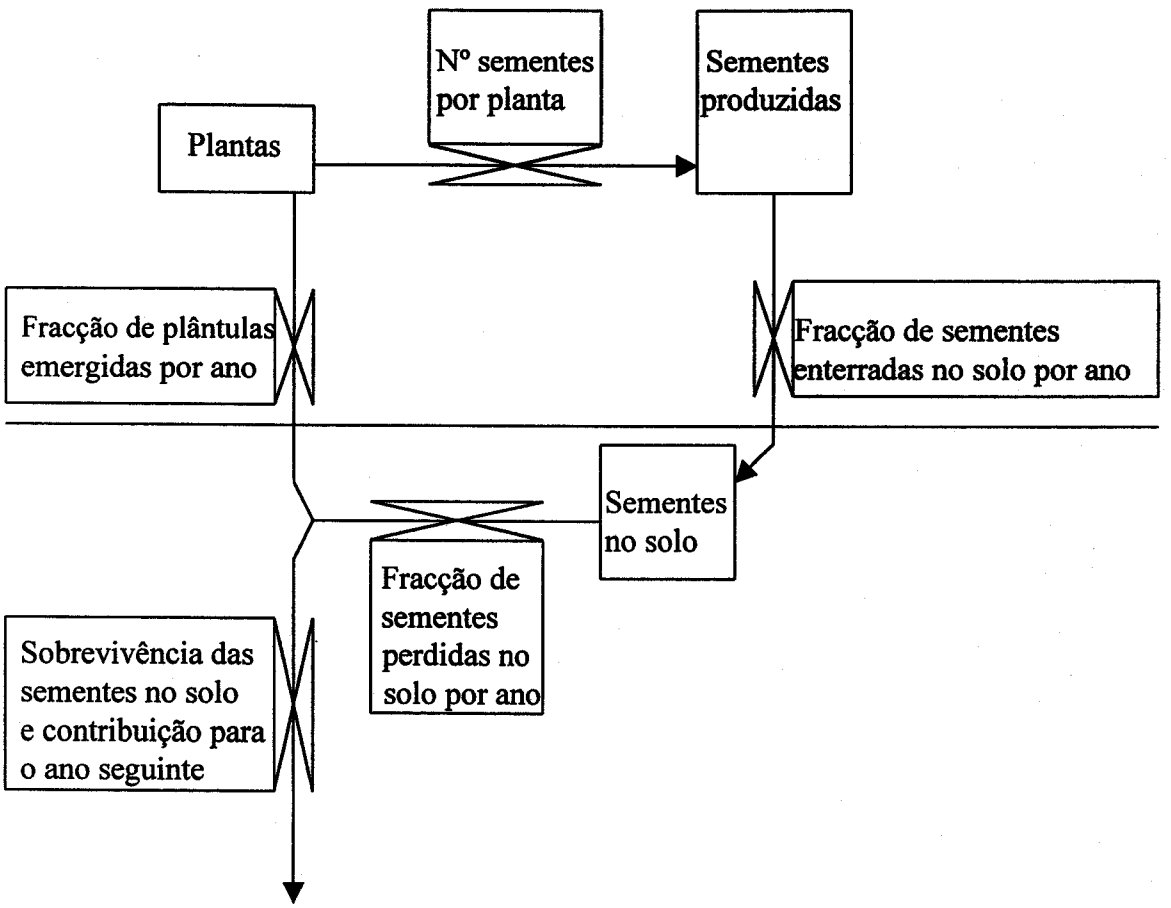


Fig. 3.6 - Um fluxograma simples para uma população de infestantes de ciclo anual (Adaptado de Spitters, 1989).

3.2.2 CICLO DE VIDA BIANUAL

As plantas com ciclo bianual vivem mais do que um, mas menos do que dois anos. Assim, os estados de germinação e de emergência, e o crescimento vegetativo, decorrem no primeiro ano, durante o qual a disposição foliar forma uma roseta. Após o período de frio iniciam o desenvolvimento das peças florais, florescem e produzem semente durante o segundo ano (Bridges, 1995; Häfliger *et al.*, 1975; Muzik, 1970; Roberts *et al.*, 1977). No entanto, quando a floração é prevenida, muitas plantas podem continuar a viver produzindo flores no ano seguinte, mas são consideradas bianuais, porque se completa o seu ciclo de vida e apenas a floração acontecerá um ano mais tarde (Bridges, 1995).

Neste grupo, há pouca abundância de espécies, sendo a quantidade menor relativamente às anuais e às plurianuais. Por sua vez, qualquer mobilização ou perturbação

do solo, interrompe muitas vezes o seu ciclo de vida, por isso, pode ser um meio efectivo no controlo destas plantas infestantes. Quanto à utilização do controlo táctico (meio cultural), é mais eficaz desde o estado de plântula até ao de formação da roseta (Bridges, 1995).

3.2.3 CICLO DE VIDA PLURIANUAL

As plantas das espécies plurianuais, são aquelas, em que as estruturas vegetativas vivem mais que dois anos, tipicamente por renovação do crescimento, com o mesmo sistema radical (Bridges, 1995; Radosevich e Holt, 1984). Outra particularidade destas plantas, é a sua forma de disseminação, sendo com muita frequência, capazes de se propagarem vegetativamente (Bridges, 1995; Foley, 2002; Muzik, 1970), sem recorrer a qualquer processo reprodutivo envolvendo a floração (Bridges, 1995). A sua reprodução pode ser assim por semente (reprodução sexuada) ou através de estruturas vegetativas (raízes, rizomas, estolhos, bolbos, tubérculos), ou seja, reprodução assexuada (Fig. 3.7).

Diversas espécies perenes produzem sementes que germinam durante a estação do Outono. As plantas sobrevivem no período do Inverno formando uma roseta, que muitas vezes requer vernalização para a indução floral (Hilhorst,1998). Apesar desta capacidade de reprodução sexuada, a propagação vegetativa ou assexuada é importante na dispersão desta flora (Muzik, 1970).

Normalmente, as plantas herbáceas perenes reproduzem-se por semente e não por propagação vegetativa, embora quando parte da planta é prejudicada possa haver regeneração. As herbáceas sobrevivem em estações desfavoráveis e recomeçam o crescimento através dos orgãos que estiveram em dormência como raízes, rizomas (especialmente os tecidos enterrados), bolbos e tubérculos. Porém, sob certas condições, elas até podem produzir semente no ano do estabelecimento (Fig. 3.7). As herbáceas trepadeiras produzem semente, mas propagam-se vegetativamente através de orgãos como raízes, rizomas, estolhos e tubérculos. Apesar das arbustivas não estarem incluídas nas espécies dominantes dos sistemas de cereais, poder-se-á referir, que existem muitas destas espécies com reprodução por semente, mas também podem regenerar-se a partir de botões vegetativos e propagar-se por meio de rebentos (Bridges, 1995).

As infestantes com ciclo plurianual são difíceis de controlar devido aos diferentes processos de propagação, sendo muitas delas propagadas ou regeneradas através de estruturas vegetativas. Nas perenes reproduzidas por semente, o estado de planta jovem (estado inicial do seu ciclo) é o mais adequado para a sua eliminação. Mas, além deste estado ou quando a propagação das plantas é principalmente vegetativa, há muitas dificuldades no seu controlo. Qualquer actuação nestas espécies parece ser mais eficaz

integrando meios culturais, mecânicos e químicos, sendo fundamental, controlar os agrupamentos ou agregados das plantas plurianuais antes de ocorrer a sua difusão.

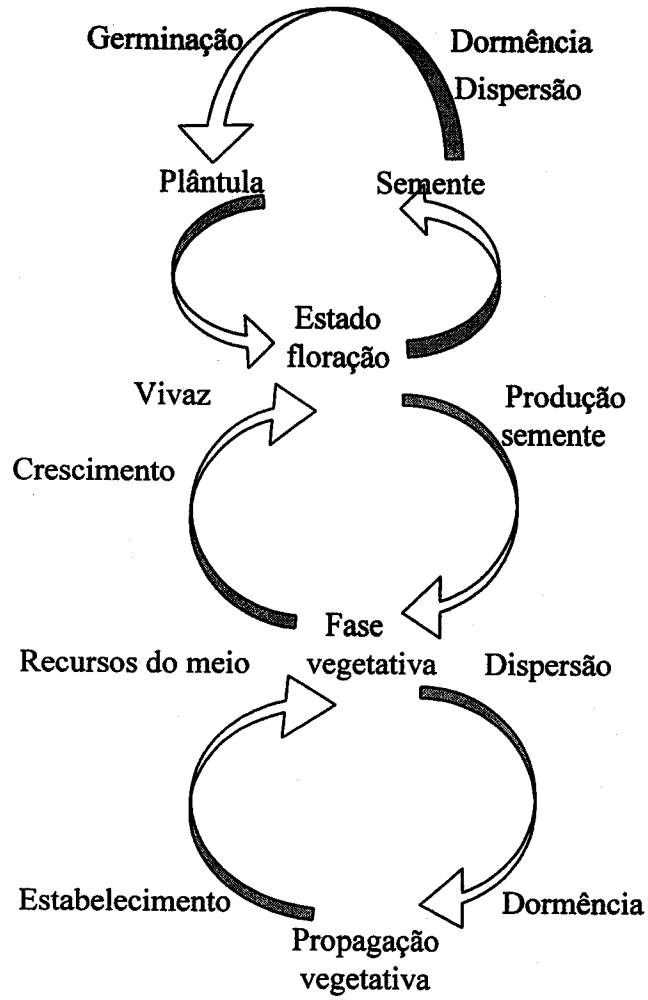


Fig. 3.7 - Esquema do ciclo de vida das plantas plurianuais com reprodução por semente e/ou por via vegetativa (Adaptado de Radosevich e Holt, 1984).

3.3 ESTABELECIMENTO NO AMBIENTE AGRÍCOLA

O estabelecimento das plantas infestantes em qualquer ambiente, beneficia do contributo de uma elevada produção de semente, do sucesso de um indivíduo obtido a partir de uma semente e da germinação escalonada das sementes, que é garantida por vários mecanismos de dormência (Bridges, 1995). Estas características permitem-lhes, estabelecerem-se durante largos períodos de tempo, desde que estejam reunidas as condições favoráveis (Bridges, 1995; Foley, 2002). Deste modo, assegura-se a sua sobrevivência sob condições de perturbação verificadas em muitas zonas agrícolas (Bridges, 1995).

Diversas plantas invasoras apresentam grande rusticidade e conseguem invadir e fixar-se facilmente nos sistemas agrícolas, até porque a germinação das suas sementes é favorecida pela perturbação do solo relativamente à não perturbação e às zonas sem utilização agrícola, não esquecendo outros factores que contribuem para o seu estabelecimento, como a humidade e o nível de azoto no solo (Bridges, 1995). Portanto, muito do seu sucesso na agricultura deve-se a algumas características, que podem explicar a sua presença em habitats feitos pelo homem (Maillet e Lopez-Garcia, 2000).

Para o estabelecimento das infestantes, também contribui a dispersão das suas sementes (Bridges, 1995; Wallinga *et al.*, 2002), que pode ocorrer, como foi referido anteriormente, com o auxílio dos animais, da água, do vento e do transporte através dos equipamentos mecânicos utilizados pelo homem. A ajuda destes meios garante a invasão de ervas daninhas nos sistemas agrícolas (Bridges, 1995).

Outro aspecto que ainda favorece bastante o estabelecimento destas plantas, é a capacidade das suas sementes germinarem sob grandes intervalos de temperaturas e de teores de humidade do solo, facilitando a sua perpetuação, devido às populações serem, em geral, mais heterogéneas que as das culturas com as quais estão associadas. Esta heterogeneidade resulta de uma menor pressão de selecção, uma vez que o melhoramento das plantas cultivadas tem procurado a estabilidade e a homogeneidade, podendo a maior variabilidade aumentar o nível de sobrevivência no interior das populações (Bridges, 1995).

Após a emergência das plântulas, existem algumas características que permitem a sua sobrevivência. Assim, no início da fase vegetativa há um rápido crescimento das folhas, dos caules e das raízes, contando em algumas espécies com as reservas das sementes ou dos orgãos de propagação vegetativa, garantindo-lhes uma boa ocupação do espaço (Bridges, 1995).

Por outro lado, a flexibilidade dentro das espécies dá às plantas capacidade de tolerarem diversos ambientes, nomeadamente, as oscilações das condições meteorológicas. Por exemplo, quando expostas a condições de secura podem acontecer modificações anatómicas, fisiológicas e/ou boquímicas, para salvaguardarem a sobrevivência. Nas situações em que existe a acção da sombra, podem ocorrer alterações da área foliar específica (Bridges, 1995).

Apesar desta facilidade de ajustamento face às modificações do meio, este apresenta, segundo Allen e Meyer (1998), alguns riscos primários para o estabelecimento das plântulas da flora infestante, nomeadamente a secura e o frio, que dependem das condições do habitat. Neste existe um determinado microclima em função das condições climáticas e da superfície do solo, e das características físicas do solo (Allen e Meyer, 1998). Nos primeiros estados, as condições da zona das sementes controlam a dormência e a germinação, afectando também o crescimento da radícula e do caulículo, a emergência e

o estabelecimento das plântulas (Akobundu, 1997; Allen e Meyer, 1998). O habitat condiciona, igualmente, o crescimento e a sobrevivência das plantas (Akobundu, 1997; Allen e Meyer, 1998), podendo a mortalidade, segundo Allen e Meyer (1998), ocorrer em qualquer estado (Fig. 3.8).

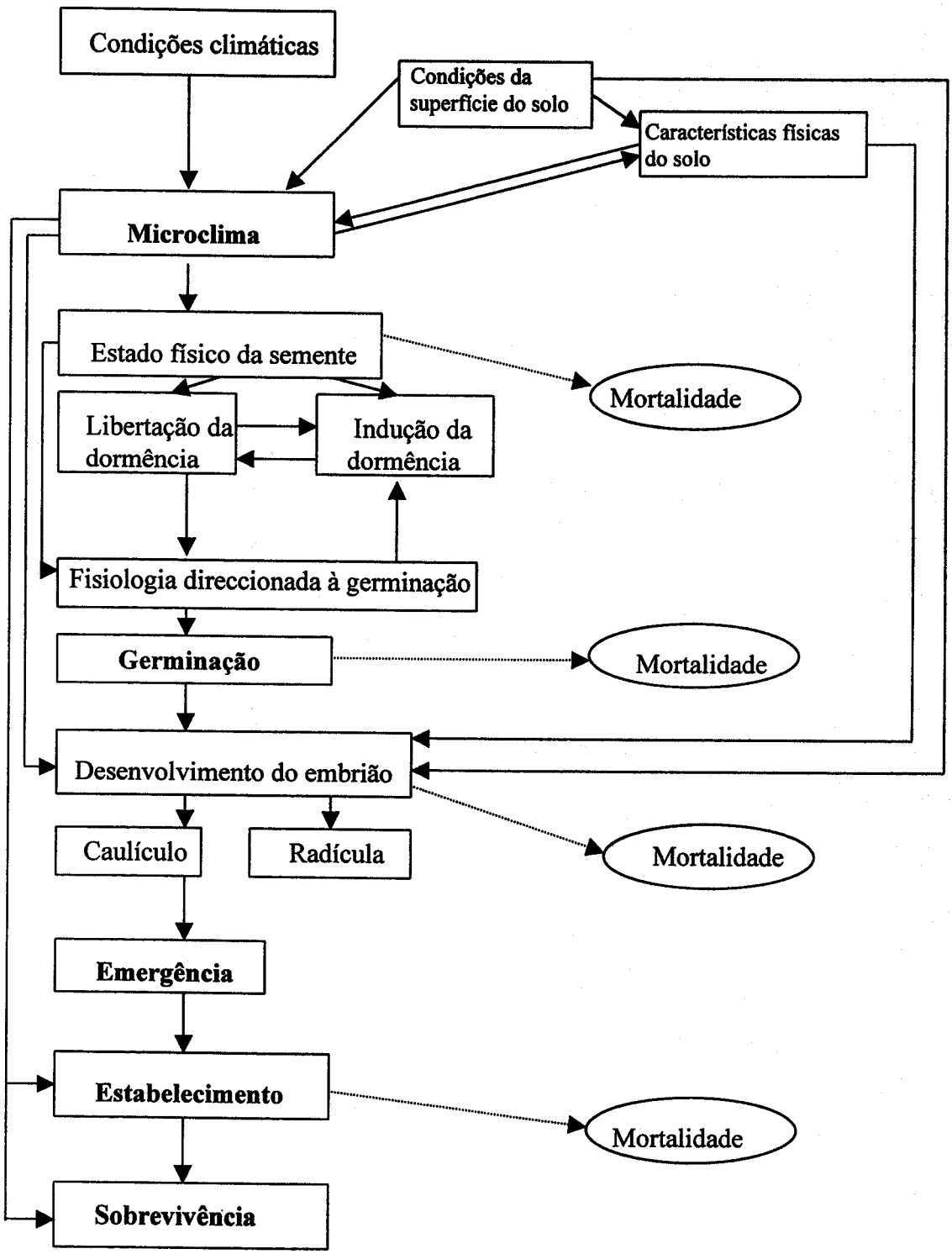


Fig. 3.8 - Diagrama representativo da influência do microclima do habitat no nascimento, estabelecimento e sobrevivência da flora infestante (Adaptado de Allen e Meyer, 1998).

3.4 ADAPTAÇÃO DAS POPULAÇÕES AO HABITAT AGRÍCOLA

O conhecimento de onde, quando e quanto as infestantes evoluiram é uma importante ferramenta para explorar nas estratégias propostas e empregues no seu controlo (Bridges, 1995). Para Maillet e Lopez-Garcia (2000), a criação de um banco de dados a nível mundial permitiria melhorar o conhecimento sobre a flora invasora. Este poderia ser usado, para limitar a introdução de plantas voluntárias como para erradicar tão cedo quanto possível as espécies que apresentassem um risco elevado.

Diversas plantas, infestantes e das culturas, têm elevado grau de elasticidade fenotípica, sobretudo plantas do mesmo genótipo em igual estado vegetativo podem apresentar diferenças morfológicas, dependendo da história ambiental durante o crescimento. Assim, a fenologia é afectada pelo fenótipo, enquanto a flexibilidade fenotípica é, em parte, regulada pela fenologia (Martínez-Ghersa *et al.*, 2000a). Em culturas anuais, o ciclo de vida compatível com as plantas daninhas parece ser o principal factor de selecção, que permite o sucesso da flora nociva (Maillet e Lopez-Garcia, 2000).

A população de infestantes é afectada pela sucessão, evolução e interferência (principalmente a competição). A sucessão é a mudança gradual na composição das espécies da comunidade. As alterações contínuas no meio físico e na composição das espécies, dão origem a um sistema dinâmico caracterizado por complexas interacções bióticas-abióticas. A evolução é o processo principal de adaptação das espécies a novos meios e diferenciação de novas espécies. No geral, está aceite, que muitas populações de infestantes surgiram de plantas selvagens (silvestres), em que o processo de colonização decorreu através da selecção e da adaptação às perturbações contínuas do habitat. No entanto, também podem ter origem nas plantas cultivadas ou até em hibridações entre culturas e plantas silvestres. Assim, é evidente que as infestantes evoluem de forma contínua em resposta ao desenvolvimento das actividades humanas (Martínez-Ghersa *et al.*, 2000a).

Por sua vez, a interferência é um processo que ocorre ao nível de indivíduos durante os estados ontogénicos do seu ciclo de vida. Devido à planta e ao meio, no qual existe, se afectarem mutuamente, verificam-se transformações em ambos (Martínez-Ghersa *et al.*, 2000a).

Para Martínez-Ghersa *et al.* (2000a), as ervas silvestres foram transformadas nos campos desde o início das modernas técnicas de cultivo, através das queimadas e das perturbações causadas no solo pelos trabalhos de mobilização, tendo, provavelmente, diminuído de forma significativa a quantidade dessas plantas. No início da utilização das modernas técnicas, existiam algumas condições favoráveis à produtividade das culturas, como solos menos degradados, mais ricos em nutrientes e menor competição de infestantes. Utilizando o solo com cultivos e perturbações sucessivas, foi-se deteriorando o

ambiente, devido à erosão, extracção de nutrientes, acidificação e compactação. Este processo contínuo de modificações, causou alterações nas infestantes dos sistemas agrícolas e levou ao aparecimento de espécies dominantes (Fig. 3.9 a-d).

Com as infestantes dominantes surgiram os problemas causados pela intensificação da competição, por isso, houve redução da produção das culturas, impedindo-as de maximizarem o seu rendimento. Por outro lado, verificou-se que as técnicas de mobilização do solo não resolviam de forma eficaz esta situação, tendo então sido descobertos os herbicidas selectivos, que são produtos químicos capazes de controlar as espécies indesejadas sem danificar a cultura, maximizando e estabilizando a sua produção (Fig. 3.9 e). Através destas práticas culturais reduziu-se a densidade de infestação e aumentou-se a pressão de selecção (Martínez-Ghersa *et al.*, 2000a).

Devido à pressão de selecção exercida em alguns componentes da comunidade, desenvolveu-se a resistência aos herbicidas (Fig. 3.9 f). Na última década ocorreu um acréscimo na intensificação da selecção, reduzindo-se a variabilidade das infestantes (Martínez-Ghersa *et al.*, 2000a).

Sintetisando, as mudanças sucessivas têm originado modificações evolutivas, tais como o aspecto vegetativo, as resistências aos herbicidas e os curtos intervalos de temperatuas que permitem a germinação das sementes. Esta tendência poderá sofrer inversões com a expansão de técnicas alternativas de preparação do solo, cujo exemplo é o da mobilização de conservação, particularmente da mobilização nula.

Para Maillet e Lopez-Garcia (2000), as características dos grupos de espécies presentes em cada região são claramente relacionadas com as práticas de maneio, tais como: períodos de sementeira ou de colheita, os quais determinam o tempo que as sementes das plantas infestantes necessitam para estarem maduras. No longo prazo, a mudança na flora nociva será dirigida pela interacção entre o ambiente (características do solo e humidade), a perturbação do solo (mobilização), a rotação e tipo de culturas, o tempo e a prática de maneio da infestação (Shrestha *et al.*, 2002). Assim, os processos que determinam as modificações ao nível da infestação são complexos (Shrestha *et al.*, 2002).

Qualquer adaptação de espécies vegetais em campos cultivados causa interacções positivas ou negativas, sendo a combinação dos efeitos de todas as negativas designada por interferência das infestantes na cultura, que inclui a competição, a alelopatia e o parasitismo.

Outra característica importante na adaptação das infestantes, é a sua dinâmica, sobretudo pelas modificações na densidade de população causadas pela pressão de selecção exercida através da utilização de herbicidas, das mobilizações e de outras técnicas culturais (Ghersa *et al.*, 1994), do pastoreio e de mudanças nos sistemas de agricultura. O uso mais ou menos intensivo de herbicidas, tem alterado a composição de biótipos ou de espécies nos campos cultivados de forma mais severa que qualquer outra actividade. No entanto, as

alterações nas rotações e nas práticas de mobilização do solo podem, igualmente, influenciar a composição e a densidade das populações. Aliás, a utilização da mobilização favorece geralmente as espécies anuais (Bridges, 1995; Cardina, 1995), enquanto a não mobilização pode ser benéfica para as espécies perenes (Booth e Swanton, 2002; Bridges, 1995; Cardina, 1995).

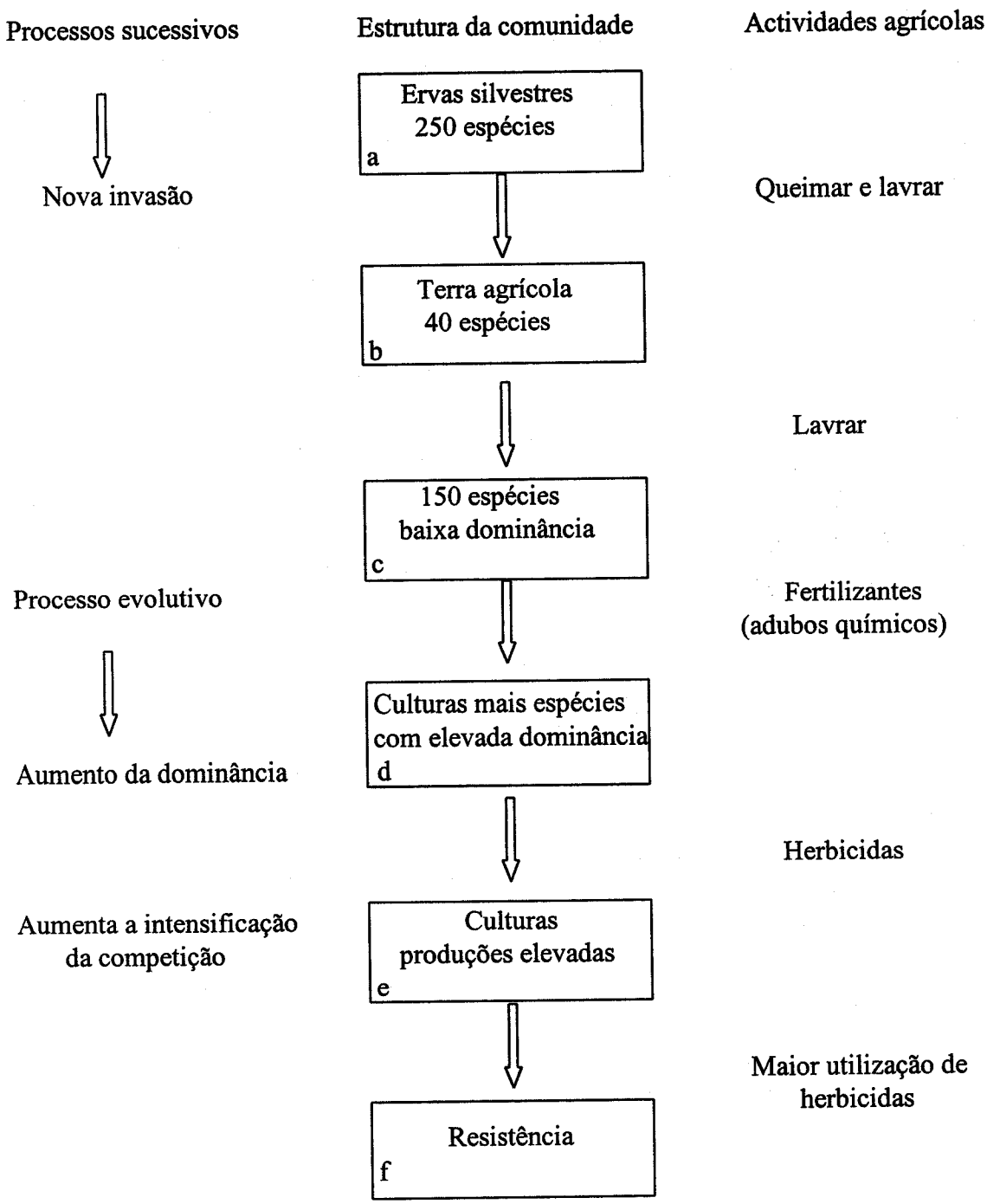


Fig. 3.9 - Sequência cronológica do desenvolvimento da agricultura e dos processos ecológicos associados com cada período (Adaptado de Martínez-Ghersa *et al.*, 2000a).

Quando as espécies infestantes (ou grupo de espécies) são removidas da comunidade, ou a sua densidade reduzida, outras espécies, novas ou já presentes podem invadir os espaços abertos (Booth e Swanton, 2002). Assim, as comunidades da flora invasora nunca são estáticas, nem são necessariamente equilibradas (Booth e Swanton, 2002). Para Booth e Swanton (2002), as trajectórias descritas podem ser convergentes, divergentes ou divergentes no princípio e convergentes no final, ou seja, embora haja divergência inicialmente, convergem para produzir um tipo de comunidade.

Martínez-Ghersa *et al.* (2000b), consideram que nos sistemas agrícolas, as plantas infestantes estão sujeitas a forças selectivas que regulam as fases da sua vida (Fig. 3.10). Esta elevada pressão de selecção termina, frequentemente, na redução da variabilidade e pode ocorrer a partir do maior ou menor grau de dormência das sementes. Como exemplo, Martínez-Ghersa *et al.* (2000b), referem que o atraso da emergência de plântulas da espécie *Lolium multiflorum* Lam. devido à dormência ou a rápida emergência na *Avena fatua* L., causada pela baixa dormência, são respostas, que permitem às plantas destas espécies resistirem ao controlo efectuado com o herbicida. No primeiro caso, o tratamento é aplicado antes do nascimento das plantas nocivas, e no segundo, já têm um grande desenvolvimento o que lhes aumenta a capacidade de sobrevivência.

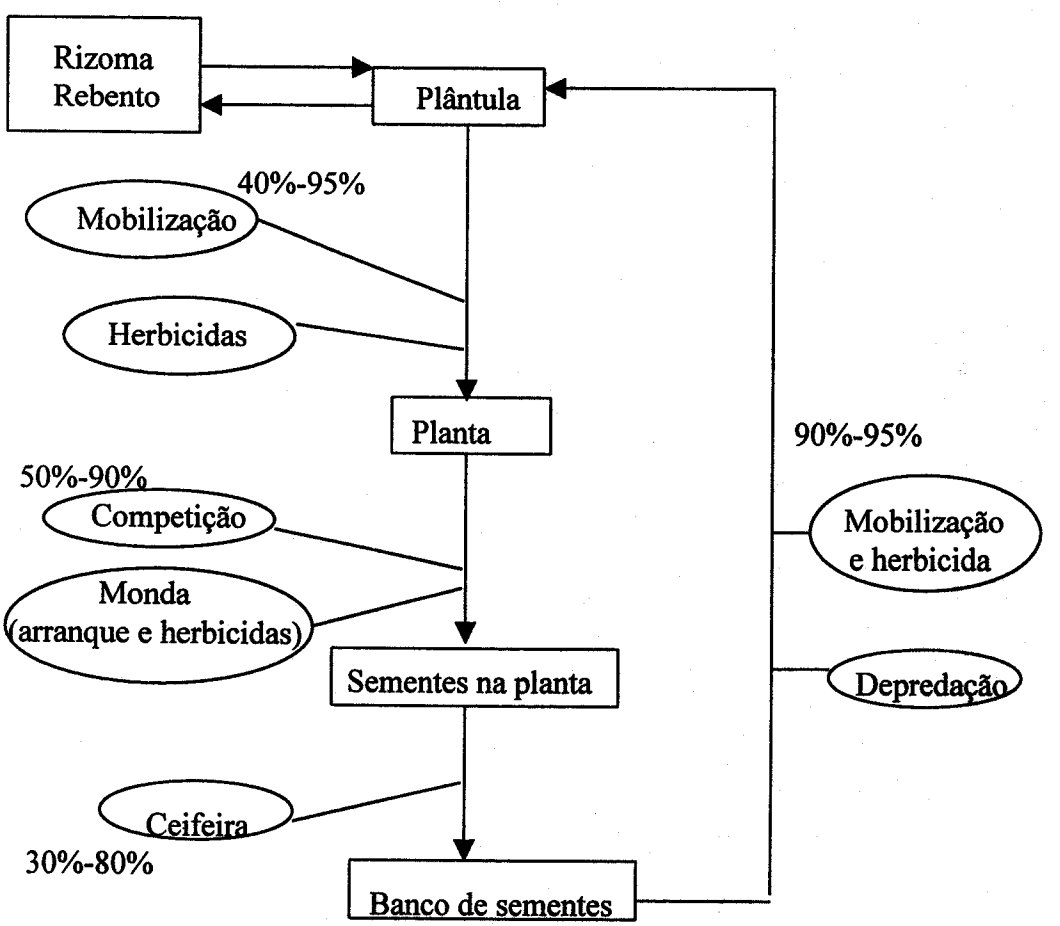


Fig. 3.10 - Forças selectivas regulam as fases da vida de uma planta infestante anual, representando as proporções a taxa de regulação por diferentes práticas utilizadas nos agroecossistemas (Adaptado de Martínez-Ghersa *et al.*, 2000b).

Cada espécie, é assim, capaz de expandir-se dentro dos ambientes agrícolas, permanecer e entrar nesses habitats, devido ao resultado de complexas interacções (Martínez-Ghersa *et al.*, 2000b). Portanto, o ambiente é o somatório de alguns factores vivos (bióticos) e não vivos (abióticos), que afectam as infestantes (Holt, 1991). Os componentes abióticos podem ser divididos em micro (próximos do solo) ou macroambientais de âmbito regional, ou seja, o ambiente que se faz sentir sobre a superfície solo (Holt, 1991).

3.5 PLANTAS INFESTANTES DOMINANTES NOS CEREAIS DE OUTONO--INVERNO CULTIVADOS NO SUL DE PORTUGAL

As características do solo afectam directamente a natureza da comunidade de infestantes (Diehl, 1984; Espeby, 1989; Locke *et al.*, 2002; Roberts *et al.*, 1977; Walter *et al.*, 2002). Por isso, as espécies dominantes podem ser diferentes face às diferenças de textura do solo (textura pesada relativamente a textura leve), da drenagem interna, do teor de matéria orgânica, do pH e doutros dados físicos e químicos (Roberts *et al.*, 1977). Todavia, a distribuição espacial da flora daninha também pode depender das condições do ano (Walter *et al.*, 2002).

Por outro lado, o maneio da flora infestante das culturas influencia o grau de dominância (Locke *et al.*, 2002). Relembrando a evolução verificada em alguns campos de cereais, têm existido períodos que beneficiam mais umas espécies em detrimento de outras, devido a modificações nas práticas culturais. 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 dominantes são várias espécies da família das Gramíneas pertencentes à classe Monocotiledónea (Attwood *et al.*, 1977).

O acréscimo de plantas desta família, parece ter estado associado com a intensificação do cultivo de cereais e com o sucesso do controlo químico das plantas Dicotiledóneas, o qual reduziu o efeito da competição e favoreceu as Monocotiledóneas (Attwood *et al.*, 1977).

Naturalmente, as espécies dominantes são as principais causadoras de prejuízos, porque apresentam resistência às medidas de controlo e estão adaptadas aos sistemas de agricultura (Buhler, 1999). Por exemplo, as plantas espontâneas de *Avena* sp. são das infestantes que causam maiores problemas (Gonzalez-Andujar e Saavedra, 20003; Kern *et al.*, 1996), afectando o crescimento de cereais e causando perdas significativas na sua produção em todo o mundo (Kern *et al.*, 1996). Encontram-se também em vários terrenos cerealíferos de Portugal.

Aliás, na classe Monocotiledónea há três géneros que dominam na cerealicultura portuguesa e cuja importância parece estar bem identificada. Assim, *Avena* L., *Phalaris* L. e *Lolium* L., encontram-se com alguma frequência nos cereais de Outono-Inverno, mas a sua distribuição espacial e a sua dominância dependem das condições edáficas, tal como referem outros autores (Diehl, 1984; Roberts *et al.*, 1977; Walter *et al.*, 2002).

Avena L. (geralmente *Avena sterilis* L., nome comum balanco-maior) aparece em solos de textura fina, nomedamente em solos da ordem dos Barros e, nestes, é muitas vezes a Gramínea prevalecente. Quanto ao *Lolium* L. (geralmente *Lolium rigidum* Gaudin, nome vulgar erva febra), está presente e parece ser o género dominante da família das Gramíneas em vários solos da ordem dos Argiluviados Pouco Insaturados (Mediterrâneos), que caracterizam grandes áreas de terrenos destinados aos cereais, principalmente no Alentejo central. Por sua vez, *Phalaris* L. (geralmente *Phalaris minor* Retz., nome vulgar erva-cabecinha) domina, por vezes, em solos das subordens dos Aluviossolos e dos solos de Baixas.

Devido ao maneio da flora daninha efectuado em muitas searas de trigo da região alentejana, nomeadamente, o controlo químico de pós-emergência, que tem sido direccionado para controlar *Lolium* sp. ou *Avena* sp., foi começando a aparecer com alguma frequência *Phalaris* sp.. Como referem Singh *et al.* (1999), a espécie *Phalaris minor* Retz. infesta as culturas de Inverno, sobretudo o trigo, devido a algumas semelhanças morfológicas e nas condições requeridas para o crescimento.

Além das Gramíneas referidas, parece que o *Bromus* sp. poderá surgir em terrenos onde sejam utilizados sistemas de mobilização de conservação, nomeadamente, a mobilização nula devido à realização da sementeira directa.

Apesar de não pertencer à família das Gramíneas, o *Juncus bufonius* L. também é uma Monocotiledónea que poderá infestar muitas searas de trigo, principalmente, quando os Invernos são chuvosos e os solos têm má drenagem. Porém, esta espécie da família das Juncáceas (Vasconcellos, 1971) caracteriza-se por ter plantas pequenas, e por isso, pouco competitivas relativamente às dos cereais.

Nas espécies cujas plantas são caracterizadas por folhas largas (Vasconcellos *et al.*, 2000; Caixinhas, 2001), há algumas dominantes na cerealicultura alentejana, sendo notada uma clara influência das condições edafo-climáticas. Por exemplo, a espécie *Galium aparine* L. (nome vulgar amor-de-hortelão) da família das Rubiáceas cresce, preferencialmente, em solos da ordem dos Barros.

Com as primeiras chuvas no fim do Verão e no início do Outono verifica-se o rápido aparecimento de algumas espécies. Destas destacam-se: *Calendula arvensis* L. (nome vulgar erva vaqueira) da família das Compostas; *Echium plantagineum* L. (nome vulgar soagem) da família das Boraginâceas; *Raphanus raphanistrum* L. subsp. raphanistrum (nome vulgar saramago) e *Diplotaxis catholica* (L.) DC. (nome vulgar

grizandra) ambas da família das Crucíferas. As plantas são anuais, excepto as de *Echium plantagineum* L., que podem ter ciclo anual ou bianual. Contudo, o rápido aparecimento das plantas destas espécies, garante-lhes uma grande capacidade competitiva para o espaço físico, por um lado, mas também permite efectuar algum controlo desta flora adventícia na preparação da cama da semente para os cereais de Outono-Inverno, por outro.

Há outras, como as do género *Rumex* L. da família das Poligonáceas (Franco, 1971; Vasconcelos *et al.*, 2000), caracterizadas por um alargamento da época de emergência, que dificulta o controlo na preparação da cama da semente para as culturas de Outono-Inverno. Além disso, as suas plantas vivazes apresentam, igualmente, uma grande capacidade competitiva para o espaço físico.

Por outro lado, existem outras plantas infestantes anuais da classe Dicotiledónea, como as de *Chamaemelum fuscatum* (Brot.) Vasc. (nome vulgar margaça-de-Inverno) e as de *Chamaemelum mixtum* (L.) All. (nome vulgar margaça), da família das Compostas, cujo período de emergência será mais tardio, parecendo haver necessidade de maior armazenamento de água no solo e da consequente diminuição da temperatura. Estas plantas desenvolvem-se com facilidade em solos de textura mediana a leve (franco, franco-arenoso e arenoso) e respondem positivamente à humidade.

Tanto as plantas de *Chamaemelum* sp. referidas, como as da espécie *Chrysanthemum segetum* L. (nome vulgar pampilho-das-searas), beneficiaram durante vários anos da resistência que apresentam aos herbicidas hormonais (substâncias activas MCPA e 2,4 D), utilizados nas searas de trigo em pós-emergência para controlarem as plantas daninhas de folha larga.

Nalgumas espécies de folha larga, as plântulas emergem, preferencialmente, em pleno Inverno ou até mesmo no fim desta estação, como são os exemplos de *Polygonum aviculare* L. (nome vulgar sempre-noiva) da família das Poligonáceas, de *Anagallis arvensis* L. (nome vulgar morrião) da família das Primuláceas e de *Spergularia purpurea* (Pers.) G. Don (nome vulgar sapinho-roxo) da família das Cariofiláceas. No entanto, a sua capacidade competitiva é 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.

Além das espécies mencionadas, indicam-se no Quadro 3.2, outras Dicotiledóneas que aparecem com alguma frequência na cerealicultura portuguesa, sendo designadas de acordo com a nomenclatura seguida em Vasconcelos *et al.* (2000).

Em suma, a flora infestante destas culturas caracteriza-se pela dominância de plantas anuais (Basch, 1988), sendo frequentes dentro das Monocotiledóneas as espécies da família das Gramíneas e das Dicotiledóneas as espécies das famílias das Compostas (grande representatividade), das Crucíferas, das Papaveráceas (*Fumaria* sp. e *Papaver* sp.), das Quenopodiáceas, das Malváceas, das Umbelíferas e das Cariofiláceas.

Este domínio das plantas com ciclo vegetativo anual, podendo algumas serem anuais ou bianuais, deve-se à estação do Verão ser bastante longa e seca. Estas condições associadas aos sistemas de sequeiro extensivo limitam o crescimento das plantas infestantes, particularmente, as plurianuais ou perenes (Melander, 1998).

Quadro 3.2 - Algumas espécies infestantes da classe Dicotiledónea frequentes nos cereais de Outono-Inverno em Portugal.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	ÉPOCA DE EMERGÊNCIA	CICLO
Compositae	*Anacyclus radiatus* Loisel	Pão-posto	Outono	Anual
	Carlina racemosa L.	Cardo-asnil	Outono	Anual ou bianual
	Galactites tomentosa Moench	Cardo	Outono	Anual
	Coleostephus myconis (L.) Rchb. f.	Pampilho-de--micão	Outono (início) e Primavera (início)	Anual
	Lactuca serriola L.	Alface-brava--menor	Outono	Anual ou bianual
	Picris echioides L.	Raspa-saias	Outono e Primavera	Anual ou bianual
	Silybum marianum (L.) Gaertn.	Cardo-leiteiro	Outono	Anual ou bianual
	Anthemis arvensis L.	Margação	Outono (fim) e Primavera	Anual
	Andryala integrifolia L.	Tripa-de-ovelha	Outono (fim)	Bianual ou perene
	Chicorium intybus L.	Almeirão	Outono (início)	Perene
Cruciferae	*Sinapis arvensis* L.	Mostarda-dos--campos	Outono (início)	Anual
	Sisymbrium officinale (L.) Scop.	Rinchão	Outono (início) e Primavera (início)	Anual
Papaveraceae	*Papaver rhoeas* L.	Papoila-das--searas	Outono	Anual
Malvaceae	*Lavatera cretica* L.	Malva-bastarda	Outono (início)	Anual ou bianual
Chenopodiaceae	*Beta maritima* L.	Acelga-brava	Outono e Primavera	Anual ou bianual
Umbelliferae	*Daucus carota* L.	Cenoura brava	Outono	Anual ou bianual
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis* L.	Corriola	Outono e Primavera	Perene

4 INTERACÇÃO ENTRE CULTURA E INFESTANTES

A compreensão dos processos relacionados com as interacções entre cultura e espécies infestantes, e a dinâmica da população das plantas nocivas, pode ajudar a desenvolver medidas preventivas e a identificar novas oportunidades para o controlo da infestação (Christensen *et al.*, 1996; Kropff *et al.*, 1997). Este conhecimento, permite melhorar a decisão sobre a utilização de factores de produção e contribui para minimizar o consumo de herbicidas (Christensen *et al.*, 1996).

As interacções entre cultura e infestantes podem ser positivas ou negativas. O efeito das negativas é denominado por interferência e afecta o crescimento e desenvolvimento da espécie cultivada prejudicando a sua produção.

Obviamente, a interferência representa um efeito induzido por um indíviduo na vizinhança, através de mudanças causadas no ambiente. Assim, a variação que existe na influência negativa de diferentes espécies relativamente a outras, pode ser, em parte, devida às suas características, às das outras espécies (Bastiaans *et al.*, 2000; Lemerle *et al.*, 1995) e aos factores edafo-climáticos que caracterizam o local (Lemerle *et al.*, 2001a).

Martínez-Ghersa *et al.* (2000a), classificaram a interferência das infestantes na cultura de acordo com a época em: interferência na pré-emergência, e interferência no período de crescimento da cultura.

Quando as infestantes crescem antes do estabelecimento da cultura podem interferir na água utilizável (Donald e Eastin, 1995) 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 amontoar destes à superfície, pode também inibir a germinação das sementes e prejudicar a emergência das plântulas da cultura.

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).

Segundo verificações realizadas por Forcella (1986), em clima que considerou quase mediterrâneo (região no sudeste australiano), existem épocas em que a interferência das infestantes na cultura do trigo é muito negativa. A primeira pode ser de curta duração (5 a 10 dias) na estação de crescimento (fase vegetativa). No entanto, dependendo da data de sementeira, a interferência pode decorrer em uma ou duas épocas, sendo a primeira no fim do Outono para sementeira no início desta estação, ou seja, mais ou menos quatro semanas após a emergência das plantas de trigo, enquanto a segunda época é no início da Primavera e parece ser mais importante nas sementeiras tardias (fim de Outono). Observou ainda, que a interferência das infestantes na cultura acentuava-se para temperaturas superiores a 10 °C na camada superficial do solo (10 cm).

Necessariamente, dever-se-ão controlar as plantas infestantes antes do estado que mais problemas causa na espécie cultivada (Martínez-Ghersa *et al.*, 2000a). 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).

O efeito negativo das infestantes na cultura pode resultar do parasitismo (Bridges, 1995), da alelopatia (Blum *et al.*, 1997; 2002; Bridges, 1995; Labrada, 1997; Lehman e Blum, 1997; Moreira, 1980; Pratley, 1996) e da competição (Bridges, 1995; Kropff *et al.*, 1997; Post e Wijnands, 1993). Apesar de se fazer sentir com qualquer um dos três processos, é o último (competição), que parece ocorrer com maior frequência nos sistemas de cereais.

Evidente que depende da dinâmica da cultura e das plantas infestantes, a qual pode ser influenciada, segundo Espeby (1989), por três factores principais:

- densidade da espécie cultivada e da flora adventícia;
- distribuição horizontal das plantas desejadas e indesejadas;
- tempo relativo de emergência das plântulas da cultura e das que lhe são nocivas.

Estes factores determinam a relação inicial entre as espécies, mas o resultado da acção recíproca, ou seja, a produção da cultura e de biomassa das plantas infestantes no terreno, também é influenciada pela interacção entre o genótipo da cultura e o ambiente (Espeby, 1989). Relembra-se, que a quantidade de produto obtido por período de tempo (Y), tal como referem Jones e Cacho (2000), depende dos factores de produção (x) ($Y=f(x_1,x_2,x_3,\ldots,x_n)$).

Portanto, cada vez mais, é necessário reexaminar o controlo das infestantes, devido à dinâmica das populações, ao consequente desenvolvimento de resistências aos herbicidas, à necessidade de protecção do ambiente e preservação dos ecossistemas e, à redução de custos em sistemas extensivos onde a cultura do trigo é uma das componentes importantes no Sul de Portugal.

4.1 COMPETIÇÃO DAS INFESTANTES COM A CULTURA DO TRIGO

A competição estabelece-se para os recursos como a água (Attwood *et al.*, 1977; Bridges, 1995; Diehl, 1984; Iqbal e Wright, 1998; 1999; Jones e Cacho, 2000; Labrada, 1997; Muzik, 1970; Post e Wijnands, 1993; Spitters, 1989), os nutrientes, a luz (Attwood *et al.*, 1977; Bridges, 1995; Diehl, 1984; Iqbal e Wright, 1999; Jones e Cacho, 2000; Labrada, 1997; Muzik, 1970; Post e Wijnands, 1993; Spitters, 1989) e o espaço (Muzik, 1970), sendo caracterizada por alguma complexidade (Weaver, 1996).

Competição, é assim, um processo dinâmico que pode ser conhecido pelo crescimento determinado (luz) ou limitado (água e nutrientes) pelos recursos sobre os quais competem as espécies, e do seu uso, conseguem maior ou menor eficiência (Kropff *et al.* (1997). Diversos factores biológicos influenciam esta capacidade competitiva, sendo estes, modificados pelas condições ambientais que caracterizam determinada estação (Murphy *et al.*, 2002).

Dos recursos atrás mencionados, a água é muito consumida pelas plantas infestantes (Fenster e Wicks, 1982), devendo existir a noção desta realidade, principalmente em regiões caracterizadas pela secura.

Quanto à luz, os sinais notados pelos foto-receptores das plantas, tais como: fitocromos; cripotocromos, e fotoproteína, desempenham uma acção central (Ballaré e Casal, 2000), controlando a fisiologia e o desenvolvimento tanto das infestantes como das culturas (Ballaré e Casal, 2000; Holt, 1995; Martínez-Ghersa *et al.*, 2001). Por sua vez, a redução da flexibilidade foto-morfogénica das plantas cultivadas é provavelmente negativa, afectando a capacidade da cultura em competir com as infestantes para a luz, particularmente, quando as plantas dessas espécies prejudiciais estão perto relativamente às da espécie desejada e têm fenologia e morfologia semelhante (Ballaré e Casal, 2000).

De facto, a luz regula muitos aspectos do crescimento das plantas, e estas respondem à sua quantidade (incluindo radiação), à qualidade do espectro, às mudanças ou flutuações da luz ambiental e à luz transitória (Holt, 1995). Assim, ao melhorar o conhecimento sobre o comportamento das plantas colocadas perante essas condições, poder-se-á actuar no ecossistema da cultura e das espécies nocivas, de forma a aperfeiçoar o maneio das ervas daninhas (Holt, 1995; Martínez-Ghersa *et al.*, 2001).

Geralmente, as culturas denominadas de abafantes são competitivas com as infestantes, porque conseguem aproveitar a água, a luz e os nutrientes com alguma eficácia. As espécies cultivadas que apresentam esta capacidade, podem ter um crescimento rápido e uma grande produção de matéria seca, parecendo assim, bem adaptadas às condições do meio ambiente (Kropff *et al.*, 1997; Walker, 1995; Wicks *et al.*, 1995a). Para Shrestha *et al.* (2002), os cereais de pequeno grão (trigo), são exemplos de culturas, em que as suas plantas podem abafar as prejudiciais.

Ao favorecer a capacidade competitiva da cultura, haverá uma menor dependência em relação aos herbicidas, que permitirá uma redução de custos (Lemerle *et al.*, 1996b; 1996c; 2001a) e irá minimizar a contaminação ambiental (Lemerle *et al.*, 2001a). Por outro lado, a eficácia do herbicida pode melhorar em culturas, e nestas, em variedades, que tenham maior aptidão para competirem com as espécies não desejadas.

Esta capacidade das plantas cultivadas competirem com as nocivas, pode ser analisada através da tolerância ou da supressão. A primeira pode ser medida pela aptidão da cultura de trigo, para manter a produção em mistura relativamente à não existência de

infestação. Por sua vez, a supressão pode ser determinada pela biomassa das espécies prejudiciais crescendo em mistura com a cultura (Lemerle *et al.*, 1996a). Com condições de secura e de baixo nível de nutrientes, reduzir-se-á o potencial da cultura para suprimir as plantas daninhas, sendo de esperar uma competição de tamanho simétrico (Weiner *et al.*, 2001).

Quando as infestantes estão em competição com a cultura do trigo, na fase vegetativa provocam-lhe redução do afilhamento e de acumulação da 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 (Lemerle *et al.*, 1979).

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 afilhamento e afectando a formação da espiga do trigo. Além disso, pode prejudicar a área da folha bandeira (Iqbal e Wright, 1997). Porém, o efeito da competição exercida pelas plantas daninhas na cultura, medido pela redução da produção, pode variar com o local (Challaiah *et al.*, 1986).

Quaisquer estratégias que favoreçam a capacidade competitiva da cultura, devem utilizar os conhecimentos genéticos e procurar condições do meio favoráveis à cultura em prejuízo das infestantes. O sucesso irá depender dos benefícios relativamente aos custos, obtendo-se com a competitividade os seguintes ganhos (Lemerle *et al.*, 2001a):

- redução da necessidade de herbicidas em pós-emergência;
- menor pressão de selecção para resistência aos herbicidas;
- diminuição de aplicações de herbicidas nos ecossistemas;
- redução do risco dos herbicidas contaminarem os alimentos;
- maior eficácia do herbicida, mesmo em condições pouco favoráveis;
- menor necessidade da mobilização do solo direccionada ao controlo de infestantes, diminuindo assim, os riscos originados pelas alterações sucessivas da estrutura do solo, nomeadamente a erosão e a compactação;
- decréscimo da densidade populacional de infestantes em futuras populações.

Deste modo, uma opção de baixo custo é o crescimento competitivo das plantas de trigo, que permite reduzir o desenvolvimento e a produção de sementes das espécies infestantes, enquanto a cultura mantém o rendimento produtivo na presença dessa flora prejudicial (Ramsel e Wicks, 1988; Lemerle *et al.*, 1996b; 2001b). É provável, que a combinação de técnicas culturais (fitotecnia) no curto prazo com o esforço do melhoramento no longo prazo, seja o caminho a seguir para aumentar a capacidade competitiva da cultura (Lemerle *et al.*, 2001b).

A espécie cultivada pode então ser beneficiada, com o conhecimento das características associadas à capacidade competitiva, e a oportunidade do trabalho de melhoramento e da utilização de técnicas culturais (Bastiaans *et al.*, 2000; Lemerle *et al.*,

2001a). Assim, poder-se-ão manter as produções de grão a níveis aceitáveis e ao mesmo tempo, suprimir o crescimento e a produção de sementes das plantas nocivas (Lemerle *et al.*, 1995).

4.1.1 INFESTAÇÃO E PERDAS DE PRODUÇÃO DA CULTURA

Como a produção da cultura depende da densidade populacional de infestantes (Auld e Menz, 1997; Wallinga, 1998), o seu rendimento diminuirá com o aumento de plantas nocivas que sobrevivem ou escapam ao controlo (Wallinga, 1998). Segundo Jones e Medd (2000), a perda de produção (YL) é uma variável proporcional e é função da população inicial de infestantes (x) e do número de plantas nocivas mortas, as quais, dependem do nível de controlo da infestação (n). Assim, pode ser representada pela seguinte expressão matemática: YL=f(x,n). Por outro lado, a produção (Y) é função do rendimento da cultura livre de infestação (Y0) e dos prejuízos (Jones e Medd, 2000), de acordo com a seguinte equação:

$$Y = Y0(1 - YL)$$

Por sua vez, Vleeshouwers (1998) calculou as perdas de produção na cultura da beterraba sacarina, resultantes da competição com as ervas daninhas, a partir da seguinte equação :

$$RYL = 1 - \left(\frac{Yp}{Yo}\right)$$

RYL - perdas relativas de rendimento de beterraba sacarina; Yp - rendimento de beterraba sacarina em competição com infestantes; Yo - rendimento de beterraba sacarina livre de competição.

Em condições de campo, pode-se verificar o efeito da flora daninha na cultura através da severidade das plantas infestantes, utilizando um sistema de escalas de pressão de infestação (Harvey, 1997). Esta pressão, define-se como a estimativa visual da percentagem em que as plantas nocivas contribuem para o volume total das infestantes e da cultura numa determinada parcela de terreno (Harvey, 1997).

As estimativas de volume realizam-se a partir da consideração simultânea da altura e da superfície coberta, tanto pela cultura como pelas espécies infestantes (Harvey, 1997). Por sua vez, a severidade e a pressão de plantas prejudiciais, devem-se correlacionar com a previsão de perdas de rendimento da cultura (Harvey, 1997).

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

Relativamente ao tempo de emergência ou período de competição, há maior redução da produção causada pelas infestantes emergidas antes ou durante o aparecimento

das plântulas da espécie cultivada do que as emergidas após as da cultura (Bridges, 1995; Buhler *et al.*, 2000). Deste modo, será importante o período mínimo sem infestantes requerido a seguir à emergência da cultura, para prevenir as perdas de produção. Igualmente influente, o período máximo de competição entre as plantas adventícias e as da espécie cultivada sem lhe prejudicar a produção. Estes dois intervalos, definem o espaço temporal em que o controlo das plantas daninhas numa época de pós-emergência é mais crítico relativamente à produção da cultura (Bridges, 1995; Cardina, 1995; Post e Wijnands, 1993; Welsh *et al.*, 1999), podendo variar com as condições ambientais, as práticas agrícolas e a variedade (Cardina, 1995).

Segundo Sattin *et al.* (1997), o período crítico, ou seja, o intervalo de tempo durante o qual as plantas infestantes devem ser controladas para evitar perdas de produção da cultura, varia com a competitividade relativa da espécie cultivada e das espécies nocivas. Deste modo, uma baixa competitividade da primeira e/ou elevada das segundas, alarga o período em que a cultura deverá manter-se livre da flora daninha, para prevenir prejuízos significativos (Sattin *et al.*, 1997).

Decrescendo a produção da cultura de trigo com a duração do período de infestação, para evitar completamente os prejuízos no seu rendimento, será necessário mantê-la livre das plantas adventícias desde a sementeira (Welsh *et al.*, 1999). 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 do tempo em que as plantas de trigo estavam sujeitas à presença das nocivas, enquanto o peso do grão não foi afectado pela monda.

Além de reduzirem a produção (Hoefer *et al.*, 1981; Jones e Cacho, 2000; Johnson *et al.*, 2002; Labrada, 1997; Medd *et al.*, 1985; Murphy *et al.*, 2002; Singh *et al.*, 1999; Spitters, 1989; Wilson *et al.*, 1990), podem contaminar o produto final (grão), diminuindo a qualidade (Singh *et al.*, 1999; Wilson *et al.*, 1990). Por outro lado, aumentam os custos de produção devido à necessidade do seu controlo (Jones e Cacho, 2000).

Muitas vezes, procura-se definir o limiar económico para os prejuízos, isto é, a densidade de infestantes, cujo o valor das perdas do rendimento da cultura devido à competição, excede o custo do seu controlo (Bridges, 1995; Swanton *et al.*, 1999a; Welsh *et al.*, 1999; Wilson *et al.*, 1990).

Deste modo, é necessário quantificar as perdas de produção relativamente à infestação. De acordo com Jouy e Verdier (1996), 20 a 30 plantas·m^{-2} do género *Lolium* L., que são das Gramíneas mais importantes em diversas regiões francesas, podem causar prejuízos de 5% na produção dos cereais de Outono-Inverno. Isto deve-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

afilhamento), aumentam os custos com os herbicidas que podem ser eficazes no seu controlo.

No caso particular da cultura do trigo, em vários trabalhos têm sido verificadas perdas em algumas das componentes da produção e no seu rendimento, devido às plantas infestantes (Appleby *et al.*, 1976; Bourdôt *et al.*,1997; Challaiah *et al.*, 1986; Cosser *et al.*, 1997; Iqbal e Wright, 1997; 1999; Korres e Froud-Williams, 2001; Lemerle *et al.*, 1979; 1995; 1996a; 1996b; Martin *et al.*, 1987; Medd *et al.*, 1985; Wilson *et al.*, 1990).

Por exemplo, Lemerle *et al.* (1995), verificaram que uma densidade de 300 plantas por metro quadrado da espécie *Lolium rigidum* Gaud. causou uma redução variável entre 22 e 40% na produção de grão de trigo de Primavera. Além da densidade populacional, Lemerle *et al.* (1996a), constataram que elevadas produções de matéria seca desta espécie infestante se relacionavam com perdas significativas de produção de grão da cultura de trigo, podendo atingir valores altos com 400 a 500 g de matéria seca por metro quadrado da espécie nociva obtida à maturação.

Na família das Gramíneas, há outras plantas infestantes como as de *Avena* spp. que causam prejuízos acentuados nos campos cerealíferos, podendo as perdas de produção do trigo serem de 60% com altas densidades populacionais destas ervas daninhas (Murphy *et al.*, 2002). Os cálculos das perdas produtivas da cultura foram efectuados por Murphy *et al.* (2002) e também por Burdôt *et al.* (1999), a partir da seguinte equação:

$$Y_L = 100\,(Ywf - Y)/Ywf$$

Y_L - proporção das perdas de produção da cultura de trigo; Ywf - produção da cultura livre de infestação; Y - - produção da cultura com infestação.

Sintetisando, os prejuízos causados pela flora infestante dependem da sua composição, do tempo relativo de emergência, das taxas relativas de crescimento e da morfogenia (Roberts *et al.*, 1977; Post e Wijnands, 1993). Estes factores diferem de ano para ano, devido, entre outras, às condições meteorológicas que caracterizam o período antes, durante e após a preparação do terreno para semear a cultura (Post e Wijnands, 1993).

4.1.2 VARIAÇÃO DA CAPACIDADE COMPETITIVA DE GERMOPLASMA DE TRIGO

Algumas cultivares de trigo conseguem estar mais adaptadas à presença da flora infestante, apresentando, assim, maior capacidade competitiva (Chalhaiah *et al.*, 1986; Ramsel e Wicks 1988; Singh *et al.*, 1999). Esta permite-lhes, em geral, reduzirem a densidade populacional de plantas daninhas e obterem maior produção de grão.

A tolerância da cultura às infestantes é apresentada como uma percentagem de perdas da produção, no entanto, a produção absoluta da variedade é também interessante na

perspectiva dos agricultores e dos melhoradores. Há genótipos com grande potencial produtivo quando não estão em competição com infestantes, mas com perdas significativas e elevadas, superiores a 50%, na presença de infestantes. Outros genótipos, podem-se caracterizar por valores de perdas inferiores, no entanto, a produção absoluta é fraca devido ao baixo rendimento obtido sem infestação, sendo assim importante, verificar a adaptação ao local, independemente da capacidade competitiva com as espécies não desejadas (Lemerle *et al.*, 2001a).

Devido à capacidade competitiva de diferentes genótipos de trigo, as perdas de produção provocadas pela infestação com *Lolium rigidum* Gaud., de acordo com verificações efectuadas por Lemerle *et al.* (1996b), variaram desde 20%, nas variedades com melhor comportamento, até 40 a 60% nas que apresentaram uma capacidade mais fraca. Aliás, para Lemerle *et al.* (2001a; 2001b), as perdas de produção da cultura do trigo em competição com plantas desta espécie infestante (200 a 500 plantas·m^{-2}) na Austrália, podem variar bastante (de 0% até valores superiores a 50%), dependendo a amplitude da variedade.

Lemerle *et al.* (2001b), verificaram que a produção de grão de diversos genótipos de trigo sem a presença de infestantes estava correlacionada positivamente com a obtida perante infestações, sugerindo que a adaptação ao local é importante na competitividade desta cultura. Os resultados indicaram claramente, que a vantagem da variedade na competição é função da interacção entre o genótipo e o ambiente.

Em geral, os genótipos bem adaptados à competição com as infestantes poderão ser uma solução para utilizar nas estratégias de controlo das espécies prejudiciais à cultura (Bastiaans *et al.*, 2000; Carvalho, 1994; Chalhaiah *et al.*, 1986; Champion *et al.*, 1998; Singh *et al.*, 1999; Weiner *et al.*, 2001). Apesar da evolução do melhoramento ter criado variedades que têm apresentado um decréscimo da biomassa vegetativa com porte mais baixo e um acréscimo do número de grãos por metro quadrado, parece ser possível beneficiar outras características, como a antecipação do crescimento das plantas cultivadas, nomeadamente, o desenvolvimento foliar relativamente às espécies nocivas. Através do conhecimento da resposta de diferentes genótipos à presença de infestantes, obter-se-á informação para o maneio desta flora (Chalhaiah *et al.*, 1986).

Apesar de existirem variedades com diferentes respostas quando estão perante a competição das infestantes, os factores ambientais podem provocar alguma confusão, por isso, parece ser esta capacidade competitiva um dos aspectos interessantes para a investigação genética. Nesta linha de pesquisa, a variedade ideal é aquela que apresenta elevado potencial produtivo perante situações de com e sem infestação (bom rendimento absoluto), ou seja, tolera as espécies não desejadas e/ou suprime o crescimento dessas espécies. O avanço nesta área, deverá ser feito pelo melhoramento tradicional, sem

esquecer os benefícios das novas tecnologias ao nível dos transgénicos com capacidade alelopática (Lemerle *et al.*, 2001a).

Para Wicks *et al.* (1994), a selecção de cultivares de trigo é uma das decisões mais importantes, para obter óptimos rendimentos da cultura. A pesquisa de genótipos competitivos perante espécies infestantes, pode ser efectuada através da selecção directa de germoplasma na presença dessa flora indesejada ou indirecta por via das características do crescimento das plantas da cultura que estão correlacionadas com essa capacidade (Lemerle *et al.*, 1996c). Actualmente, conforme referem Maçãs *et al.* (1998), ao melhoramento genético de cereais também lhe deve ser exigido, que o comportamento de novas variedades seja caracterizado pela adaptabilidade e, por esta via, possa contribuir para a sustentabilidade do sistema.

4.1.2.1 INFLUÊNCIA DO CRESCIMENTO DA PARTE AÉREA DAS PLANTAS DE TRIGO NA INFESTAÇÃO

A forma como crescem as plantas de trigo, é relevante para a capacidade de competirem com as da flora infestante. Diversos estudos já foram realizados sobre a parte aérea das plantas, que intercepta mais ou menos luz e com este processo aumenta ou diminui a competitividade (Appleby *et al.*, 1976; Champion *et al.*, 1998; Cosser *et al.*, 1997; Korres e Froud-Williams, 2002; Lemerle *et al.*, 1996a; 2001a; Martínez-Ghersa *et al.*, 2000a; Wicks *et al.*, 1986; 1994).

Algumas características morfológicas dos genótipos de trigo, tais como; o vigor inicial, o número de filhos, o tamanho da folha e a altura das plantas, estão correlacionadas com a capacidade de competirem com plantas infestantes (Chalhaiah *et al.*, 1986; Légère e Bai, 1999; Lemerle *et al.*, 1996a; 1996c).

Segundo Lemerle *et al.* (2001a), as variedades de trigo competitivas apresentam assim, as seguintes características:

- grande vigor inicial (Kropff *et al.*, 1997);
- coleóptilos grandes;
- folhas largas e inclinadas, principalmente as primeiras.

Além das características anteriores, destacam-se a capacidade de afilhamento (Froud-Williams, 1997) e o porte da planta (Champion *et al.*, 1998).

Aliás, Lemerle *et al.* (2001a), referem que um genótipo bem adaptado relativamente à infestação deve apresentar os atributos referidos (Fig. 4.1) e boa produção quando misturado na comunidade. Esta capacidade está assim relacionada com as características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas das plantas cultivadas, sendo também influenciada pela disponibilidade dos recursos, caracterização da população de infestantes e

condições ambientais (Lemerle *et al.*, 2001a). Portanto, é uma característica relativa e não absoluta (Korres e Froud-Williams, 2002).

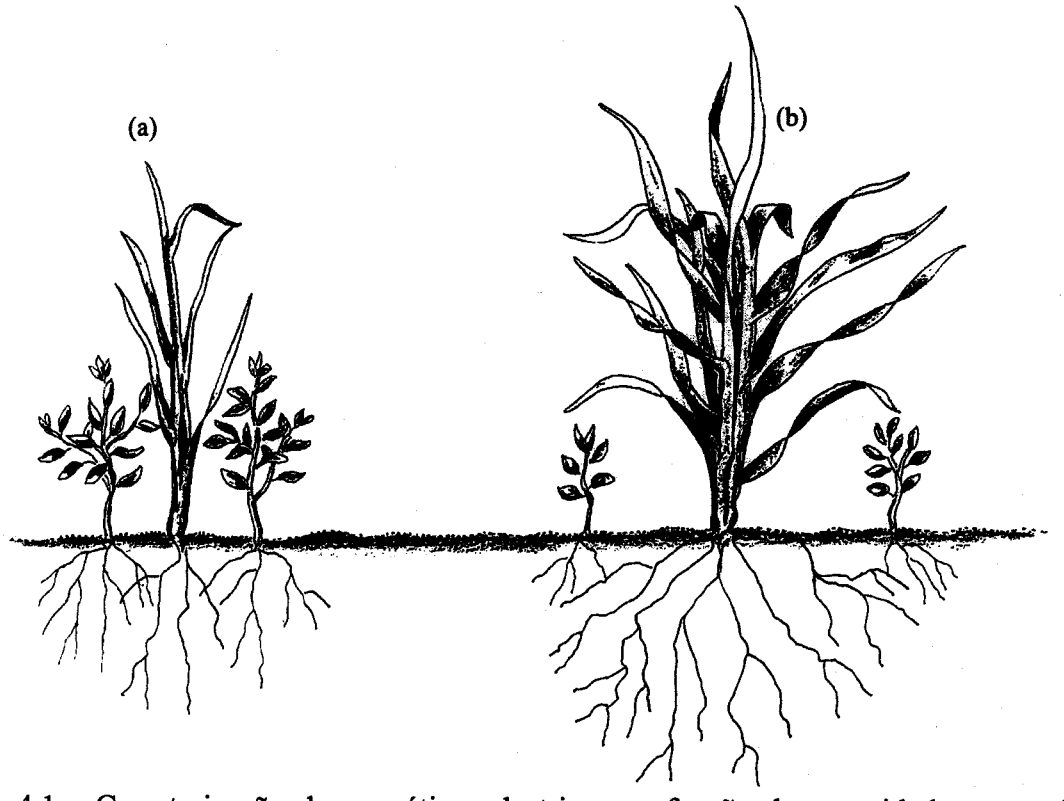


Fig. 4.1 - Caracterização dos genótipos de trigo em função da capacidade competitiva, sendo maior na planta (b) do que na planta (a) (Lemerle *et al.*, 2001a).

Segundo as observações de Cosser *et al.* (1997), 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 mais baixas permitiram obter rendimentos iguais ou superiores às mais antigas de maior altura.

Nas observações realizadas por Lemerle *et al.* (1996a), as variedades mais antigas também apresentaram maior capacidade competitiva. Esta era mais acentuada nos genótipos com elevada acumulação inicial de biomassa, com um grande número de filhos, de maior altura e que exibiam folhas largas capazes de causarem maior ensombramento.

De acordo com Donald e Eastin (1995), o trigo com hábitos de crescimento de Inverno parece ser mais competitivo com as infestantes relativamente ao que tem hábitos de crescimento de Primavera, provavelmente, porque existe maior desenvolvimento da parte aérea, fazendo uma cobertura mais uniforme de todo o espaço.

Todavia, as variedades de trigo tardias à maturação tendem a ser menos competitivas perante as plantas infestantes, porque podem ficar sujeitas a uma maior

intensidade de condições adversas, nomeadamente, o aumento do stress hídrico durante a formação do grão (Lemerle *et al.*, 2001b).

Apesar da complexidade, parece que em duas variedades com potencial produtivo semelhante, mas de altura diferente, pode ser recomendada a mais alta para conseguir melhores rendimentos em campos com infestantes (Appleby *et al.*, 1976; Christensen *et al.*, 1996; Cosser *et al.*, 1997; Korres e Froud-Williams, 2002; Lemerle *et al.*, 1996a). Porém, as variedades actuais são caracterizadas por porte baixo devido à presença de genes de ananismo, designando-se por semi-anãs. Esta situação também se constata na cerealicultura portuguesa, que recebe muito material proveniente do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT). Aliás, Richards (1992) verificou que em condições de secura progressivamente mais intensa na proximidade da maturação de germoplasma com hábitos de crescimento de Primavera, os genótipos com alturas entre os 70 a 100 cm apresentavam melhor comportamento relativamente à produção de grão.

Dentro de um intervalo mais alargado de alturas das plantas, Wicks *et al.* (1994), verificaram que a altura de genótipos de trigo de Inverno estava relacionada positivamente com a sua capacidade competitiva perante espécies infestantes. As variedades de altura média a alta (100 a 109 cm) ou média (90 a 99 cm) foram mais competitivas do que as de média baixa (80 a 89 cm) ou baixa (68 a 79 cm). Por isso, a utilização de variedades altas permitiu reduzir a produção de matéria seca das infestantes na cultura seguinte relativamente às baixas.

No entanto, é fundamental, que os genótipos de trigo com plantas mais altas tenham, igualmente, 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 nociva.

Por outro lado, no estudo de Lemerle *et al.* (1996a), os genótipos de trigo australianos com maior altura pareciam ter grande vigor inicial e estas características permitiam-lhes, possivelmente, apresentar uma forte capacidade competitiva. Porém, existe sempre o efeito da interacção entre a variedade e o ambiente (Lemerle *et al.*, 1996a), tendo sido observado por Lemerle *et al.* (1996b), uma influência significativa do ano na produção de grão desta cultura.

Além da altura, é assim importante o vigor inicial, que depende da taxa de crescimento relativa, taxa de emergência e do crescimento numa primeira fase (Champion *et al.*, 1998; Froud-Williams, 1997; Lemerle *et al.*, 1996a; 1996c; 2001a). Mas, há ainda características como a taxa de afilhamento, a forma e dimensão das folhas e a capacidade de ensombramento, que devem ser consideradas no âmbito da cultura competir com as infestantes (Froud-Williams, 1997; Lemerle *et al.*, 1996a; 1996c; 2001a; Korres e Froud-Williams, 2002).

Quando as jovens plantas da cultura apresentam maior desenvolvimento que as das espécies infestantes, podem ter maior capacidade competitiva, devido ao aumento da competitividade de tamanho assimétrico na comunidade constituída pelas plantas da cultura e das espécies infestantes, beneficiando as primeiras à custa das segundas (Weiner *et al.*, 2001). Estas características podem minimizar a sensibilidade à competição, apresentada, em geral, pelos cereais nos seus estados iniciais de crescimento (Attwood *et al.*, 1977).

Para Wicks *et al.* (1995b), uma fraca população no trigo permite que as plantas nocivas da família das Gramíneas sejam mais vigorosas. Por esta razão, uma maior capacidade de afilhamento beneficia a cultura face à flora nociva (Korres e Froud-Williams, 2002).

Em suma, com base no conhecimento actual, o ganho de competitividade será obtido inicialmente por uma elevada taxa de crescimento relativo (Champion *et al.*, 1998), mais do que pelo aumento da altura ou pelas modificações no tempo de ocorrência dos diferentes estados fenológicos da cultura do trigo. Para Rebetzke e Richards (1999), o vigor inicial da planta de trigo depende da largura e do comprimento das primeiras folhas, ou seja, da área foliar e sugerem que a largura pode ser usada como critério de selecção.

4.1.2.2 IMPACTO DO SISTEMA RADICAL DAS PLANTAS DE TRIGO NA INFESTAÇÃO

Embora menos estudadas, as características das plantas de trigo ou de qualquer cultura relacionadas com o sistema radical, devem ser consideradas na perspectiva da capacidade competitiva com a flora infestante, que nesta situação, se faz sentir abaixo da superfície do solo. Essencialmente, o crescimento da raíz, sobretudo a rapidez nos primeiros estados (Lemerle *et al.*, 2001a), e os efeitos da exsudação de substâncias alelopáticas (Froud-Williams, 1997), são atributos com alguma relevância para a competitividade.

Segundo Lemerle *et al.* (2001a), o crescimento da raíz é uma forma de aumentar a competição da cultura desde que sejam raízes de grande comprimento específico (comprimento por unidade de peso da raíz). Por sua vez, o comprimento das raízes também pode estar relacionado positivamente com a altura das plantas de trigo (Fig. 4.1; pág. 90).

Além do crescimento, a distribuição e a função das raízes no perfil do solo, são características que podem melhorar a capacidade das plantas cultivadas competirem com as nocivas para os recursos do solo (Cardina, 1995; Martínez-Ghersa *et al.*, 2000a).

Por outro lado, as raízes podem emanar (exsudar) substâncias tóxicas no meio de crescimento, limitando o desenvolvimento de outras plantas, sendo este processo conhecido por alelopatia (Froud-Williams, 1997; Lemerle *et al.*, 2001a).

Wu *et al.* (2000), constataram que havia diferenças significativas na alelopatia potencial em populações de trigo, onde foi inibido o crescimento das raízes da espécie infestante *Lolium rigidum* Gaud.. Segundo os mesmos autores, esta actividade alelopática pode ocorrer no estado vegetativo dificultando o crescimento das raízes das plantas daninhas, ou após a colheita, a partir dos resíduos que irão interferir nas espécies invasoras da cultura seguinte. Por isso, também aqui, o melhoramento genético parece ter possibilidade de produzir variedades com actividade alelopática, capazes de dificultarem o desenvolvimento de espécies prejudiciais à cultura.

4.1.3 EFEITO DO CRESCIMENTO E DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS INFESTANTES NA COMPETIÇÃO

Muitas características das plantas infestantes relacionadas com o tempo e a velocidade de emergência (Gill, 1996; Post e Wijnands, 1993; Roberts *et al.* 1977), bem como a morfologia acima e abaixo da superfície do solo, determinam a capacidade competitiva (Post e Wijnands, 1993). No entanto, esta capacidade é influenciada pelos factores abióticos (Post e Wijnands, 1993).

Naturalmente, a emergência das plântulas daninhas pode começar desde o fim da preparação da cama da semente e continuar enquanto as condições ambientais sejam favoráveis para o processo de germinação (Sattin *et al.*, 1997). 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 (Attwood *et al.*, 1977; Post e Wijnands, 1993; Sattin *et al.*, 1997; Singh *et al.*, 1999). Assim, alguns dias de atraso no nascimento, podem criar uma diferença de crescimento irrecuperável entre plantas (Sattin *et al.*, 1997).

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, nota-se a extrema sensibilidade de plantas jovens, sendo o seu desenvolvimento afectado devido ao complexo processo da competitividade (Mohler, 1996).

Assim, em geral, as espécies infestantes são mais competitivas, quando apresentam um crescimento inicial rápido, causando o ensombramento das plantas cultivadas ou cujo sistema radical permita a utilização da água do solo e uma rápida absorção de nutrientes

(Iqbal e Wright, 1999; Muzik, 1970), por isso, a disponibilidade de azoto pode influenciar o seu crescimento (Iqbal e Wright, 1997).

Como a área da folha é uma das características morfológicas associadas à competitividade, esta pode ser quantificada pelo índice da área foliar. No entanto, um dos inconvenientes da verificação do impacto das ervas daninhas na cultura medido através deste índice, é o período de observação utilizado, uma vez que o seu valor pode sofrer alterações ao longo do ciclo vegetativo das espécies vegetais (Kropff *et al.*, 1995).

Apesar de haver uma grande complexidade no processo de competição, resultante da dinâmica da natureza, a parametrização de um modelo em função de grupos de espécies vegetais, ou até de famílias, poderá ser útil para as estratégias usadas no maneio da infestação (Kropff *et al.*, 1995). Os grupos podem-se definir de acordo com o historial, a morfologia e o desenvolvimento das ervas daninhas.

Kwon *et al.* (1995), calcularam o índice competitivo a partir da relação entre os pesos das biomassas de um subgrupo de plantas infestantes (por exemplo Gramíneas anuais de Primavera, Dicotiledóneas anuais de Inverno e de Primavera) e do subgrupo formado por espécies pertencentes à família das Gramíneas anuais de Inverno. Ao considerarem como padrão o subgrupo de infestantes pertencentes à família das Gramíneas anuais de Inverno, o valor do seu índice é igual a um. Com os índices da capacidade competitiva das infestantes, pode-se calcular a perda de produção potencial da cultura, a qual pode ser comparada com o custo do controlo da infestação (Swanton *et al.*, 1999a).

Dentro da família das Gramíneas anuais de Inverno, temos as espécies *Lolium rigidum* Gaud. e *Avena fatua* L., que apresentam uma emergência mais lenta do que o trigo. No entanto, o desenvolvimento e a taxa de crescimento do *Lolium rigidum* Gaud. é semelhante à da cultura do trigo (Cousens, 1996). Por sua vez, a *Avena fatua* L. tem uma grande taxa de desenvolvimento.

No caso da espécie infestante balanco (*Avena* sp.), o extenso período de emergência de plântulas foi verificado por Jones e Medd (2000). Estes autores identificaram três períodos de emergência nas condições edafo-climáticas da Austrália. Um ocorreu antes da sementeira da cultura (trigo), o que permite a eliminação das plantas nocivas na preparação da cama da semente. Outro acompanhou a época de sementeira e o controlo pode ser efectuado na pré ou na pós-emergência. O último foi caracterizado por uma emergência tardia, em que esta flora indesejada já não se controla pelos meios tradicionais e as plantas são pouco competitivas, mas têm capacidade de reproduzir e contribuir para o banco de sementes.

Além das espécies infestantes referidas, pertencentes à família das Gramíneas (*Avena* sp. e *Lolium* sp.), há ainda a *Phalaris minor* Retz. (erva cabecinha), que é outra espécie desta família presente em alguns campos de cereais. Instala-se com facilidade em ambientes húmidos (Iqbal e Wright, 1998) e, quando começa a haver algum défice de água

no solo, aumenta a capacidade competitiva das suas plantas relativamente às do trigo (Iqbal e Wright, 1998). Por outro lado, como a germinação das suas sementes decorre entre meados de Novembro e meados de Dezembro, pode ter um ciclo vegetativo mais curto do que a cultura do trigo, o que lhe beneficia a capacidade de competir com a espécie cultivada (Singh *et al.*, 1999).

Quaisquer destas espécies da família das Gramíneas têm plantas que nos primeiros estados de desenvolvimento (jovens) podem apresentar num dado momento uma pequena área foliar por planta, sendo, individualmente, menos competitivas relativamente a ervas espontâneas mais desenvolvidas (Kropff *et al.*, 1995). Por exemplo, algumas espécies da classe Dicotiledónea, como o *Raphanus raphanistrum* L., caracterizam-se por uma maior capacidade de competirem inicialmente, uma vez que possuem um grande desenvolvimento foliar.

De acordo com Bourdôt *et al.* (1997), o aumento da área relativa da folha da infestante *Brassica nigra* L., da classe Dicotiledónea, nas primeiras quatro a cinco semanas após a emergência das plantas de trigo, provocou um declínio na produção de grão da cultura.

Desta maneira, a abundância e o desenvolvimento das espécies prejudiciais, são os principais factores que irão determinar o prejuízo (Post e Wijnands, 1993). Uma infestação elevada provoca, por exemplo, a senescência prematura da última folha (folha bandeira) das plantas de trigo, sendo afectada a fotossíntese liquída (Iqbal e Wright, 1999) e, em consequência, a formação do rendimento da cultura.

Por outro lado, quando o grau de infestação não é bastante elevado, afecta pouco o rendimento da cultura e deixa de existir justificação económica para o tratamento, nomeadamente, a monda química (Wicks *et al.*, 1995b).

Igualmente, se a flora nociva é caracterizada pela ausência de características competitivas, poder-se-á reduzir a frequência de aplicação de herbicidas, aumentando a densidade de plantas, que justifique economicamente o tratamento (Munier-Jolain *et al.*, 2002).

Também as infestantes que crescem mais tarde nos intervalos das plantas cultivadas, podem não reduzir directamente a produção de trigo. Todavia, interferem na colheita, diminuem a qualidade do grão e causam problemas no seu armazenamento (Donald e Eastin, 1995). Aliás, Wilson *et al.* (1990), confirmaram que o teor de humidade do grão à colheita aumentou significativamente com a infestação causado pela espécie *Avena fatua* L. (balanco), mas a contaminação parece não ter prejudicado a produção, excepto nos campos de multiplicação de sementes.

4.1.4 INFLUÊNCIA DAS TÉCNICAS CULTURAIS NA COMPETIÇÃO

Uma alternativa para aumentar a capacidade competitiva da cultura, encontra-se na fitotecnia, utilizando técnicas culturais favoráveis ao crescimento da cultura em prejuízo das infestantes (Bastiaans *et al.*, 2000; Espeby, 1989; Lemerle *et al.*, 2001b; Singh *et al.*, 1999). Só que, a viabilidade de qualquer estratégia depende dos benefícios e dos custos.

Diversas práticas culturais efetuadas desde a preparação da cama da semente, podem favorecer a capacidade competitiva da espécie cultivada. Isto passa, igualmente, pela escolha da data de sementeira adequada em função das condições edafo-climáticas e do sistema de agricultura, que pode beneficiar o vigor e crescimento inicial da cultura (Christensen *et al.*, 1996; Donald e Eastin, 1995; Lemerle *et al.*, 2001a; 2001b; Martin *et al.*, 1987). Paralelamente, afectará as ervas daninhas, diminuindo-lhes, por exemplo, a produção de matéria seca. O peso desta, segundo as observações de Cosser *et al.* (1997), variou inversamente com a data de sementeira (Setembro e Outubro ou Novembro).

Porém, no controlo de algumas infestantes em simultâneo com a preparação do solo para semear a cultura, existem alguns problemas devido a espécies dominantes como o *Lolium rigidum* Gaud., que apresenta um período alargado de germinação das suas sementes (Matthews, 1996; Medd *et al.*, 1985). As dificuldades aumentam em regiões caracterizadas por alguma secura, porque a emergência das suas plântulas ocorre de forma uniforme, mas é mais lenta do que as das jovens plantas de trigo, principalmente, quando as temperaturas do solo forem superiores às que são óptimas para a germinação de sementes de azevém (Medd *et al.*, 1985).

Além destas características da flora nociva desfavoráveis ao seu maneio, o estado germinativo decorre no mesmo espaço temporal das sementes da cultura do trigo, ou seja, meados de Novembro a meados de Dezembro. Singh *et al.* (1999), referem esta situação para a espécie *Phalaris minor* Retz., o que dificulta o seu controlo na preparação da cama da semente para o cereal.

Na ausência de mobilizações, em sistemas de sementeira directa, através do conhecimento acerca da ecologia do banco de sementes, que se localiza na camada superficial do solo, existe a possibilidade de melhorar a previsão do grau de infestação e da estrutura da comunidade. Provavelmente, as espécies prejudiciais podem evoluir de forma mais rápida na sementeira directa do que em sistemas tradicionais (Ghersa e Martínez--Ghersa, 2000).

Em algumas regiões, onde existe implantação de sistemas de mobilização de conservação, há agricultores, que têm observado o aumento da competição exercida pelas plantas infestantes na cultura do trigo com a adopção desses sistemas (Kwon *et al.*, 1998).

Porém, segundo Fenster e Wicks (1982), ao efectuarem-se mobilizações do solo no fim do Verão e início do Outono, para preparar a cama da semente, criam-se condições

para ocorrer maior infestação na cultura, devido a colocarem-se as sementes na camada mais superficial do solo, onde o ambiente é mais favorável para a germinação.

Por isso, no sistema de mobilização nula pode haver uma tendência para diminuir o número de plantas infestantes por unidade de área (Bräutigam e Tebrügge, 1997), enquanto a perturbação do solo causada pela mobilização reduzida (preparação da cama da semente) proporciona uma elevada emergência de plântulas adventícias (Bräutigam e Tebrügge, 1997), que irão competir com as da cultura do trigo.

Por sua vez, a densidade óptima e o espaçamento adequado, permitem minimizar a competição intra-específica (dentro da cultura) e maximizar a utilização de recursos.

O decréscimo na capacidade competitiva do trigo com o aumento da distância na entrelinha é compensado pela maior densidade de sementeira, sobretudo em variedades caracterizadas por uma taxa de afilhamento baixa. Segundo Medd *et al.* (1985), o aumento da densidade populacional na cultura do trigo reduziu bastante o efeito da espécie infestante *Lolium rigidum* Gaud., mas a alteração do arranjo espacial das plantas foi quase desprezável. Porém, para Weiner *et al.* (2001), dever-se-á analisar com cuidado a distribuição bidimensional, uma vez que ao aumentar a densidade populacional a partir do acréscimo do número de plantas na linha, mantendo a distância na entrelinha, poderá existir maior competitividade intra-específica (entre as plantas da cultura) do que interespecífica (entre plantas da cultura e da flora nociva).

Com o acréscimo da densidade da cultura, Burdôt *et al.* (1999), Champion *et al.* (1998) e Korres e Froud-Williams (2002), verificaram que decrescia a produção de biomassa das plantas infestantes, mas, segundo Champion *et al.* (1998), a distância na entrelinha não influenciou o ensombramento e a supressão dessas espécies nocivas. Igualmente, Lemerle *et al.* (1996a), observaram que o aumento da densidade de sementeira, permitiu em algumas variedades um acréscimo na capacidade de supressão da infestação. Também Blackshaw *et al.* (1999), constataram que densidades mais elevadas, até determinados valores, permitiram reduzir o crescimento da infestante *Hordeum jubatum* L. e obter maior produção de trigo.

Já Weiner *et al.* (2001), verificaram que a densidade populacional da cultura de trigo e a distribuição regular das suas plantas no espaço estavam correlacionadas com a produção de biomassa das infestantes. Assim, tanto o aumento do número de plantas da cultura como a sua disposição uniforme no espaço, causaram um decréscimo na produção de biomassa de infestantes e um acréscimo na produção de grão de trigo (Weiner *et al.*, 2001).

Apesar do que foi referido, há uma dinâmica da cultura perante a flora infestante e o habitat caracterizado pelas condições edafo-climáticas, que determinam o efeito da densidade populacional na capacidade de uma espécie cultivada competir com a infestação. Assim, Christensen *et al.* (1996), constataram que era necessário aumentar a quantidade de

plantas de trigo, para obter a máxima capacidade competitiva quando era atrasada a sua data de sementeira, por causa de ser mais difícil o estabelecimento da cultura, sobretudo, a obtenção da sua população óptima.

No entanto, esta possiblidade da densidade de plantas de trigo contribuir para melhorar a competitividade da cultura perante a flora nociva, deve estar associada ao valor limiar, em que, segundo Korres e Froud-Williams (2001), há competição intra-específica, a qual condicionará o potencial de crescimento das plantas e afectará o desenvolvimento da cultura.

Quanto à adubação, existe a influência dos nutrientes nas plantas da cultura e na competição que elas estabelecem com as infestantes. Por exemplo, o decréscimo da aplicação de azoto, pode reduzir a produção de trigo directamente pelo efeito na capacidade fotossintética e indirectamente devido ao aumento da competição da flora nociva (Iqbal e Wright, 1997). Além da quantidade, parece que a forma como este macronutriente é distribuído, influencia a capacidade competitiva do trigo de Inverno, aumentando-a quando há subdivisão da aplicação (Christensen *et al.*, 1996).

Para Espeby (1989), até a localização da fertilização ao longo do perfil do solo relativamente à profundidade de sementeira, pode condicionar a capacidade competitiva de um cereal de Outono-Inverno perante às plantas adventícias.

4.2 MANEIO DA FLORA INFESTANTE

Enquanto no controlo das plantas infestantes se pondera a eficácia de diferentes meios, como por exemplo: mecânicos e químicos, na redução do nível de infestação (Buhler *et al.*, 2000; Ghersa *et al.*, 2000; Jones e Medd, 2000); no maneio deve haver conhecimentos de biologia e de ecologia (Akobundu, 1997), em particular, de estudos que revelem estratégias adequadas, para que a população de plantas de determinado agroecossistema tenha sucesso, mantendo-se um nível de infestação compatível com uma produção sustentável quer economicamente quer ambientalmente (Ghersa *et al.*, 2000).

O maneio das espécies daninhas procurará então, prevenir a sua reprodução, reduzir a emergência das suas plântulas após a sementeira da cultura e minimizar a competição (Buhler *et al.*, 2000).

Para colocar em prática um sistema de maneio das plantas infestantes, os agricultores e técnicos devem considerar três grandes factores (Fernández-Quintanilla, 1997; Labrada, 1997):

- ocorrência e distribuição de várias plantas infestantes em determinado campo;
- os riscos de perdas de colheita devido à flora nociva;
- a eficácia prevista de diversas opções de controlo e os seus custos económicos.

Nesta perspectiva, considerando a erradicação, a profilaxia e a moderação, a erradicação é pouco provável ser uma opção viável no maneio da infestação, o tratamento profiláctico ocorrerá todos os anos sempre que existe necessidade e na moderação há limites, que justificam a necessidade de actuar sobre a infestação, sendo a opção mais aceitável (Froud-Williams, 1995). Aliás, as baixas densidades de plantas infestantes reduzem as necessidades de intervenção sobre essa flora, para manter a produção da cultura, devendo-se garantir uma consistência do maneio dessas plantas a médio e longo prazo (Buhler, 1999). Segundo Munier-Jolain *et al.* (2002), a aplicação de herbicidas eficientes para o controlo de determinadas infestantes não é necessária todos os anos, para assegurar, no longo prazo, um nível de ocorrência aceitável da população de algumas espécies em certos sistemas de agricultura.

Conforme referem Jouy e Verdier (1996), um maneio global da flora adventícia integra um sistema cultural, e assim, não se reduz à cultura, ao ano e aos produtos químicos aplicados. Para estes autores, a necessidade de utilizar um maneio global, deve-se às seguintes condicionantes:

- dificuldade de controlar quimicamente diversas espécies de infestantes em certas culturas ou sucessão de culturas;
- custos de produção;
- impacto sobre o ambiente;
- organização do trabalho da exploração agrícola.

Para eliminar a infestação na cultura do trigo, é assim, segundo Christensen e Olesen (1995), cada vez mais necessário um conjunto de tarefas, que estão indicadas na Fig. 4.2.

Evidente que as técnicas culturais mais influentes no controlo das ervas daninhas, são (Jouy e Verdier, 1996):

- trabalhos de mobilização do solo;
- rotação de culturas;
- modalidades de controlo (herbicidas utilizados e sua eficácia).

4.2.1 MANEIO INTEGRADO DA INFESTAÇÃO

A ciência das infestantes deve desenvolver e incorporar práticas adicionais, que diversifiquem a pressão de selecção e reduzam a degradação ambiental (Buhler *et al.*, 2000; Mortimer, 1997). Diversas hipóteses apresenta este maneio integrado das plantas nocivas (Froud-Williams, 1995; 2000; Lyon *et al.*, 1996; Post e Wijnands, 1993), podendo assim, ser definido como a aplicação de numerosas medidas alternativas de controlo, que

incluem meios culturais, mecânicos, químicos, genéticos e biológicos (Froud-Williams, 1995; 2000; Lyon *et al.*, 1996; Swanton *et al.*, 1999a).

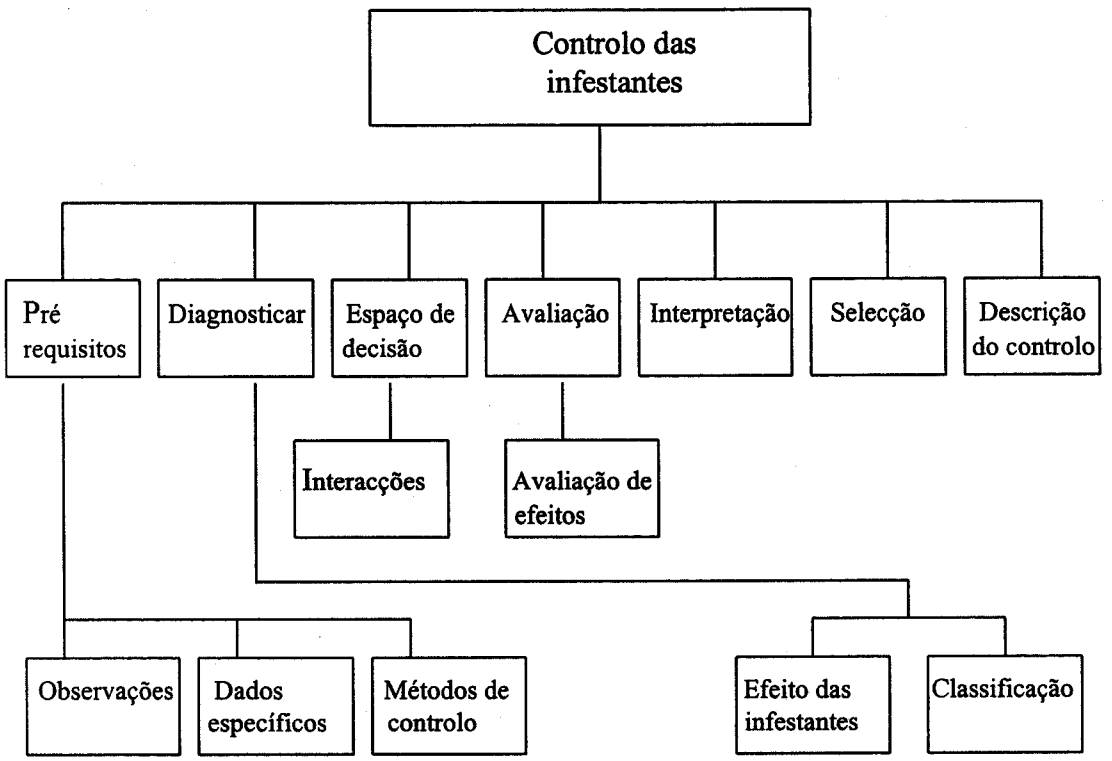


Fig. 4.2 - Hierarquia de tarefas envolvidas no controlo de infestantes em trigo de Inverno (Adaptado de Christensen e Olesen, 1997).

No maneio integrado das infestantes há uma intenção, que é a de reduzir o número de intervenções e os seus impactos negativos (Christensen e Olesen, 1995; Mortimer, 1997). Assim, podem ser utilizados vários métodos de controlo, destacando-se segundo Froud-Williams (1995), os seguintes:

- mobilizações e controlo mecânico;
- efeito de cobertura dos resíduos ("mulch") e da cultura;
- rotação e capacidade competitiva da cultura;
- fertilização;
- outros tratamentos não químicos (electrocução, fogo);
- dose adequada do herbicida;
- aplicação do herbicida apenas nos locais onde é necessário;
- obtenção de culturas resistentes aos herbicidas através da engenharia genética;
- controlo biológico ("micoherbicidas") e utilização de fitotoxinas naturais;
- planeamento e desenvolvimento de modelos baseados em determinados limiares (flora infestante emergida, grau de infestação e impacto económico), no

conhecimento dos períodos críticos e na dinâmica da população do banco de sementes.

Desta maneira, é minimizada a acção negativa, através da qual, as plantas infestantes reduzem os benefícios económicos, devido à diminuição dos resultados (quilo produzido multiplicado pelo preço) ou ao aumento das despesas (Spitters, 1989).

As ervas daninhas têm sido controladas ao longo dos anos, para diminuir, segundo Spitters (1989), os seus efeitos prejudiciais nas respectivas culturas (táctica) e para antecipar estes efeitos nas futuras espécies cultivadas (estratégia). No entanto, para pôr em prática o maneio integrado da infestação, devem-se considerar todos os factores agronómicos, que podem ser divididos em três níveis (Post e Wijnands, 1993):

- operacionais, que também são de curto prazo e incluem os meios de controlo físicos, químicos e biológicos.
- tácticos, que são de curto prazo, como a data de sementeira, densidade e distribuição da população, escolha da variedade, planeamento e tempo de fertilização;
- estratégicos, que são de longo prazo, como a rotação e a escolha de culturas, e o sistema de mobilização do solo;

4.2.2 MEIOS DE LUTA UTILIZADOS NO CONTROLO DE INFESTANTES

No percurso evolutivo do controlo das plantas infestantes, podem ser sumariadas as seguintes etapas (Muzik, 1970):

- inicial, com o trabalho manual realizado pelo homem;
- utilização de uma vara com ponta afiada;
- emprego de enxadas de metal ("machetes");
- uso de grades de metal puxadas por animais como o cavalo ou o boi;
- realização da sementeira das culturas em linha para facilitar o trabalho das alfaias de mobilização do solo, inicialmente puxadas por animais e mais tarde pelo tractor agrícola;
- desenvolvimento do meio de luta químico (herbicidas).

Cada vez mais, um método fundamental para o controlo de infestantes é a prevenção, de maneira a evitar a introdução e o desenvolvimento dessas espécies. As medidas a adoptar incluem: a produção de sementes livres das espécies não desejadas; a limpeza de sementes infestadas; a própria quarentena, e a regulamentação sobre a contaminação de sementes (Diehl, 1984; Walker, 1995). Ao melhorar os métodos de produção de sementes, poder-se-á então, prevenir a contaminação dos terrenos cultivados com espécies infestantes, cuja posterior erradicação será difícil.

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

A frequência de controlo depende 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 (Wallinga e van Oijen, 1997). Geralmente, estas plantas requerem uma análise e um controlo anual, uma vez que estão sempre presentes (Young *et al.*, 1994). Os efeitos do controlo, tanto na população da flora prejudicial como na produção da cultura, são influenciados pelas condições ambientais, densidade inicial das infestantes e composição de espécies (Buhler, 1999).

Para controlar os inimigos das espécies vegetais, que incluem as plantas invasoras das culturas, recorre-se a diferentes meios de controlo. Estes são frequentemente divididos em: físicos; químicos; genéticos, e biológicos.

4.2.2.1 FÍSICOS

Nestes meios, existem um conjunto de práticas culturais, que procuram optimizar o crescimento da cultura, como a fertilização adequada e uma boa densidade de plantas, com um espaçamento e uma distribuição favorável ao seu desenvolvimento. Destacam-se contudo, as operações de mobilização, que ao serem usadas no momento apropriado permitem eliminar as infestantes, sendo de referir, que os trabalhos imediatamente antes da sementeira têm como objectivo controlar as plântulas já emergidas e favorecer a cultura (Gunsolus *et al.*, 2001). Igualmente, o corte e a colheita actuam na infestação, diminuindo o seu potencial, nomeadamente o corte das culturas forrageiras, que exerce uma acção de prevenção da multiplicação das espécies propagadas por semente.

Quando efectuamos uma rotação de culturas, estamos a prevenir ou a reduzir as elevadas populações de determinadas infestantes, devido às alterações causadas no seu habitat em virtude das diferentes características das espécies cultivadas e da alternância das épocas de sementeira e de colheita. Além da acção directa na prevenção ou redução do nível de infestação, há também a componente económica e outras considerações como o possível impacto ambiental proveniente da aplicação dos herbicidas (Froud-Williams, 1995; Walker, 1995).

As espécies caracterizadas por um crescimento inicial rápido e por grande capacidade de cobertura do terreno, parecem ser muito competitivas com as infestantes (Cardina, 1995; Walker, 1995; Wicks *et al.*, 1995a) e por isso, também podem ser relevantes nos sistemas de agricultura, sobretudo na escolha da rotação de culturas.

Ao existir a cobertura do solo ("mulch"), esta impede a passagem da luz e forma uma barreira física para a emergência das plântulas (Froud-Williams, 1995; Wicks *et al.*, 1995a), afectando também o teor de humidade e a temperatura (Froud-Williams, 1995; Gupta *et al.*, 1983; Wicks *et al.*, 1995a). O próprio alagamento ou encharcamento causado

pela água, o fogo e a solarização, provocam danos físicos na população de infestantes, nomeadamente nos seus orgãos de propagação. No entanto, a aplicação de métodos como o da solarização, parecem ser inviáveis em espécies cultivadas de forma extensiva, podendo, eventualmente, ser usados em culturas forçadas (Wicks *et al.*, 1995a).

Os meios mecânicos têm sido e continuam a ser adequados para controlar as plantas infestantes, uma vez que são efectivos e não selectivos, permitem obter resultados imediatos, não estão relacionados com a especificidade do solo, podem reduzir a quantidade de plantas plurianuais (perenes), são aceites pelos agricultores, podem ser aplicados sobre grandes áreas e não deixam resíduos tóxicos (Wicks *et al.*, 1995a). Porém, a mobilização do solo, expõe-o à erosão e requer considerável energia e tempo (Wicks *et al.* 1995a). Por outro lado, este controlo parece ser mais viável para populações da flora infestante medianas ou baixas (Forcella *et al.*, 1993).

Segundo Wicks et al. (1995a), a charrua de aivecas parece obter uma boa eficácia no controlo de infestantes anuais e perenes, devido ao trabalho de reviramento. Ao revirar as camadas do solo, a parte aérea das plantas é enterrada (Froud-Williams, 1995) e o sistema radical fica à superfície sujeito às condições atmosféricas.

Porém, na utilização dos equipamentos de mobilização parece importante o planeamento em função dos objectivos e da sua sequência (Wicks *et al.*, 1995a). Os melhores resultados obtêm-se com intervalos entre as operações de mobilização, para que numa passagem seja promovida a germinação das sementes e a consequente emergência das plântulas, que assim poderão ser eliminadas em trabalhos posteriores (Boström, 1999; Wicks *et al.*, 1995a).

Aliás, uma função relevante das mobilizações utilizadas na preparação da cama da semente, é controlar pequenas plantas de infestantes que já tenham emergido (Wicks *et al.*, 1995a). Deste modo, quando for possível atrasar a data da preparação da cama da semente, poder-se-á diminuir a infestação (Wicks *et al.*, 1995a), mas será necessário haver variedades com comportamento adaptado às oscilações na duração do seu ciclo vegetativo, principalmente com flexibilidade à data de sementeira.

Existem ainda as mobilizações terciárias empregues após a instalação da cultura, antes ou depois da sua emergência, para o controlo de espécies nocivas. Nestas incluem-se as sachas, que têm como objectivo eliminar essas plantas prejudiciais (Wicks *et al.*, 1995a).

Apesar das alfaias de mobilização do solo controlarem as infestantes (Boström, 1999; Boström e Fogelfors, 1999; Nalewaja, 2001; Wicks *et al.*, 1995a), a sua eficácia é maior nas que têm um ciclo vegetativo anual, sendo algumas plurianuais difíceis de eliminar eficazmente (Boström e Fogelfors, 1999). Por outro lado, quando o solo apresenta teores de humidade favoráveis ao crescimento das plantas, as espécies daninhas podem, ocasionalmente, ser transplantadas (Wicks *et al.*, 1995a).

Outra técnica que pode ter uma acção eficaz na diminuição do grau de infestação é a colheita, dependendo a oportunidade da sua realização da cultura e variedade, da data de sementeira, da finalidade da cultura, da área cultivada e da largura do equipamento de colheita (Wicks *et al.*, 1995a). Geralmente, está associada à rotação de culturas e, segundo Wicks *et al.* (1995a), o atraso da época de colheita aumenta o risco de existirem prejuízos na produção de grão da cultura.

4.2.2.2 QUÍMICOS

O uso de produtos químicos pelo homem para controlar a flora infestante, tem muitos anos, embora o seu grande desenvolvimento ocorresse, essencialmente, a partir da descoberta dos herbicidas hormonais na década de quarenta do século vinte (Harrison e Loux, 1995). Apareceram então os herbicidas selectivos, que eram tóxicos apenas para algumas espécies vegetais e foram adoptados em diversos países (Harrison e Loux, 1995). Este meio de controlo, foi o principal factor, que permitiu aumentar a produção de trigo a partir de meados do século XX (Young *et al.*, 1994). Actualmente, representam uma grande proporção (aproximadamente 44 % do volume total) dos produtos fitofarmacêuticos usados na agricultura (Quimby *et al.*, 2002).

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 diferente toxicidade na espécie cultivada e nas que lhe são nocivas (Diehl, 1984; Harrison e Loux, 1995). Enquanto os factores físicos participam através do contacto de uma dose, que será letal para infestantes e não danifica as plantas da cultura, os biológicos permitem a várias plantas menor susceptibilidade a um herbicida, devido à resistência genética, a diferenças na absorção e na translocação, e diferente metabolismo (Harrison e Loux, 1995).

Segundo Harrison e Loux (1995), a variabilidade das condições ambientais interactua com os factores físicos afectando a selectividade ao herbicida. Em casos extremos de precipitação e de temperatura, será prejudicado o movimento da substância activa ou alterada a resposta fisiológica das plantas, podendo-se reduzir a selectividade a esse produto (Harrison e Loux, 1995).

Na selectividade distingue-se a resistência e a tolerância. As plantas são resistentes aos herbicidas, porque resistem a elevadas doses do produto. Quando respondem de forma variável e são parcialmente afectadas por uma dose normal da substância activa, classificam-se como tolerantes ou semi-tolerantes. Somente um ou dois genes conferem nas plantas a resistência aos herbicidas, mas a tolerância pode estar relacionada com muitos genes (Harrison e Loux, 1995).

Geneticamente controladas e influenciadas pelas condições ambientais, as características morfológicas tais como: a disposição e inclinação das folhas; a área foliar, e a presença de pilosidade (pubescência) nas folhas, determinam o máximo da dosagem potencial do herbicida aplicado, que é interceptado e retido pela planta (Harrison e Loux, 1995; Sagar *et al.*, 1977).

Um dos mecanismos comuns que contribui para a selectividade ao herbicida é o metabolismo diferencial. A planta é tolerante à substância activa, porque o seu metabolismo é capaz de alterar ou degradar a estrutura química do herbicida, através das reacções enzimáticas e, ocasionalmente, não enzimáticas, tornando-o não tóxico (Harrison e Loux, 1995).

De acordo com a capacidade de passarem por biotransformações nas plantas, os herbicidas podem ser estáveis, activados ou desactivados metabolicamente. Os estáveis caracterizam-se por não sofrerem alterações. Os activados metabolicamente, quando absorvidos por plantas sensíveis, sofrem transformações metabólicas, que permitem realçar a fitotoxidade do produto. Nos desactivados metabolicamente, ocorrem oxidações, reduções, hidrólises e/ou reacções conjugadas, que os deixam não tóxicos face a espécies tolerantes (Harrison e Loux, 1995).

Através da utilização de antídotos herbicidas, pode ser alcançada a selectividade aos herbicidas. Estes químicos permitem proteger as plantas contra a acção tóxica dos herbicidas, por isso, também são designados de protectores (Harrison e Loux, 1995).

Actualmente, muitas das novas famílias de herbicidas, apresentam um elevado grau de actividade biológica com baixas taxas de aplicação e têm uma fraca toxicidade para os mamíferos (Harrison e Loux, 1995).

Para Harrison e Loux (1995), podem ser classificados segundo diversos critérios, incluindo os métodos de aplicação (solo ou foliar), os sintomas gerais (contacto ou sistémico), o período de actividade residual (persistente ou não persistente) e a selectividade (selectivo ou não selectivo; folhas largas ou estreitas).

Relativamente ao modo de acção, são classificados por Harrison e Loux (1995), nas categorias indicadas no Quadro 4.1.

Quanto à época de aplicação, os herbicidas classificam-se de pré-sementeira com ou sem incorporação no solo a anteceder a cultura, de pré-emergência quando utilizados após a sementeira mas antes da emergência da espécie cultivada e de pós-emergência os que são aplicados depois de emergirem as plântulas da cultura. Evidente que a combinação dos herbicidas empregues antes e/ou após a emergência da cultura, permite controlar um largo espectro de infestantes (Harrison e Loux, 1995).

Cada um dos períodos referidos apresenta, de acordo com Harrison e Loux (1995), vantagens e desvantagens, que estão sintetisadas no Quadro 4.2.

Os herbicidas permitiram substituir os métodos mecânicos e manuais de combate das infestantes, nos países e locais onde a agricultura é mecanizada. Foram assim, um dos factores que contribuíram para o aumento e estabilidade das produções (Buhler *et al.*, 2000; Gunsolus e Buhler, 1999), e para a diminuição dos custos e do uso de mão-de-obra no sector agrícola. Por isso, favoreceram a sustentabilidade do rendimento, tanto na perspectiva económica como ambiental quando aplicados de forma racional.

Quadro 4.1 - Classificação dos herbicidas quanto ao modo de acção e respectivas famílias químicas (Harrison e Loux, 1995).

MODO DE ACÇÃO GERAL	FAMÍLIAS QUÍMICAS	LOCAL DE APLICAÇÃO
Inibidores da síntese de aminoácidos	Aminoácidos (glifosato e análogos do glifosato)	Foliar, aquático
	Imidazolinonas	Foliar, solo
	Sulfonilureias	Foliar, solo
	Sulfonamidas	Foliar, solo
Contacto, perturbam as membranas celulares	Bipiridilos	Foliar, aquático
	Difeniléteres	Foliar, solo
Hormonais, reguladores de crescimento sintéticos, imitam a actividade natural das hormonas nas plantas	Ácidos benzóicos	Foliar
	Ácidos fenóxicos	Foliar, aquático
	Ácidos 2-piridinocarboxílicos	Foliar, solo
	Ácidos quinolinocarboxílicos	Foliar
Inibidores da síntese dos lípidos	Ciclohexanodionas	Foliar
	Ácidos 2-(6-ariloxifenoxi) propiónicos	Foliar
Inibidores da fotossíntese	Biscarbamatos	Foliar
	Hidroxybenzonitrilos	Foliar
	Triazinas	Foliar, solo, aquático
	Uracilos	Solo
	Ureias	Solo, Foliar
Inibidores da síntese dos carotenóides, perturbam a produção destes pigmentos	Triazoles	Foliar
	Isoxazolidinonas	Solo
	Piridazinonas	Solo, Foliar
Inibidores da divisão meristemática, afectam, fundamentalmente, os processos que envolvem a mitose	Dinitroanilinas	Solo
	Carbamatos	Foliar, solo
	Tiocarbamatos	Solo
	Cloroacetamidas	Solo

Quadro 4.2 - Síntese das vantagens e desvantagens das diferentes épocas de aplicação dos herbicidas (Adaptado de Harrison e Loux, 1995).

ÉPOCA DE APLICAÇÃO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Pré-sementeira incorporado	- Menor dependência da água para deslocar a substância activa. - Maior toxicidade para algumas espécies perenes relativamente ao de pré-emergência.	- Requer maior consumo de tempo, de energia e equipamento. - Poderá contribuir para a compactação, formação de crosta ou erosão. - Deficiente incorporação poderá diminuir a eficácia. - Não é possível a aplicação em alguns sistemas de conservação (mobilização nula).
Pré-sementeira	- Permite reduzir o trabalho de mobilização e o tempo requerido nas operações de preparação do solo para a sementeira das culturas. - Controla as infestantes antes da sementeira nos sistemas de mobilização nula. - Pode ser eliminado o problema dos herbicidas com elevada persistência no solo.	- Devido à fraca ou nula actividade residual, nomeadamente nos herbicidas que são utilizados em sistema 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. - Quando a aplicação é efectuada com elevados teores de humidade, pode haver compactação do solo.
Pré-emergência	- Através de equipamentos conjugados, pode-se realizar numa só passagem a sementeira e a aplicação do herbicida. - Com condições óptimas de aplicação, nomeadamente solo no estado friável, garantir-se-á uma boa eficácia nesta época de aplicação. - Podem-se usar em qualquer sistema onde seja mobilizado o solo.	- A acção do herbicida está muito dependente da humidade do solo. - Precipitação intensa após a aplicação pode causar lixiviação e lavagem ou escorrimento do herbicida. - Algumas espécies perenes e sementes que germinam nas camadas mais profundas são menos afectados por estes herbicidas relativamente aos incorporados.
Pós-emergência	- As características do solo não afectam a sua acção. - A escolha do herbicida é efectuada em função do conhecimento da espécie, população presente e tempo de aplicação. - Podem-se usar em qualquer sistema de mobilização. - As doses e o tempo de aplicação podem diminuir na pós-emergência relativamente à pré-sementeira (incorporado) e pré-emergência.	- Aplicação é restricta a um período relativo ao desenvolvimento das infestantes e da cultura. - A eficácia pode ser reduzida pelas condições ambientais (Martin e Felton, 1993), nomeadamente, perante situações de stress. - A precipitação pode impedir a aplicação no tempo óptimo ou próprio deste trabalho. - Devido à pequena actividade residual destes herbicidas, poderão aparecer novas plantas infestantes.

Aliás, a evolução destes produtos permitiu reduzir as mobilizações do solo (Buhler *et al.*, 2000; Lyon *et al.*, 1996) e o desenvolvimento de substâncias activas não residuais

por um lado e selectivas por outro, foi fundamental para a mobilização de conservação. De facto, na sementeira directa recorre-se a aplicação de herbicidas na época de pré-sementeira sem acção residual (Forcella, 1998; Johnson *et al.*, 2002) e a aplicação à cultura decorre em geral na pós-emergência, usando herbicidas selectivos. A existência, frequentemente, de quantidades consideráveis de resíduos na superfície do solo, limita a eficácia das substâncias activas utilizadas na pré-emergência, as quais, até têm um efeito residual superior às que são empregues em pós-emergência.

Contudo, para o sucesso da sementeira directa é, essencial, a eficácia do herbicida aplicado na pré-sementeira com modo de acção total, não residual e, em geral, sistémico (substância activa glifosato), podendo depender o período de aplicação, segundo Blum *et al.* (1997) e Johnson *et al.* (2002), das espécies infestantes e da época de emergência das suas plântulas. Todavia, 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 (Johnson *et al.*, 2002).

Apesar das inovações referidas e dos benefícios associados à utilização dos herbicidas, a eficácia da aplicação de qualquer substância activa depende, segundo Attwood *et al.* (1977), Gunsolus *et al.* (2001), Martin e Felton (1993), Orlando *et al.* (1996), Sagar *et al.* (1977), Wicks *et al.* (1995b) e Zhang *et al.* (2000), das condições ambientais.

4.2.2.3 GENÉTICOS

O controlo potencial das espécies nocivas através da interferência da cultura pode resultar da competição directa e/ou da libertação de substâncias alelopáticas (Cardina, 1995; Froud-Williams, 1997). O melhoramento genético deverá procurar obter cultivares com esta capacidade, ou seja, que possam tolerar e/ou suprimir as plantas prejudiciais.

Portanto, devem-se verificar as características morfológicas e fisiológicas associadas com a capacidade competitiva dos genótipos, as quais ajudarão o melhoramento a atingir os seus objectivos. A selecção de variedades, é assim, uma parte do maneio integrado com alguma importância na condução da infestação (Froud-Williams, 1997).

Os meios de luta genéticos criam oportunidades para melhorar o maneio das espécies prejudiciais e auxiliam a própria utilização de herbicidas (Froud-Williams, 1995; 2000). No entanto, a interferência envolvendo a supressão das infestantes, distingue-se da tolerância da cultura a estas espécies, porque na tolerância existe a perda de algumas

características desejadas, mas não é prevenida a produção de sementes das plantas daninhas (Froud-Williams, 2000).

Segundo Cardina (1995), a capacidade competitiva é determinada por características como: a rapidez de emergência; a resistência das jovens plantas 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. A comparação de cultivares deve assim, permitir-lhes exibirem o seu potencial competitivo.

Os recentes avanços da biotecnologia incluem as plantas transgénicas, que podem melhorar a tolerância das culturas aos herbicidas (Froud-Williams, 1991). Actualmente, os conhecimentos genéticos têm procurado identificar genes responsáveis pela tolerância ou resistência a determinadas substâncias activas, havendo particular mérito, na tolerância a algumas foliares não persistentes como é o glifosato (Froud-Williams, 1991).

Com a ajuda do melhoramento, poder-se-á então, obter germoplasma, que seja cada vez mais favorável ao maneio da infestação sem prejudicar o potencial produtivo da cultura, de modo a maximizar o rendimento agrícola.

4.2.2.4 BIOLÓGICOS

Os meios biológicos consistem na utilização de organismos vivos ou dos seus produtos, para reduzir ou prevenir o crescimento e reprodução de plantas infestantes (Cardina, 1995; Froud-Williams, 1991; Hetherington e Auld, 1996). Nestes métodos, têm sido usados vários tipos de plantas, fungos e bactérias (Cardina, 1995). As vantagens da sua aplicação, são a redução do uso de agroquímicos e a preservação do ambiente, evitando a sua contaminação (Hetherington e Auld, 1996).

As infestantes podem encontrar dificuldades na colonização, devido a determinados factores, como por exemplo: doenças; alimentação de artrópodes; predação por animais na pré e pós dispersão; efeito de alelopatia; competição das plantas vizinhas, e outros (Cardina, 1995). Deste modo, o maneio biológico procura manipular os agentes que causam stress às plantas nocivas durante o seu ciclo de vida, de maneira a reduzirem-lhes a capacidade de sobrevivência, de reprodução e de competição com as culturas (Cardina, 1995).

As populações da flora invasora sofrem doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. Destes agentes patogénicos, os fungos são os que têm sido mais testados no controlo das plantas nocivas (Cardina, 1995; Hetherington e Auld, 1996; Quimby *et al.*, 2002). Segundo Quimby *et al.* (2002), muito do esforço para aumentar o controlo biológico das infestantes tem sido direccionado para o desenvolvimento de micoherbicidas (fungos usados como herbicidas) e de bioherbicidas (fungos e bactérias usados como herbicidas).

Muitos patogénicos desenvolvidos com acção herbicida ("micoherbicidas"), têm uma acção limitada a uma ou a muito poucas espécies infestantes com importância económica (Cardina, 1995; Froud-Williams, 1995; Quimby *et al.*, 2002). Esta situação, limita o valor comercial do produto e o seu desenvolvimento (Froud-Williams, 1991; Quimby *et al.*, 2002). Outra característica destes agentes infecciosos, será a capacidade de crescerem e produzirem inóculo viável na cultura e afectarem as plantas após a sua aplicação (Cardina, 1995). Por outro lado, tem sido bastante difícil a produção, a formulação e o armazenamento em vida destes produtos (Quimby *et al.*, 2002).

Os insectos também são um dos reguladores mais importantes de algumas populações, incluindo as infestantes. Têm hospedeiro específico, mobilidade e podem estabelecer-se em populações estáveis nos dinâmicos ecossistemas. Actualmente, o desenvolvimento de insectos como agentes de controlo é uma das componentes da investigação (Cardina, 1995).

Na utilização de insectos, recorre-se à introdução, ao aumento do tamanho da sua população e à promoção da sua actividade (Cardina, 1995). Com a introdução procura-se que as plantas nocivas sejam prejudicadas, por via da destruição de órgãos como folhas, caules, flores e sementes.

Com o pastoreio adequado, também será beneficiado o maneio integrado da flora infestante. O prejuízo causado nas diversas plantas daninhas depende da espécie animal, mas a carga animal correcta pode diminuir a população de sementes no solo (Cardina, 1995).

Igualmente, uma densidade de cobertura elevada por parte da cultura pode suprimir as infestantes anuais de Inverno ou as jovens plantas bianuais e plurianuais, devido à competição para os recursos limitados (água, luz e nutrientes), ocupando o espaço que as plântulas daninhas necessitariam para captar os factores de produção (Cardina, 1995).

Como qualquer meio de luta, o controlo biológico poderá assim, passar a integrar os sistemas de maneio sustentável das infestantes. Para satisfazer esta condição, será necessário que a componente deste controlo seja compatível e complementar de outras componentes do sistema e de fácil utilização pelos produtores (Quimby *et al.*, 2002).

Um exemplo referido por Quimby *et al.* (2002), para o maneio da infestação em sistemas de mobilização nula recorrendo ao auxílio do controlo biológico, consta do desenvolvimento de fungos de solo, que sejam eficazes na destruição das raízes das plantas anuais da flora dominante. Contudo, deve existir a capacidade de proteger as plantas da cultura através de um antagonista dessas micoses, como um fungicida aplicado às sementes (Quimby *et al.*, 2002). Outra alternativa passará pelo melhoramento, criando variedades mais resistentes a esses patogénicos (Quimby *et al.*, 2002).

4.2.3 ÉPOCA DE INTERVENÇÃO

No campo, a população de infestantes é composta, geralmente, de indivíduos de diferentes idades cronológicas, que aparecem sobre um extenso período de tempo (Buhler *et al.*, 2000). Isto representa um desafio para escolher a táctica de controlo e o seu tempo de aplicação, mantendo a população com níveis inferiores aos prejudiciais e minimizando a produção de sementes e de outros propágulos (Buhler *et al.*, 2000).

A previsão da ocorrência de períodos críticos nas infestantes é complexa, devido a essa heterogeneidade das suas populações. Porém, a previsão é necessária, para integrar a dinâmica das populações no maneio das plantas invasoras (Ghersa *et al.*, 2000).

No estado de plântula, são mais vulneráveis aos meios utilizados no seu controlo. Apesar da época em que ocorre este estado não permitir calcular com grande rigor o tamanho da população potencial de infestantes, é requerida uma elevada mortalidade para uma diminuição acentuada do nível de infestação. Assim, em geral, uma grande destruição das jovens plantas é requerida para o controlo adequado da flora nociva (Ghersa *et al.*, 2000), exercendo o tempo de preparação do solo uma acção importante no banco de sementes e no controlo dessas espécies (Boström e Fogelfors, 1999).

Periodicidade de emergência de jovens plantas infestantes (Forcella, 1997; Gunsolus e Buhler, 1999; Rahman *et al.*, 2000; Roberts *et al.*, 1977; Sattin *et al.*, 1997), taxa de crescimento e desenvolvimento da cultura e período crítico de controlo de espécies daninhas, influenciam o maneio destas plantas (Gunsolus e Buhler, 1999). Para Ghersa *et al.* (2000), o conhecimento sobre a fenologia e a demografia da flora nociva tem permitido o desenvolvimento de métodos para seguir os efeitos a longo prazo das práticas utilizadas no seu maneio.

4.2.4 MODELOS AUXILIARES DO MANEIO DA INFESTAÇÃO

Para ajudar a tomar decisões sobre o maneio adequado da infestação tanto no curto como no longo prazo, têm sido desenvolvidos modelos (Colbach e Debaeke, 1998). O objectivo é usá-los, para deduzir o que deverá ocorrer e assim, desde que os dados e a compreensão, possam estar correctos, haverá capacidade de fazer previsões razoáveis (Fernández-Quintanilla, 1997).

Os modelos da dinâmica da população de infestantes, procuram organizar o conhecimento da biologia das plantas e, deste modo, melhorar a decisão sobre como limitar a infestação. Alguns incluem os efeitos de curto prazo das plantas nocivas na espécie cultivada, calculando as perdas de produção (Colbach e Debaeke, 1998; Murphy *et al.*,

2002; Weaver, 1996). Também é possível utilizá-los na quantificação do contributo potencial de várias características para a capacidade competitiva (Kropff *et al.*, 1997).

Portanto, os modelos mecanísticos ("mechanistic") quantificam vários processos fisiológicos e físicos subjacentes ao desenvolvimento e crescimento das plantas da cultura e das espécies infestantes e ao efeito do ambiente e dos factores culturais nesses processos (Swanton *et al.*, 1999a). Estes modelos, referentes à competição entre a cultura e a flora daninha, que também simulam a produção de sementes e o crescimento da população no tempo (Spitters, 1989; Swanton *et al.*, 1999a), são úteis para as estratégias utilizadas no maneio integrado da infestação (Swanton *et al.*, 1999a).

A densidade populacional da flora daninha é uma das variáveis usadas em modelos de simulação de danos causados à produção (Kropff *et al.*, 1995; Murphy *et al.*, 2002; Olesen *et al.*, 1997).

Wilson *et al.* (1990), relacionaram a produção de grão de trigo de Inverno e a densidade populacional da espécie infestante *Avena fatua* L., utilizando a seguinte equação (modelo hiperbólico):

$$Y = Ywf \left(1 - \frac{iD}{100\ (1 + iD\ /\ a)} \right)$$

Y - rendimento da cultura por unidade de área; Ywf - produção da cultura livre de infestantes; i - percentagem de perdas de produção por planta infestante m^2 com a densidade aproximada a zero; D - densidade de plantas infestantes; a - percentagem de perdas de produção por planta infestante m^2 com a densidade aproximada para infinito.

As perdas de produção foram de 0,7% e de 1,2% por planta infestante m^2, respectivamente para elevada (261 $kg \cdot ha^{-1}$) e baixa densidade de sementeira (83 $kg \cdot ha^{-1}$) da cultura de trigo.

Um modelo hiperbólico, também foi trabalhado por Murphy *et al.* (2002), de maneira a estimarem a produção de grão de trigo em função da densidade de plantas da cultura e da infestante *Avena* spp..

Quando os modelos tratam a competição de maneira mais mecanística do que empírica, podem oferecer uma compreensão das relações que existem entre a densidade das plantas das culturas e das infestantes, os períodos relativos de emergência, as diversas características morfológicas e fisiológicas e os níveis dos recursos (Weaver, 1996).

Evidente que a capacidade de prever a densidade da população de espécies daninhas é mais precisa para um intervalo curto. Isto não reduz, necessariamente, a utilização de modelos baseados na dinâmica das populações de infestantes para decidir o planeamento do seu controlo no longo prazo (Wallinga *et al.*, 1999). No entanto, se o objectivo é maximizar o retorno económico num período alargado, a densidade populacional de infestantes tende aproximar-se do zero (Wallinga *et al.*, 1999).

Recorrendo aos referidos modelos da dinâmica das plantas infestantes, em vez de considerar unicamente decisões estáticas, como por exemplo, a aplicação de uma dose fixa de determinado herbicida (Jones e Cacho, 2000), já há uma perspectiva de um prazo mais dilatado no maneio da flora daninha (Jones e Medd, 2000).

Nos modelos devem ser cuidadosamente previstas diversas variáveis sensíveis em relação a algumas técnicas culturais (mobilização do solo e controlo de infestantes) e tipo de cultura, tais como: a sobrevivência das sementes e das plântulas ou a produção de sementes (Colbach e Debaeke, 1998). Isto apesar de determinado local, apresentar características que definem o habitat da população de infestantes e, segundo Wallinga *et al.* (1999), condicionar a taxa de crescimento destas plantas.

Aliás, devido à importância do clima e à influência das estações sobre a dinâmica da população de infestantes, parece prudente, incorporar a variabilidade dessas estações e as diferentes respostas em quaisquer modelos de maneio da infestação (Jones e Cacho, 2000). Por isso, os que são mais correntes aplicam-se a situações locais e, é dificil utilizá--los noutras condições, que não sejam aquelas para onde foram desenvolvidos (Forcella, 1997).

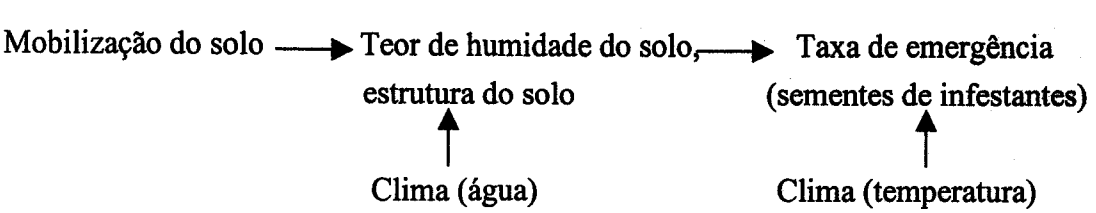
Colbach e Debaeke (1998) apresentam uma esquematização de modelos para analisar alguns aspectos do maneio da cultura. Por um lado, consideram os que são caracterizados pela relação directa entre a estratégia cultural (exemplo mobilização do solo e tipo de cultura) e os parâmetros da demografia das plantas infestantes (exemplo taxa de emergência, sobrevivência e produção de sementes). Por outro lado, aqueles em que as referidas relações directas podem ser complementados por variáveis numa posição intermédia, que caracterizam o ambiente do solo ou da cultura (teor de humidade e estrutura do solo, e índice de cobertura da cultura). Quaisquer destes modelos mencionados por Colbach e Debaeke (1998), estão sintetisados a seguir de forma esquemática.

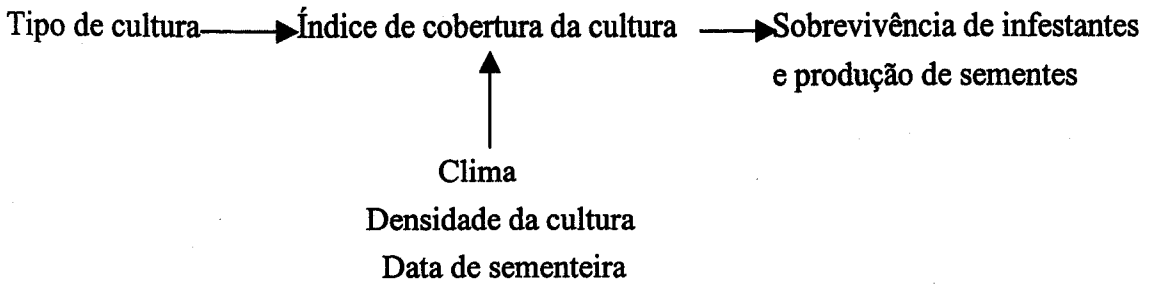
Modelos

Mobilização do solo ⟶ Taxa de emergência (sementes de infestantes)

Tipo de cultura ⟶ Sobrevivência de infestantes e produção de sementes

Modelos com variáveis ambientais





Há assim, os que procuram relacionar a germinação das sementes com a temperatura e o teor de água no solo (Ego *et al.*, 2000), e a emergência das jovens plantas com a temperatura (Marginet *et al.*, 2000). Quer as relações encontradas por Ego *et al.* (2000), como as obtidas por Marginet *et al.* (2000), foram descritas através de equações logísticas, que permitiram explicar a dependência das referidas variáveis.

Em suma, o objectivo do modelo (investigação, educação ou decisão) e o nível da sua aplicação (curto ou longo prazo, para um campo específico ou de âmbito regional), poderiam servir de guia com o detalhe preciso para descrever a dinâmica da população de infestantes e a relação com o maneio da cultura (Colbach e Debaeke, 1998).

4.2.5 LIMIARES DE INTERVENÇÃO

Muitas vezes, procuram-se definir limiares para o controlo da flora nociva, de modo a reduzir as medidas desnecessárias utilizadas na eliminação dessas plantas (Gerowitt, 1997; Munier-Jolain *et al.*, 2002; Swanton *et al.*, 1999a; Wallinga e van Oijen, 1997). Segundo Wallinga e van Oijen (1997), os limites são indicadores para a necessidade de intervenção numa determinada cultura. No entanto, a utilização dos mesmos, perde viabilidade, quando há alargamento da escala temporal (Swanton *et al.*, 1999a; Wallinga e van Oijen, 1997).

Assim, quando a densidade populacional de infestantes é maior que o valor limiar, os herbicidas devem ser aplicados (Colbach *et al.*, 2000b; Swanton *et al.*, 1999a). Portanto, este valor representa o número de plantas da flora nociva, que provoca perdas na produção da cultura e cuja quantificação económica excede o custo do controlo da infestação (Colbach *et al.*, 2000b; Munier-Jolain *et al.*, 2002; Swanton *et al.*, 1999a). Evidente que o valor económico não é fixo, podendo variar consideravelmente, em função da produção de grão, do seu preço e do custo do controlo da infestação (Gill, 1996).

Além desta componente económica, este limite também tem sido definido como indicador da competitividade, representando a densidade de população da flora daninha que causa uma redução inaceitável na produção da cultura. Apesar de ser um valor arbitrário, em geral, varia de 5 a 20% (Swanton *et al.*, 1999a).

Apesar do limiar económico ser muito afectado pela duração do período considerado para a optimização bio-económica (Munier-Jolain *et al.*, 2002), quando nas estratégias de controlo da infestação se utiliza este valor, pode-se evitar a aplicação desnecessária de herbicidas (Gerowitt, 1997; Munier-Jolain *et al.*, 2002; Murphy *et al.*, 2002). Assim, reduzem-se os potenciais prejuízos causados ao ambiente, que decorrem do emprego sistemático (todos os anos) destes agroquímicos (Munier-Jolain *et al.*, 2002).

No entanto, o valor limiar é uma ferramenta pouco adequada para as espécies infestantes plurianuais, havendo necessidade de serem controladas antes de começarem a causar perdas na produção, ou para aquelas que estão relacionadas com a redução de parâmetros qualitativos da cultura (Swanton *et al.*, 1999a). Por outro lado, a sua aplicação estará, em parte, condicionada à localização onde foi testado este parâmetro (Swanton *et al.*, 1999a).

4.2.6 ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLO E DIMINUIÇÃO DO NÍVEL DE INFESTAÇÃO

Cada vez mais, na agricultura são procuradas estratégias para o maneio da flora infestante (Burdôt *et al.* 1999; Olesen *et al.*, 1997), que sejam sustentáveis, tanto ecologicamente, assegurando a manutenção da biodiversidade, como economicamente, de maneira a que os custos do maneio não ultrapassem os benefícios financeiros (Burdôt *et al.*, 1999). Desta forma, contribuem para o desenvolvimento da agricultura sustentável (Akobundu, 1997; Kropff *et al.*, 1997).

Para haver sustentabilidade, os sistemas agrícolas devem ser sensíveis biologicamente, viáveis economicamente, aceitáveis quer ambientalmente quer socialmente e suportáveis politicamente (Reeves *et al.*, 1999). Assim, além da influência da organização administrativa e das inovações tecnológicas, há também a componente política. Estamos, portanto, perante um processo muito dinâmico, que necessita de um pleno conhecimento sobre o ambiente onde decorre a acção (Urech, 2000).

Conforme referem Gunsolus *et al.* (2001), as estratégias devem manter o potencial produtivo dos campos, por isso, a redução dos custos deverá eleger os meios de controlo e as situações específicas do local. Através da identificação das espécies (Boström, 1999), do seu desenvolvimento e da própria cultura, poder-se-á desenvolver um plano sustentável, melhorando a conservação e a preservação dos ecossistemas. Apesar do controlo efectivo das infestantes resultar, habitualmente, da combinação dos meios culturais, mecânicos e químicos, a combinação adequada para cada campo depende das seguintes situações (Gunsolus *et al.*, 2001):

- crescimento da cultura;

- gravidade da infestação;
- características do solo;
- sistema de culturas;
- validade do trabalho no tempo.

Qualquer opção deverá então, incluir as seguintes componentes (Zimdahl, 1995):

- princípios ecológicos;
- interferência no crescimento da cultura resultante da competição entre esta e as infestantes;
- definição de um nível económico para o limiar do risco;
- integração de diversas técnicas de controlo, incluindo o uso selectivo de herbicidas;
- supervisão da utilização da estratégia em função do programa para cada cultura e região.

Através da utilização de estratégias adequadas, incluindo a combinação da mobilização do solo com a aplicação de herbicidas, é possível manter níveis baixos de infestação em muitos locais, mesmo perante o emprego de doses dos produtos químicos menores do que as recomendadas (Boström, 1999; Boström e Fogelfors, 1999). Por sua vez, o rendimento das culturas pode não ser afectado, tendo Boström (1999) obtido produções razoáveis em cereais de Outono-Inverno.

Para as estratégias efectivas do maneio das plantas infestantes é, essencial, o conhecimento da dinâmica da sua população (Froud-Williams, 2001; Fernández--Quintanilla, 1997; Lutman *et al.*, 2002). Em particular, a relação com o decréscimo da produção da cultura, porque é importante para as decisões sobre como actuar nas espécies daninhas de forma a obter-se sustentabilidade económica (Ghersa *et al.*, 2000).

Por exemplo, quando as plantas infestantes apresentam uma distribuição espacial em forma de agregados, poder-se-á reduzir o uso de herbicidas, pulverizando apenas os locais onde há manchas de infestação (Garibay *et al.*, 2001; Wallinga *et al.*, 1998). Utilizando uma metodologia adequada, o aumento da resolução espacial da pulverização descontínua (intermitente, ou seja, em determinadas zonas), parece ser assim, uma hipótese promissora para diminuir a utilização de agroquímicos empregues na monda (Garibay *et al.*, 2001; Wallinga *et al.*, 1998). Para garantir a eficácia desta forma de aplicação, será fundamental o apoio da tecnologia (Garibay *et al.*, 2001).

Todavia, em qualquer estratégia deve estar presente a possível influência anual (Basch, 1988; Calado *et al.*, 2002; Doucet *et al.*, 1999; Murphy *et al.*, 2002; Swanton *et al.*, 1999b; Wicks *et al.*, 1994), porque, segundo Wicks *et al.* (1994), aparentemente, as condições ambientais para o crescimento das infestantes, a eficácia do herbicida e/ou capacidade das cultivares suprimirem o crescimento das espécies nocivas varia de ano para ano. Como exemplo, Swanton *et al.* (1999b), constataram que o ambiente exerceu uma

grande influência na população final da flora invasora, que variou com o ano, não tendo sido claro o efeito do sistema de mobilização do solo. Também Doucet *et al.* (1999), verificaram uma grande variação anual na densidade de infestação, não havendo uma tendência nítida do aumento da quantidade de plantas na ausência de controlo dessa flora, ou do seu decréscimo com a aplicação do tratamento herbicida.

Contudo, poder-se-á referir, que uma estratégia diversificada ao nível dos sistemas de agricultura (rotação de culturas), da aplicação de herbicidas (diferentes substâncias activas), da data de sementeira e da preparação da cama da semente, permitirá maximizar o maneio das plantas infestantes direccionado para o seu controlo. Como exemplo, é possível, a realização de uma mobilização inicial para provocar a emergência de plântulas que serão controladas antes da sementeira ou então não efectuar qualquer mobilização e eliminá-las com produtos químicos aplicados em pré-sementeira.

4.2.6.1 UTILIZAÇÃO DA ROTAÇÃO DE CULTURAS

Geralmente, a rotação de culturas implica diferentes técnicas agrícolas, que promovem variações na população de infestantes, devido ao efeito directo e/ou das diversas técnicas (Blackshaw *et al.*, 1994; Doucet *et al.*, 1999; Singh *et al.*, 1999; Streit *et al.*, 2003). Deste modo, numa sucessão de culturas caracterizada por espécies das classes Dicotiledónea e Monocotiledónea (cultura do trigo), é possível, na cultura com plantas Dicotiledóneas aplicar herbicidas, para controlar algumas plantas daninhas pertencentes à família das Gramíneas (Blackshaw *et al.*, 1999).

Com a utilização da rotação de culturas aumentam, segundo Locke *et al.* (2002) e Wicks *et al.* (1995a), as oportunidades para implementar diferentes estratégias de maneio das infestantes, sendo a maior eficiência obtida com culturas que têm diferentes épocas de sementeira e de colheita (por exemplo, culturas com hábitos de crescimento de Outono--Inverno e de Primavera-Verão).

De acordo com Jones e Medd (1997), as rotações de culturas em que entram espécies com hábitos de crescimento de Primavera-Verão como o sorgo, ou por exemplo o girassol, exercem uma acção efectiva como medida de controlo de infestantes dominantes nas de Outono-Inverno, mesmo perante plantas de difícil maneio como são as do balanco (*Avena* sp.). Num estudo realizado por Martin e Felton (1993), a rotação de trigo e sorgo foi um meio efectivo de controlo de *Avena* sp., devido ao declínio exponencial do número das suas sementes no solo. Simultaneamente, esta estratégia também minimizou o desenvolvimento de mecanismos de resistência aos herbicidas.

A rotação está assim, associada a ideia de redução da densidade de infestantes (Auld e Menz, 1997; Diehl, 1984; Doucet *et al.*, 1999) e pode prevenir o aparecimento de

alguns problemas causados pela flora nociva, incluindo a dominância de algumas espécies (Doucet *et al.*, 1999).

Aliás, a mudança da flora nociva no longo prazo pode ser conduzida pela rotação e tipo de culturas (Locke *et al.*, 2002; Shrestha *et al.*, 2002). Por isso, o retorno económico será favorecido num espaço temporal alargado, quando os meios de controlo como as rotações de culturas caracterizadas por espécies de Outono-Inverno e de Primavera-Verão ou outras práticas inviabilizam a produção de sementes de plantas prejudiciais (exemplo *Avena* sp., nome comum balanco) e o consequente reabastecimento do solo (Jones e Medd, 1997).

Por outro lado, podem ser cultivadas espécies que tenham capacidade de suprimir as plantas adventícias (Boisgontier *et al.*, 1997; Locke *et al.*, 2002), devido a criarem-lhes condições desfavoráveis para a germinação das sementes e estabelecimento das plantas, ao competirem para os recursos como o solo e a luz, e aos efeitos alelopáticos (Locke *et al.*, 2002).

4.2.6.2 A OPÇÃO DA DATA DE SEMENTEIRA

Ao estimar o tempo de emergência para as jovens plantas da flora infestante, podemos planear o seu controlo mecânico e/ou químico na preparação da cama da semente. Mas, será necessário, simultaneamente, verificar a flexibilidade da cultura face à possibilidade de retardar a data de sementeira (Forcella, 1998).

Quanto mais tarde for preparada a cama da semente maior sucesso haverá na destruição da população potencial de infestantes da cultura (Basch, 1988; Calado *et al.*, 2002; Christensen *et al.*, 1996; Diehl, 1984; Forcella, 1993; Matthews, 1996), sendo minimizada a competição entre as plantas das espécies nocivas e da cultura (Christensen *et al.*, 1996; Forcella, 1993). Porém, dever-se-á conhecer para cada situação, a quantidade de plântulas infestantes emergidas que a cultura irá tolerar sem sofrer perdas significativas de produção (Forcella *et al.*, 1993). Geralmente, qualquer prática agrícola que atrase a emergência das plântulas infestantes relativamente às cultivadas, tem uma acção importante, beneficiando o estabelecimento da espécie desejada (Sattin *et al.*, 1997).

Relembra-se contudo, que o período de espera para um máximo de emergência, pode atrasar a sementeira da cultura e condicionar-lhe a respectiva produção (Christensen *et al.*, 1996; Forcella *et al.*, 1993; Wildeman *et al.*, 2000).

Para Froud-Williams (2000), a data de sementeira exerce grande influência na composição da flora infestante, porque muitas plantas apresentam uma emergência bem definida dentro de uma estação. Aliás, o conhecimento do padrão de aparecimento de plântulas das espécies nocivas é fundamental (Forcella, 1997; Froud-Williams, 2000;

Gunsolus e Buhler, 1999), nomeadamente, nos sistemas em que há redução das técnicas de cultivo (Froud-Williams, 2000).

Relativamente ao conhecimento da periodicidade da emergência das plântulas, em consequência da germinação das sementes, não é somente um valor com efeito na produção, sendo também de considerar para o tempo de aplicação de herbicidas e de intervenções mecânicas (Froud-Williams, 2000). Aliás, a obtenção desta informação para as plantas infestantes dominantes nos sistemas agrícolas de determinada região, será um precioso auxiliar do desenvolvimento de estratégias para o maneio da infestação.

Além da data de sementeira e da variedade adequada, ou seja, que apresenta competitividade quando semeada nesse período, há outras técnicas culturais, que podem ser determinantes na composição da flora infestante (Froud-Williams, 2000). É o caso da densidade e do compasso de sementeira (Froud-Williams, 2000; Weiner *et al.*, 2001), da fertilização azotada (Froud-Williams, 2000) e, principalmente, da maior ou menor perturbação do solo realizada pelos trabalhos de mobilização.

4.2.6.3 SISTEMAS DE MOBILIZAÇÃO DO SOLO

Sabe-se que a mobilização realizada pela charrua de aivecas, tem sido aceite, tradicionalmente, como o principal meio para garantir uma cama da semente das culturas de cereais limpa (Attwood *et al.*, 1977). Por outro lado, também pode ser fundamental para o controlo de plantas plurianuais da família das Gramíneas (Attwood *et al.*, 1977).

Apesar da utilização da lavoura em sistemas tradicionais pretender nalgumas situações, diminuir a emergência da população potencial de infestantes devido ao enterramento dos orgãos de propagação, dever-se-á verificar de acordo com Colbach *et al.* (2000a), as características do solo e do próprio trabalho efectuado pela charrua de aivecas, porque no caso de existir compactação e da grande proporção do banco de sementes estar localizada no limiar da profundidade de trabalho, poder-se-á colocar maior quantidade de sementes à superfície e assim, quando não há dormência, aumentar a germinação e a consequente emergência de plântulas.

A substituição do trabalho de mobilização do solo realizado pela charrua de aivecas pelo efectuado por outras alfaias pode, sob algumas condições, não aumentar a pressão de infestação, conforme observaram Bàrberi e Cascio (2001), relativamente à grade rotativa (mobilização reduzida).

Quando há aumento da infestação em sistemas de mobilização reduzida, este pode ser atribuído aos efeitos directos da mobilização nas plantas da flora nociva, na produção de sementes destas plantas, no banco de sementes, na sobrevivência em determinados períodos e na propagação em consequência do corte de orgãos de ervas daninhas que lhes

asseguram essa finalidade, efectuado pelas alfaias (Tørresen e Skuterud, 2002). Por exemplo, ao mobilizar o solo para preparar a cama da semente de cereais de Outono--Inverno, poder-se-ão melhorar as condições para a germinação de sementes da flora nociva (Attwood *et al.*, 1977; Bräutigam e Tebrügge, 1997; Fenster e Wicks, 1982), o que irá aumentar a densidade populacional de plantas invasoras na cultura (Bräutigam e Tebrügge, 1997; Fenster e Wicks, 1982). Mas, também se pode favorecer a capacidade competitiva das infestantes, devido à emergência das plântulas ocorrer em simultâneo com as dos cereais (Attwood, *et al.*, 1977).

Segundo observações efectuadas por Campbell *et al.* (1998), a introdução de uma mobilização de pré-sementeira por ano na cultura do trigo efectuada em três anos sucessivos num terreno que estava sem ser mobilizado há nove anos, não reduziu significativamente a população de plantas daninhas perenes.

Na mobilização convencional, podem aparecer mais plantas infestantes de folha larga (classe Dicotiledónea) do que na nula (Campbell *et al.*, 1998). Noutros trabalhos (Bàrberi e Cascio, 2001; Boström e Fogelfors, 1999; Campbell *et al.*, 1998; Rahman *et al.*, 2000; Swanton *et al.*, 1999b; Tørresen e Skuterud, 2002), também foi verificado que o sistema de mobilização do solo influenciou a composição de espécies.

Portanto, a interferência das infestantes na cultura pode ser diferente nos sistemas tradicionais relativamente à sementeira directa, porque a mobilização tanto pode promover a germinação das sementes do banco presente no solo como destruir as plantas que estão em desenvolvimento (Forcella, 1986).

MOBILIZAÇÃO DE CONSERVAÇÃO

Relativamente aos sistemas de mobilização nula, que são caracterizados por grande deposição de sementes na camada superficial do solo (Locke *et al.*, 2002; Lyon *et al.*, 1996; Swanton *et al.*, 1999b), há necessidade de seguir uma estratégia adequada, para evitar elevadas densidades de infestação e prevenir problemas inaceitáveis (Lyon *et al.*, 1996).

Por isso, nos sistemas de mobilização nula e mesmo na reduzida, aplicam-se herbicidas em pré-sementeira. Esta aplicação substitui a realização de mobilizações que causam grande perturbação do solo, podendo beneficiar o armazenamento de água e aumentar a produção de grão de trigo (Fenster e Wicks, 1982; Hoefer *et al.*, 1981; Wicks *et al.*, 1988). De facto, Wicks *et al.* (1988), constataram que nestes sistemas o rendimento produtivo do trigo foi alto, porque existiu armazenamento de água útil durante o período de pousio que decorreu entre a colheita da cultura anterior (sorgo) e a sementeira do trigo. Esta situação, caracterizou fundamentalmente a mobilização nula, devido à menor

evaporação, uma vez que havia maior quantidade de resíduos à superfície do solo e menor número de plantas infestantes, sendo também a infiltração superior.

Ao usar sistemas de mobilização nula, há grande quantidade de resíduos na superfície do solo, atrasando-se a emergência das plântulas infestantes relativamente à ausência de restos vegetais (Blum *et al.*, 1997). Provavelmente, a sua presença modifica a temperatura, o teor de água (Blum *et al.*, 1997; Gupta *et al.*, 1983), o pH, a razão entre o carbono e o azoto, a população microbiana e a luz que atinge a camada superficial do solo, afectando o aparecimento da flora daninha (Blum *et al.*, 1997). Aliás, os resíduos das culturas podem ajudar a controlar as plantas infestantes de muitas maneiras, entre as quais, se destacam: a barreira física e as mudanças associadas com o microclima do solo; a imobilização de nutrientes, particularmente o azoto, e a inibição causada pelos compostos alelopáticos (Blum *et al.*, 1997).

Perante um conjunto de condições que caracterizam a diminuição da perturbação do solo, pode ocorrer uma fraca emergência de plântulas de espécies infestantes, sendo esta, também uma vantagem da mobilização nula (Singh *et al.*, 1999).

Apesar das restrições ao desenvolvimento da infestação mencionadas para os sistemas de mobilização nula, nestes é fundamental, o controlo das plantas infestantes antes da sementeira directa do trigo, de maneira a minimizar as perdas de produção da cultura (Johnson *et al.*, 2002; Streit *et al.*, 2003). Até pode ser necessário, aplicar herbicidas antes e depois de semear a cultura (pré-sementeira e pós-emergência) para controlar a infestação, sobretudo, em determinadas condições edafo-climáticas. Esta situação foi observada e proposta por: Tørresen e Skuterud (2002), para a sementeira directa de cereais de Primavera na Noruega; Kwon *et al.* (1995), para o trigo semeado na região do estado de Washington (Estados Unidos da América).

Além das duas épocas referidas, nos sistemas de mobilização de conservação pode ainda, em alguns ambientes, ser benéfico um controlo das ervas daninhas em pós-colheita efectuado pela aplicação de um herbicida com modo de acção total, sistémico e não residual (Blackshaw *et al.*, 1999; Boisgontier *et al.*, 1997). A necessidade deste recurso, será maior nas regiões caracterizadas por uma fraca variação na distribuição temporal e espacial da precipitação, como é o exemplo da Europa Central (Boisgontier *et al.*, 1997), e principalmente, quando domina alguma espécie infestante com ciclo vegetativo plurianual (Blackshaw *et al.*, 1999).

A mobilização de conservação, recorre assim, aos meios de luta químicos para eliminar a infestação da cultura do trigo e, perante algumas condições, pode ser mais importante a aplicação de herbicidas nos sistemas de sementeira directa do que na mobilização tradicional (Kwon *et al.*, 1995; Tørresen *et al.*, 1999), sobretudo, em determinados anos e quando existe maior intensificação da produção (Young *et al.*, 1994).

Isto deve-se à densidade de plantas infestantes e até à própria composição de espécies diferirem com o sistema de mobilização do solo (Blackshaw *et al.*, 1994; Streit *et al.*, 2003), sendo o efeito condicionado pelo ambiente. De facto, enquanto Bräutigam e Tebrügge (1997) constataram que diminuiu a densidade populacional de infestantes com o decréscimo da perturbação do solo realizada para semear o trigo de Inverno, Blackshaw *et al.* (1994) encontraram uma tendência oposta, ou seja, na mobilização nula existiu maior infestação relativamente a outros sistemas de mobilização. Por sua vez, Shrestha *et al.* (2002), verificaram que o sistema de mobilização não afectou a densidade de plantas nocivas na cultura do trigo.

Embora a população de infestantes varie com as condições ambientais, segundo Cardina (1995) e Harrison e Loux (1995), nos sistemas em que há redução das mobilizações, parecem predominar 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. 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 um sério problema nestes sistemas (Fenster e Wicks, 1982).

Naturalmente, nos sistemas de sementeira directa praticados nos campos de cereais de Outono-Inverno do Sul de Portugal, pode haver uma mudança na composição botânica (Melander, 1998). No entanto, quer a densidade populacional quer a dominância das espécies, dependem, fundamentalmente, da estratégia seguida no controlo da população potencial de Dicotiledóneas e de Monocotiledóneas, particularmente das Gramíneas, realizado pelo herbicida (substância activa glifosato) aplicado na época de pré-sementeira.

Portanto, ao adoptarem-se os sistemas de conservação e extensificar-se a sua aplicação, dever-se-ão compreender os problemas do controlo da flora nociva (Blackshaw *et al.*, 1994), para o optimizar com a minimização de intervenções nas culturas, sendo para isso, essencial, conhecer a dinâmica da flora daninha em determinado ambiente. Desta forma, contribuir-se-á para o desenvolvimento adequado dos cereais de Outono-Inverno, permitindo-lhes maximizarem o seu potencial produtivo.

5 MATERIAL E MÉTODOS

A observação das variáveis definidas a partir dos objectivos deste estudo, foi realizada em ensaios instalados de forma a garantirem complementaridade nas verificações, através da qual pretendíamos aumentar progressiva e gradualmente o conhecimento sobre o tema.

Iniciou-se a experimentação com um ensaio localizado em ambiente condicionado, onde se realizaram verificações sobre a emergência de plântulas espontâneas em função do teor de humidade da camada superficial do solo, tendo sido também verificado o efeito da perturbação do solo.

Posteriormente, o estudo sobre a emergência da flora espontânea foi efectuado em condições naturais de campo. Paralelamente, verificou-se o impacto de diferentes níveis de infestação no desenvolvimento da cultura do trigo mole desde os primeiros estados do seu ciclo vegetativo.

Além das observações referidas, foi verificado, simultaneamente, o comportamento de diferente germoplasma de trigo mole, nomeadamente a sua flexibilidade em relação à data de sementeira.

O conjunto de observações e de verificações decorreu entre 1994 e 2000, e ficou assim, repartido pelos seguintes ensaios:

- emergência de plântulas espontâneas em ambiente condicionado;
- emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural;
- trigo mole com diferentes níveis de infestação;
- datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole;
- datas de sementeira e de controlo das infestantes em duas variedades de trigo mole.

5.1 ENSAIO DE EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS ESPONTÂNEAS

A partir deste ensaio, procurou-se verificar a acção do teor de humidade do solo e da temperatura na emergência de plântulas da flora espontânea. A emergência depende da germinação das sementes, que constituem o banco de sementes da camada superficial do solo e, segundo Hadas (1982), é uma complexa sequência de processos, durante os quais, há necessidade de vários elementos como a temperatura, o adequado teor de humidade e o arejamento. Aliás, os que foram verificados (teor de humidade do solo e temperatura) e a sua interacção, condicionam, segundo Kruk e Benech-Arnold (2000), o comportamento das sementes sobre condições naturais e parecem ser fundamentais, para garantir o aparecimento da população potencial de ervas daninhas.

Este estudo, começou pela verificação da influência do teor de humidade da camada superficial do solo na emergência de plântulas da flora espontânea. Para manter os níveis de humidade definidos inicialmente, foi necessário, instalar esta experimentação em ambiente condicionado (estufa).

Posteriormente, observou-se a referida emergência das jovens plantas espontâneas em ambiente natural (campo), que estava sujeito às condições climáticas, nomeadamente à precipitação e à temperatura, que caracterizaram os diferentes anos em que decorreu o ensaio. A interacção destes dois elementos climáticos (precipitação e temperatura) condiciona o teor de humidade do solo (Grundy e Mead, 2000).

Em qualquer dos ambientes (condicionado e natural), também se quantificou o reaparecimento das ervas espontâneas, após terem sido controladas com ou sem perturbação do solo.

5.1.1 AMBIENTE CONDICIONADO

Para verificar a influência da humidade do solo e da temperatura na emergência de plântulas de espécies espontâneas, e como nas condições ambientais de Portugal parece ser a humidade do solo o factor mais importante, nomeadamente nas espécies infestantes anuais das culturas de Outono-Inverno, foi conduzido este ensaio em ambiente condicionado, para manter níveis de humidade mais ou menos constantes.

Assim, pretendia-se observar a influência de diferentes teores de humidade na emergência de jovens plantas dessa flora, partindo de um solo seco não perturbado que era inicialmente saturado e posteriormente mantido a um determinado nível de humidade, sendo registados diariamente os valores da temperatura e da evaporação no ambiente onde decorreu o ensaio. Após uma primeira fase deste estudo, procurou-se ainda, verificar a influência da perturbação do solo no aparecimento de novas plântulas da flora espontânea.

O ensaio foi instalado numa estufa localizada no horto da Herdade Experimental da Mitra da Universidade de Évora em anéis que continham amostras de um solo Mediterrâneo Pardo de quartzodioritos (Pmg), colhidas na camada superficial e de forma a não serem perturbadas. Este trabalho foi efectuado no fim do Verão na Herdade dos Alamos de Cima, pertencente a Fundação Eugénio de Almeida, concelho de Évora, distrito de Évora, localizada a uma latitude de 38º 30' 26'' N e a uma longitude de 7º 46' 40'' W do meridiano de Greenwich. A colheita destas amostras e a consequente experimentação, decorreram durante quatro anos agrícolas, desde 1993/94 até 1996/1997.

5.1.1.1 CONDIÇÕES EDAFO-CLIMÁTICAS

Para efectuar este estudo, foram utilizadas amostras de um solo Mediterrâneo Pardo de quartzodioritos (Pmg), sendo este, segundo Cardoso (1965), caracterizado ao nível do horizonte A por textura franco-arenosa a arenosa e estrutura granulosa fina fraca ou sem agregados, geralmente muito friável ou solto. Alguns dados físicos e químicos, resultantes de análises laboratoriais efectuadas com várias amostras colhidas na camada superficial durante a realização dos trabalhos de campo, estão indicados nos Quadros 5.1 e 5.2, e na Fig. 5.1. De acordo com os diferentes componentes da terra fina, a camada superficial do solo está dentro da classe textural franco-arenosa, caracterizada por uma determinada percentagem de água retida (Quadro 5.1 e Fig. 5.1).

Relativamente às condições ambientais, estiveram condicionadas pelo local onde decorreu este ensaio (estufa), tendo sido registados os valores diários da temperatura do ar e da evaporação da água numa superfície livre. As leituras das temperaturas foram efectuadas através de um termómetro de máximas e de mínimas, e os da evaporação foram medidos com o auxílio de uma tina.

Os registos da temperatura, são utilizados na análise dos resultados (capítulo 6), até porque segundo Sattin *et al.* (1997), é aconselhável, por exemplo, usar como escala temporal o somatório dos respectivos valores (variável independente), em vez do número de dias, para poder comparar resultados em diferentes campos.

Quadro 5.1 - Alguns dados de características físicas da camada superficial (0 - 10 cm) do solo Pmg utilizado (valores médios ± erro padrão).

Anos	(%)				Dap	pF				
	Areia grossa	Areia fina	Limo	Argila		0	1	1,8	2,54	4,2
1993/94	44,9	33,7	8,8	12,6	1,61	27,7	26,1	16,0	11,3	7,2
	±1,01	±0,79	±0,43	±1,91	±0,02	±0,65	±0,57	±0,15	±0,17	±0,21
1994/95	44,8	32,0	8,6	14,6	1,69	24,6	23,8	16,3	12,5	8,8
	±2,36	±2,23	±0,32	±0,58	±0,02	±0,57	±0,55	±0,13	±0,30	±0,28
1995/96	45,1	30,5	10,8	13,6	1,66	25,6	23,7	15,1	11,3	8,4
	±0,72	±1,60	±2,01	±1,48	±0,02	±0,61	±0,60	±0,17	±0,44	±0,14
1996/97	49,4	33,0	5,8	11,8	1,62	26,0	24,5	15,6	10,9	7,1
	±3,50	±2,98	±0,92	±1,37	±0,06	±0,64	±0,57	±0,31	±0,38	±0,16

Os valores dos componentes da terra fina foram obtidos pelo método da pipeta (análise granulométrica), os da densidade aparente (Dap) pela razão entre o peso do solo seco a 105 °C e o peso da massa de água que ocupa volume igual ao da amostra. Os que representam a percentagem de água retida pelo solo, ou seja, pF 0; 1; 1,8 pelo método de caixa de areia, pF 2,54 pelo de panela de pressão e pF 4,2 pelo de placa de pressão.

Quadro 5.2 - Alguns dados de características químicas da camada superficial (0 - 10 cm) do solo Pmg utilizado.

Anos	(a) Azoto (NO^-_3 – ppm)	(b) Fósforo (P_2O_5 – ppm)	(c) Potássio (K_2O – ppm)	(d) PH (H_2O)	(e) Matéria orgânica (%)
1993/94	22,5	50,0	120,0	5,5	0,9
1994/95	22,4	32,0	66,0	5,7	0,9
1995/96	21,9	42,0	96,0	5,6	0,8
1996/97	13,2	68,0	80,0	5,1	0,8

(a) e (d) - método potenciométrico; em que (a) - electrodo de iões selectivo.

(b) e (c) - Egner Riehm; sendo (b) colorimetria e (c) fotometria de chama.

(e) - método Lichterfeld; Riehm Ulrich.

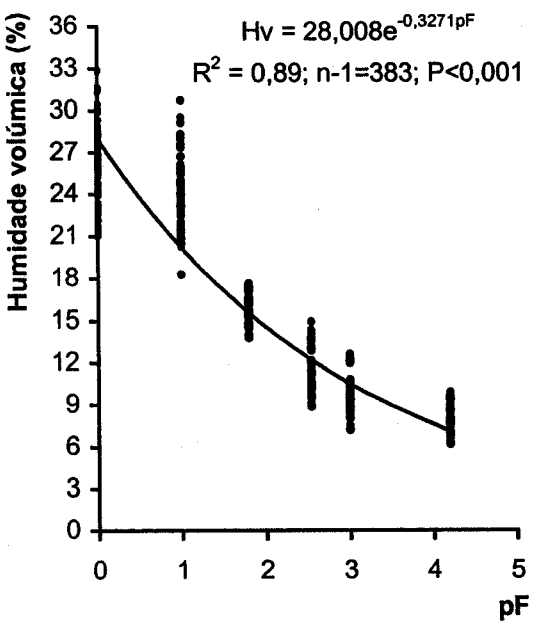


Fig. 5.1 - Curva da tensão de humidade referente à camada superficial (0 - 10 cm) do solo Pmg utilizado.

5.1.1.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Neste ensaio, foram estudadas duas profundidades e quatro níveis de humidade, com várias repetições.

Os níveis de humidade calcularam-se a partir do peso do solo seco naturalmente ao ar e do solo à capacidade de campo. Os quatro níveis que se mantiveram constantes com ligeiras oscilações diárias, foram os seguintes:

- solo com um teor de humidade correspondente à capacidade de campo (capacidade de retenção do solo para a água em pleno campo);

- solo com um teor de humidade equivalente a dois terços da capacidade de campo (66,6 %);
- solo com um teor de humidade equivalente a um terço da capacidade de campo (33,3 %);
- solo inicialmente saturado deixando-se secar livremente à temperatura ambiente.

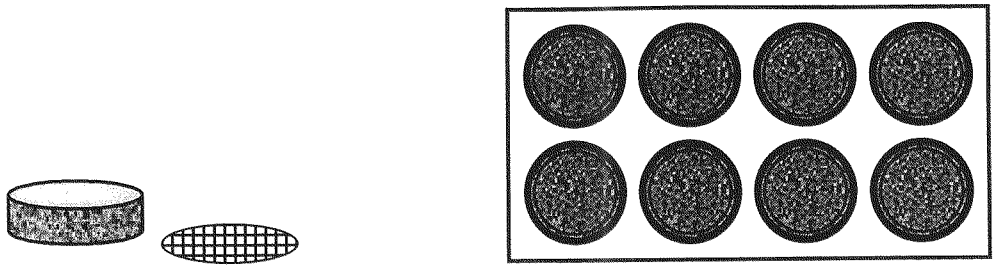
Porém, os anéis nos três primeiros níveis de humidade, foram cobertos individualmente com polietileno transparente, que foi colocado para evitar perdas de água por evaporação e, desta maneira, garantir pequenas diferenças de humidade entre as leituras sucessivas, mas tendo sido deixado espaço suficiente para ocorrer a emergência e o crescimento das plântulas.

Quanto às profundidades, utilizaram-se 2,5 cm e 5 cm, que correspondiam às alturas dos anéis usados na recolha de solo não perturbado. Estes anéis foram retirados de um tubo de PVC com 20 cm de diâmetro. Para a opção de utilização de profundidades iguais ou inferiores a 5 cm, contribuiu o conhecimento que a emergência de plântulas a partir de uma profundidade superior a 5 cm é muito reduzida (Grundy *et al.*, 1996). Aliás, quando há diversas espécies com sementes de pequeno calibre, parece que a germinação, ocorre fundamentalmente, naquelas que estão localizadas nos dois centímetros superficiais (Melander, 1994).

De facto, a emergência de plântulas depende da vegetação potencial, ou seja, do banco de sementes, que nos solos não perturbados é caracterizado pela existência de uma grande proporção de sementes na camada superficial (Dias, 1999), apesar das anisodiamétricas terem tendência a localizarem-se mais profundamente que as isodiamétricas e pequenas (Dias, 1999). Por isso, os primeiros centímetros parecem contribuir decisivamente para a infestação real em determinado intervalo de tempo.

No fim do Verão, antes das primeiras chuvas de Outono com alguma persistência, efectuou-se a colheita do solo através da introdução vertical dos anéis na camada superficial, de maneira a causar a menor perturbação possível e sem qualquer inversão de camadas. Na base dos anéis colocou-se uma rede de malha apertada, para permitir a passagem da água e evitar perdas de solo. Para facilitar o manuseamento, os anéis colocaram-se sobre placas de madeira prensada (Fig. 5.2).

Quanto ao número de anéis usados em cada tratamento (repetições), este variou durante os quatros anos do ensaio entre 16 e 20 (18 em 1993/94; 20 em 1994/95 e 1995/96; 16 em 1996/97). Com estas quantidades, pretendia-se reduzir o erro, porque como referem Reynolds *et al.* (2001), múltiplas amostras reduzem-no nas medições efectuadas tanto ao nível humano como de equipamentos e também porque a distribuição espacial das infestantes se caracteriza por apresentar grande variabilidade.



(a) (b) (c)

Fig. 5.2 - Esquema do tipo de anel (a) da rede utilizada na base (b) e dos anéis sobre a placa de madeira prensada (c).

Decorreu uma primeira fase de observações, que permitiu o aparecimento da população potencial de plantas espontâneas de acordo com o nível de humidade e a seguir dividiu-se a quantidade de anéis de cada tratamento inicial (duas profundidades x quatro níveis de humidade) para aplicar dois meios de luta no controlo da flora espontânea (primeiro controlo). Um consistiu na luta física, procurando simular uma mobilização efectuada por um escarificador, ou seja, perturbou-se o solo com uma peça de metal que efectuava um trabalho similar às peças activas (braço e bico) desta alfaia. O outro empregou a luta química, tendo sido usado um herbicida total, sistémico e não residual (substância activa glifosato 1,08 $kg \cdot ha^{-1}$), sem qualquer perturbação do solo.

Na continuação da experimentação humedecia-se o solo dos anéis como na fase inicial e quando estes ficavam com o peso definido em função do seu nível, procurava-se manter esse teor de humidade. Seguia-se um período de verificações e da consequente emergência da população potencial (segunda fase da experimentação), após o qual foram realizados os tratamentos já referidos para eliminar as plantas (segundo controlo). Assim, voltou-se a perturbar o solo nos mesmos anéis onde tinha ocorrido a simulação da mobilização e a controlar as espécies vegetais com herbicida nos anéis em que no primeiro controlo foi aplicado este meio de luta.

No Quadro 5.3, sintetisam-se os períodos referentes à recolha de amostras de solo não perturbado e às duas épocas em que se realizaram os tratamentos de controlo das plantas espontâneas para os quatro anos de experimentação.

5.1.1.3 OBSERVAÇÕES E DETERMINAÇÕES

Nas três fases do ensaio, foi quantificado em cada anel, o número total de plantas espontâneas, a quantidade destas por classe (Monocotiledóneas e Dicotiledóneas) e sempre que foi possível a identificação, o número de plantas de algumas espécies. Nestas observações recorreu-se ao auxílio de alguns trabalhos dedicados à Herbologia,

principalmente, aos que incluem chaves de identificação de jovens plantas daninhas (Caixinhas, 2001; Häfliger *et al.*, 1975; Vasconcellos, 1971; Vasconcelos *et al.*, 2000). O intervalo de tempo que decorreu entre o início do ensaio e a primeira leitura do número de plantas espontâneas e entre esta leitura e a segunda foi de aproximadamente sete dias, tendo aumentado entre as leituras seguintes (três a cinco). Isto deve-se à densidade populacional tender a estabilizar à medida que se avança no tempo, decrescendo a velocidade de emergência.

Quadro 5.3 - Síntese relativa aos períodos de recolha das amostras de solo e dos tratamentos efectuados para o controlo da flora espontânea.

Anos	Recolha de amostras de solo	Primeiro controlo da flora espontânea	Segundo controlo da flora espontânea
1993/94	Primeira quinzena de Setembro; cultura precedente cevada	22/04/1994	06/06/1994
1994/95	Primeira quinzena de Setembro; cultura precedente cevada	14/02/1995	21/04/1995
1995/96	Primeira quinzena de Setembro; cultura precedente aveia forrageira	07/03/1996	26/04/1996
1996/97	Primeira quinzena de Setembro; cultura precedente trigo mole	04/12/1996	27/02/1997

Quanto às condições no interior da estufa, foram realizadas diariamente leituras das temperaturas máxima e mínima, e da evaporação, utilizando um termómetro e uma tina. Por outro lado, efectuaram-se pesagens dos anéis com um intervalo de dois a três dias para repor o teor de água que caracterizava cada tratamento, devido às oscilações causadas por algumas perdas, apesar de cada um estar coberto com polietileno transparente.

Após o primeiro controlo das plantas emergidas, voltaram-se a realizar os registos referidos, embora tenha diminuído para três ou quatro o número de leituras da quantidade de plantas espontâneas, tendo decorrido um intervalo mais curto entre o início desta fase e a primeira leitura (oito dias) do que entre as leituras seguintes. Isto porque o objectivo nesta segunda fase do ensaio era verificar o efeito da perturbação do solo relativamente à não perturbação na emergência de plântulas, em consequência da germinação das sementes, nas duas profundidades perante diferentes teores de humidade do solo.

Depois do segundo controlo da infestação, efectuaram-se os registos já mencionados relativamente à população emergida, à evaporação e às temperaturas máxima e mínima (terceira fase), sendo os intervalos entre leituras de dez a doze dias, de certa forma similares aos utilizados até à segunda leitura da fase do ensaio que decorreu após o primeiro controlo da flora espontânea, uma vez que continuava a existir o mesmo objectivo (influência da perturbação do solo em relação à não perturbação na emergência de plântulas espontâneas).

Os parâmetros observados e os métodos utilizados estão sintetisados no Quadro 5.4.

Quadro 5.4 - Parâmetros observados e métodos utilizados.

PARÂMETROS	MÉTODOS
- Número total de plantas espontâneas; Monocotiledóneas; Dicotiledóneas, e de algumas espécies com quatro a seis datas de leitura nas três fases do ensaio.	- Contagem do número de plantas emergidas em cada anel, sem serem removidas.
- Temperaturas (°C).	- Leituras diárias no termómetro.
- Evaporação (mm).	- Leituras diárias na tina.

5.1.2 AMBIENTE NATURAL

Na sequência do ensaio anterior, efectuou-se a experimentação sobre a emergência de jovens plantas espontâneas, consequência da germinação das sementes, em condições de campo, que é, segundo Moreira (1980), um modo bastante realista e interessante de abordar este assunto.

Com a instalação deste ensaio, pretendia-se verificar a emergência de ervas espontâneas em função das condições climáticas observadas desde o início dos anos agrícolas em que decorreu o ensaio, nomeadamente, a influência dos elementos precipitação e temperatura. Procurou-se igualmente, em fases posteriores do estudo, observar o efeito da perturbação do solo no aparecimento da flora espontânea.

A experimentação foi realizada em solos Pm e Vm localizados na Herdade da Revelheira da Direcção Regional de Agricultura do Alentejo, concelho de Reguengos de Monsaraz, distrito de Évora, localizada a uma latitude de 38° 27' 54'' N e uma longitude de 7° 28' W do meridiano de Greenwich.

O período de observações foram quatro anos agrícolas desde 1996/1997 até 1999/2000.

5.1.2.1 CONDIÇÕES EDAFO-CLIMÁTICAS

Quanto aos solos onde decorreu este ensaio, foram o solo Mediterrâneo Pardo de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins (Pm) nos anos de 1996/97 e 1998/99, e o solo Mediterrâneo Vermelho ou Amarelo de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins (Vm) em 1997/98 e 1999/00.

Para Cardoso (1965), os solos Pm caracterizam-se por uma camada superficial ao nível do horizonte A de textura franco-argilo-arenosa, em muitas situações com alguns

calhaus e pedras da rocha-mãe e/ou pórfiros e estrutura granulosa muito fina a média moderada, friável. Por sua vez, os solos Vm têm um horizonte A franco ou franco-argilo--arenoso, quase sempre com algum saibro da rocha-mãe e estrutura granulosa média e fina moderada.

Quaisquer dos solos são classificados por Cardoso (1965) no Subgrupo Para--Barros, sendo assim, de presumir uma certa existência de argila do tipo montmorilonite no seu horizonte B. Esta característica permite-lhes disponibilizarem maior quantidade de água para as espécies vegetais, principalmente durante a estação da Primavera.

Nos Quadros 5.5; 5.6 e 5.7, indicam-se alguns dados analíticos físicos e químicos referentes a camada superficial (0 - 10 cm) destes solos, obtidos da média dos valores encontrados em laboratório, a partir de várias amostras colhidas durante a execução do trabalho. Além destes, apresentam-se na Fig. 5.3 as curvas do pF, que representam a percentagem de água retida pela terra dos dez centímetros superficiais dos solos utilizados (Pm com textura franco-limosa e Vm com textura franco-arenosa) nos ensaios em estudo.

Quadro 5.5 - Alguns dados de características físicas da camada superficial (0 - 10 cm) dos solos Pm e Vm utilizados nos ensaios em estudo (valores médios ± erro padrão).

Anos	Solo	(%)				Dap
		Areia grossa	Areia fina	Limo	Argila	
1996/1997	Pm	12,6 ± 0,87	24,0 ± 3,96	42,1 ± 3,66	21,3 ± 0,89	1,5 ± 0,03
1997/1998	Vm	22,4 ± 1,23	46,9 ± 1,21	13,4 ± 0,76	17,3 ± 1,09	1,7 ± 0,02
1998/1999	Pm	9,6 ± 0,54	26,8 ± 0,33	41,1 ± 0,92	22,5 ± 1,23	1,6 ± 0,04
1999/2000	Vm	21,2 ± 1,21	47,2 ± 0,19	13,8 ± 0,68	17,8 ± 0,72	1,7 ± 0,01

Quer os valores dos componentes da terra fina quer os da densidade aparente (Dap) foram obtidos pelo métodos indicados no Quadro 5.1; pág. 125.

Quadro 5.6 - Valores médios (± erro padrão) da percentagem de água retida pelos solos utilizados (Pm e Vm), obtidos a partir de amostras colhidas na camada superficial (0 - 10 cm).

Anos	Solo	PF						
		0	1,0	1,8	2,54	3,0	3,5	4,2
1996/1997	Pm	32,3 ± 0,76	29,2 ± 0,49	24,7 ± 0,40	18,9 ± 0,39	17,4 ± 0,12	13,6 ± 0,23	12,2 ± 0,16
1997/1998	Vm	26,8 ± 0,66	25,6 ± 0,66	20,3 ± 0,44	14,8 ± 0,36	13,5 ± 0,37	10,6 ± 0,22	10,1 ± 0,18
1998/1999	Pm	26,4 ± 0,89	25,3 ± 0,61	22,5 ± 0,23	18,5 ± 0,11	16,1 ± 0,11	13,6 ± 0,17	12,9 ± 0,17
1999/2000	Vm	25,5 ± 0,49	24,6 ± 0,46	19,5 ± 0,38	14,8 ± 0,37	10,6 ± 0,24	9,6 ± 0,19	9,5 ± 0,20

Os valores de pF 0; 1; 1,8 obtiveram-se pelo método de caixa de areia, os de pF 2,54; 3; 3,5 pelo de panela de pressão e os de pF 4,2 pelo de placa de pressão.

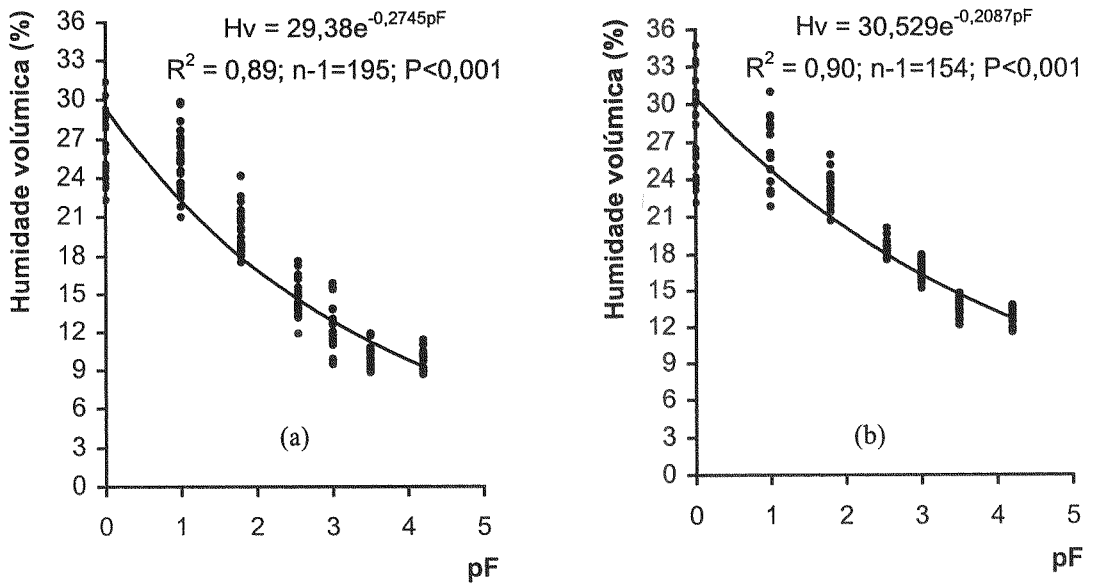


Fig. 5.3 - Curva da tensão de humidade referente à camada superficial (0 - 10 cm) do solo Vm (a) e do solo Pm (b), utilizados nos ensaios.

Quadro 5.7 - Alguns dados de características químicas da camada superficial (0 - 10 cm) dos solos Pm e Vm utilizados nos ensaios em estudo (valores médios ± erro padrão).

Solo	Azoto (a) NO^-_3 (ppm)	Fósforo (b) P_2O_5 (ppm)	Potássio (c) K_2O (ppm)	Calcário (f) Ca^{2+} (m. e./100g)	Magnésio (g) Mg^{2+} (m. e./100g)	(d) pH (H_2O)	(e) Matéria orgânica (%)
Pm (1996/97) (1998/99)	11,2 ± 0,37	10,5 ± 0,98	69,0 ± 4,49	5,6 ± 0.23	4,2 ± 0,19	5,8 ± 0,08	1,1 ± 0,03
Vm (1997/98) (1999/00)	22,1 ± 1,60	20,7 ± 1,92	64,0 ± 4,32	4,2 ± 0,29	3,8 ± 0,16	5,6 ± 0,09	1,2 ± 0,04

(a); (b); (c); (d); (e) - métodos indicados no Quadro 5.2; pág. 126.

(f); (g) - método acetato de amónio.

Relativamente às condições climáticas verificadas nos quatro anos em que decorreu a experimentação, apresentam-se nas Figs. 5.4; 5.5; 5.6 e 5.7 os valores mensais da precipitação, da temperatura média e da média das temperaturas máximas e mínimas do ar. Estes foram registados na estação meteorológica de Reguengos de Monsaraz do Instituto de Ciências Agrárias e Mediterrânicas (ICAM) sob a responsabilidade do Centro de Geofísica de Évora, instalada na Herdade da Revelheira, onde decorreram os trabalhos de campo. Por sua vez, a precipitação mensal referente à média da precipitação ocorrida em trinta anos, foi obtida do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (1991), a partir de valores registados na estação udométrica de Reguengos de Monsaraz.

De acordo com os valores verificados nos quatro anos (Figs. 5.4 a 5.7), constata-se a irregularidade que caracteriza o clima subtropical seco, também designado mediterrânico e incluído nos climas temperados segundo a classificação de Köppen (Feio, 1991), com concentração de precipitação nas estações do Outono e do Inverno e escassez nas estações da Primavera e do Verão. Esta acentua-se a partir de meados da Primavera, apresentando o mês mais seco menos de um terço do valor do mês mais chuvoso. Por sua vez, a abundância no período do Outono e do Inverno é muito variável, conforme podemos verificar nas Figs. 5.4; 5.5; 5.6 e 5.7.

A insolação é elevada e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C, podendo alcançar valores altos durante o dia e baixos à noite, por isso, as amplitudes diurnas são grandes. Este facto deve-se à secura do ar e à reduzida nebulosidade, o que permite uma forte insolação de dia e uma rápida irradiação de noite. No Inverno, a média das temperaturas mínimas do mês mais frio não desce abaixo de 0 °C.

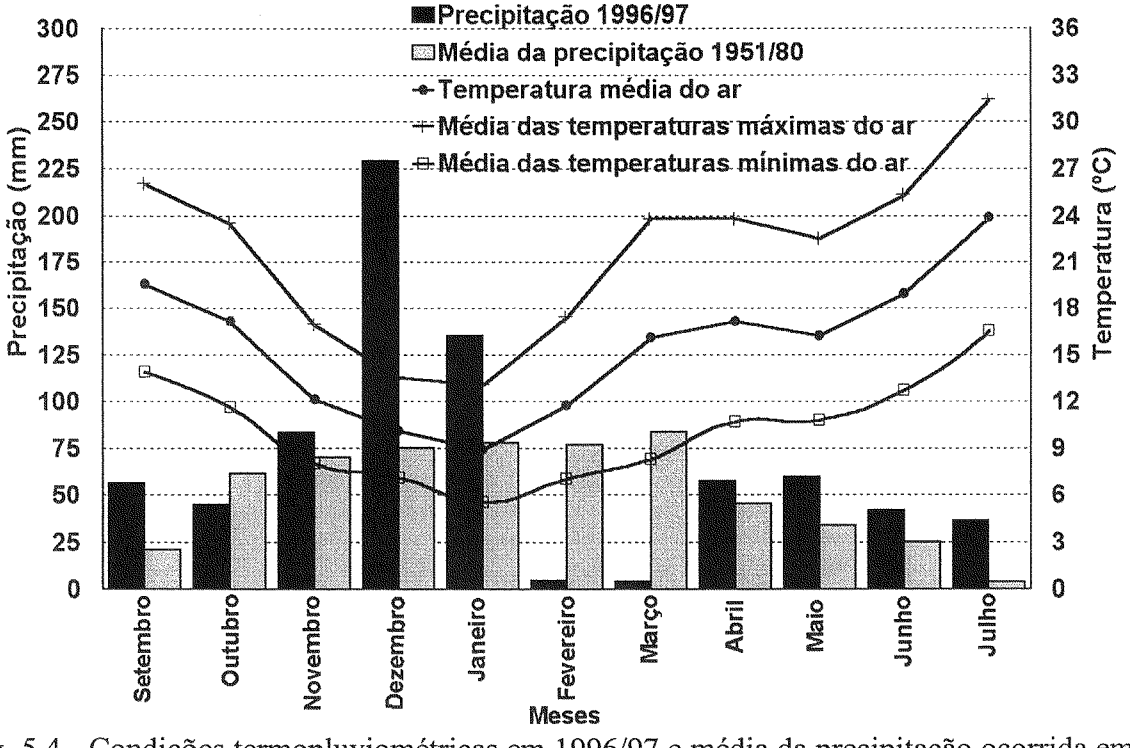


Fig. 5.4 - Condições termopluviométricas em 1996/97 e média da precipitação ocorrida em 30 anos (1951/80).

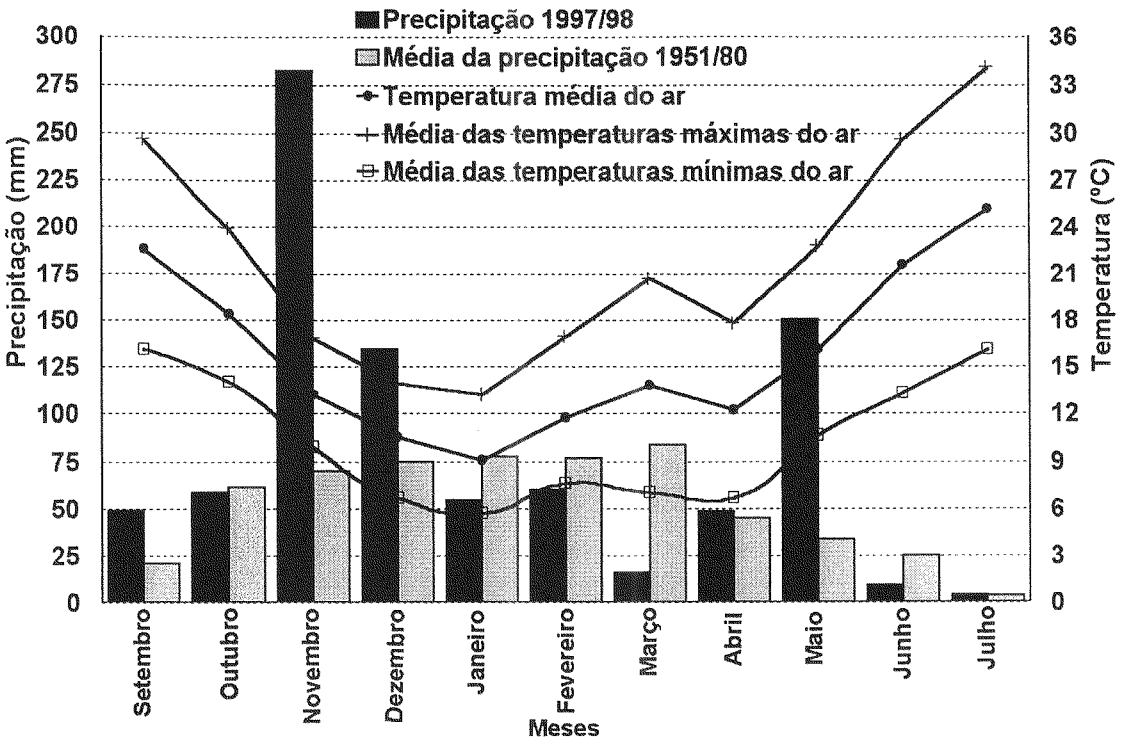


Fig. 5.5 - Condições termopluviométricas em 1997/98 e média da precipitação ocorrida em 30 anos (1951/80).

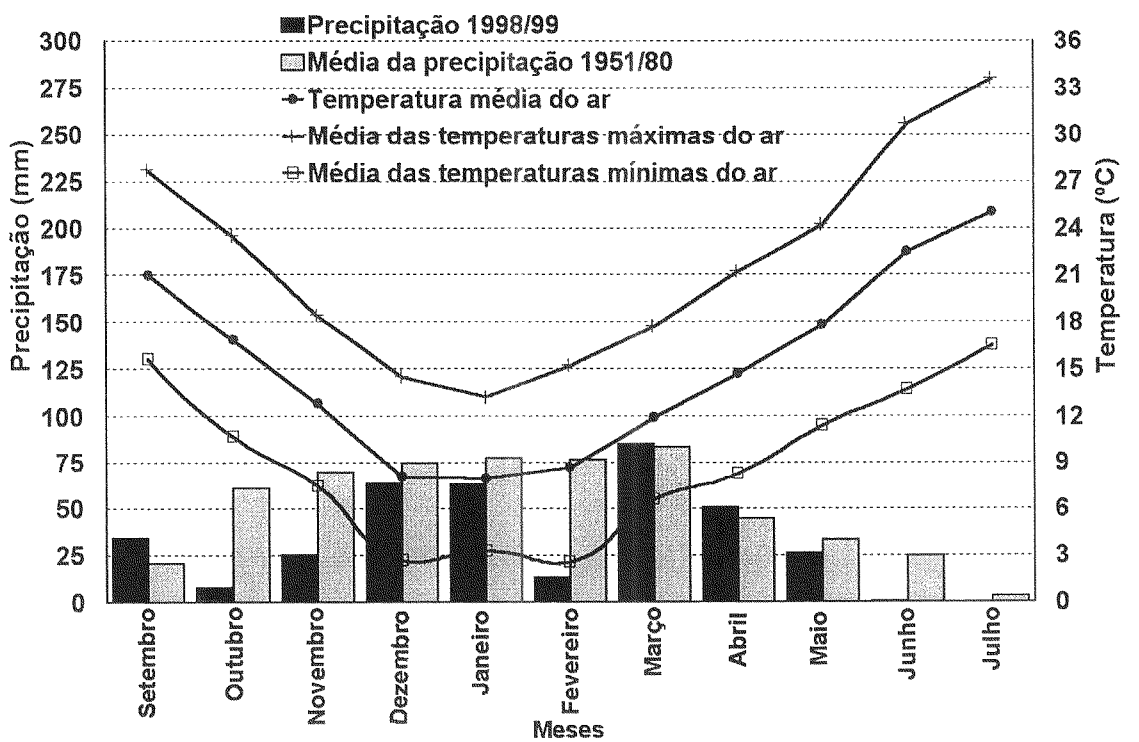


Fig. 5.6 - Condições termopluviométricas em 1998/99 e média da precipitação ocorrida em 30 anos (1951/80).

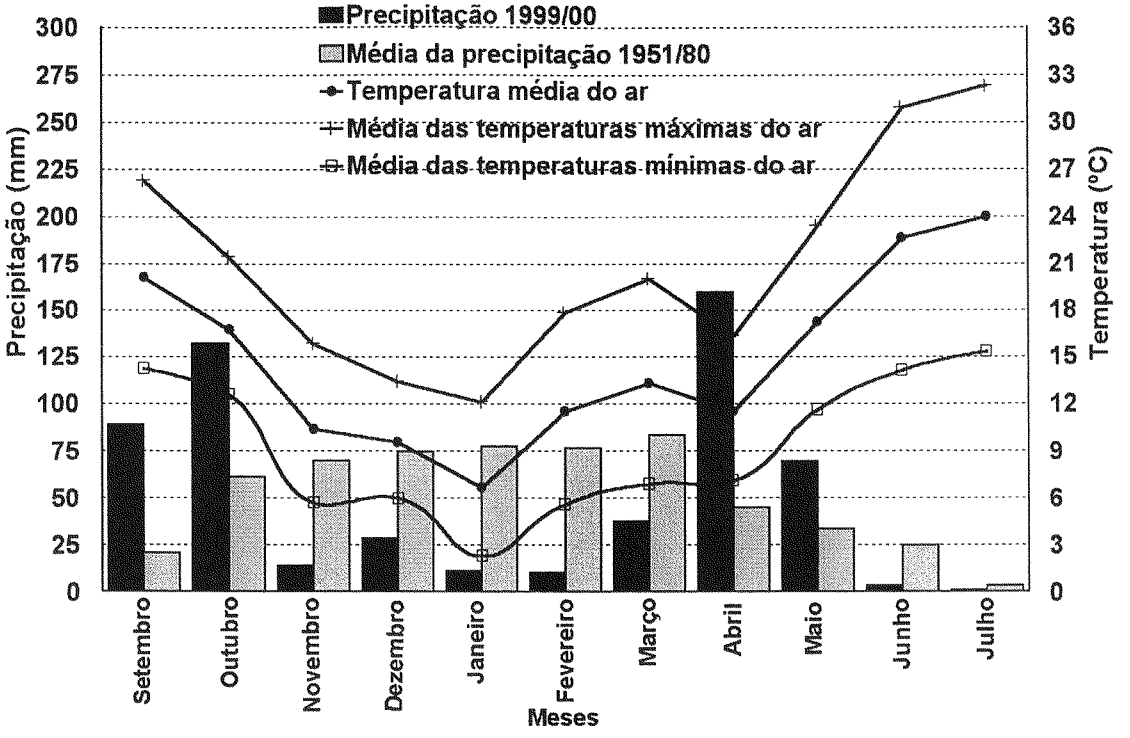


Fig. 5.7 - Condições termopluviométricas em 1999/00 e média da precipitação ocorrida em 30 anos (1951/80).

5.1.2.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Inicialmente delimitaram-se oito talhões de um metro quadrado cada, junto ao ensaio de trigo mole sujeito a diferentes níveis de infestação. Esta marcação foi realizada ao acaso, sendo este, um dos métodos referidos por Colbach *et al.* (2000b). Posteriormente, dividiu-se o talhão inicial em dois subtalhões de meio metro quadrado, com o objectivo de verificar o impacto da perturbação do solo, causada pela mobilização, na emergência de jovens plantas espontâneas (Fig. 5.8).

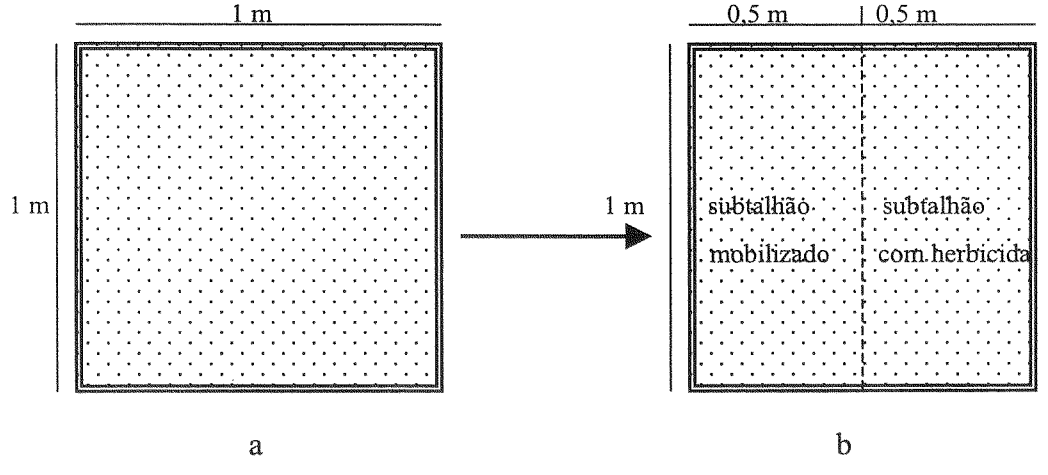


Fig. 5.8 - Esquema do talhão (a - inicial; b - dividido) utilizado no ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural.

Após a primeira fase de observações, cada um dos oito talhões foi dividido e efectuaram-se os tratamentos para o primeiro controlo das ervas espontâneas emergidas. Um utilizava somente luta química, aplicando-se um herbicida total, sistémico e não residual (substância activa glifosato 900 $g \cdot ha^{-1}$), e não havia qualquer perturbação do solo. O outro simulava a luta física, existindo a perturbação do solo realizada por um ancinho, com o qual se pretendia efectuar um trabalho de mobilização do solo similar ao de um escarificador.

De acordo com o objectivo do ensaio, os tratamentos referidos realizaram-se em dois períodos, decorrendo um dentro da época de sementeira dos cereais de Outono-Inverno com uma nova fase de observações (segunda fase) e, o outro, ocorreu na época das sementeiras das culturas de Primavera-Verão, correspondendo ao início da terceira fase desta experimentação. As datas dos tratamentos estão sintetisadas no Quadro 5.8, sendo o primeiro controlo do ano agrícola de 1997/1998 realizado no início de Fevereiro, uma vez que era efectuado no período da sementeira do ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação e a grande quantidade de precipitação caída no Outono (Fig. 5.5; pág. 134), inviabilizou a sementeira desse ensaio mais cedo.

Quadro 5.8 - Síntese relativa aos períodos dos tratamentos efectuados para o controlo da flora espontânea, que corresponderam ao início da segunda (primeiro controlo) e da terceira fase do ensaio (segundo controlo).

Anos	Primeiro controlo da flora espontânea	Segundo controlo da flora espontânea
1996/97	26/11/1996	10/03/1997
1997/98	05/02/1998	23/04/1998
1998/99	25/11/1998	29/03/1999
1999/00	12/11/1999	28/03/2000

5.1.2.3 OBSERVAÇÕES E DETERMINAÇÕES

Nos talhões quantificaram-se a quantidade de ervas espontâneas e o teor de humidade do solo na camada superficial (5 cm e 10 cm), sendo as leituras efectuadas com intervalos de aproximadamente dez dias, sem haver remoção das plantas. Paralelamente, foram registados os dados climáticos durante os anos do ensaio. No Quadro 5.9, apresenta-se uma suma dos parâmetros observados e dos métodos utilizados, para obter os valores nas diferentes datas de leituras (quatro a sete na primeira e segunda fase do ensaio e quatro a seis na terceira).

Quadro 5.9 - Parâmetros observados e métodos utilizados.

PARÂMETROS	MÉTODOS
- Número total de plantas espontâneas; Monocotiledóneas; Dicotiledóneas, e de algumas espécies com quatro a sete datas de leitura nas três fases do ensaio.	- Contagem do número de plantas emergidas no talhão de 1 m^2 na primeira fase do ensaio e no talhão de 0,5 m^2 na segunda e terceira fase do ensaio.
- Teor de humidade (% vol.) na camada superficial do solo (0-5 cm) e (0-10 cm).	- Leituras efectuadas com o TDR ("Time Domain Reflectometry").
- Temperaturas do ar (ºC) e precipitação (mm).	- Registos diários verificados na estação meteorológica localizada na Herdade da Revelheira.

5.2 ENSAIO DE TRIGO MOLE COM DIFERENTES NÍVEIS DE INFESTAÇÃO

No clima mediterrânico, a instalação das culturas cerealíferas de Outono-Inverno, quer pela necessidade de antecipação da data de sementeira quer pelo início tardio da época das chuvas, é muitas vezes efectuada, numa altura em que a emergência da flora infestante potencial é ainda muito reduzida.

Assim, o objectivo principal deste ensaio, foi a verificação da importância e do efeito do controlo das plantas infestantes antes da sementeira sobre a infestação e o rendimento da cultura de trigo. Optou-se, ainda, pela inclusão de sistemas de mobilização do solo neste estudo, uma vez que a intensidade de perturbação do solo tem uma grande influência sobre o aparecimento das infestantes após a sementeira.

De acordo com este objectivo, esta investigação pretendia, que na data da preparação da cama da semente para o trigo existissem níveis diferentes de emergência de plantas espontâneas. Um correspondia a valores nulos e o outro procurava obter um número de plantas representativo da população potencial daquele período do ano (Outono).

A fim de evitar o efeito de diferentes datas de sementeira sobre os talhões do primeiro nível (sem emergência de plântulas espontâneas), estes foram cobertos com polietileno opaco (preto) e expostos às condições ambientais apenas um ou dois dias antes da sementeira, que se realizava em função do grau de emergência atingido nos talhões do segundo nível.

As condições edafo-climáticas já foram descritas para o ensaio anterior (emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural), o qual acompanhou a localização deste estudo, devido à complementaridade da informação que deveria ser obtida acerca da emergência da flora infestante. Assim, tanto as condicionantes do clima como dos solos, já estão sintetisadas no subcapítulo 5.1.2.1.

5.2.1 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos efectuados neste ensaio foram os seguintes.

- Dois níveis de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo.

- Dois sistemas de preparação da cama da semente, tendo sido num efectuada a mobilização da camada superficial do solo com duas escarificações ou com uma escarificação mais gradagem a uma profundidade de dez a quinze centímetros e no outro a mobilização nula com sementeira directa (Quadro 5.10). Neste sistema de mobilização de conservação, foi aplicado o herbicida de pré-sementeira, que permitiu controlar as plantas emergidas (Quadro 5.10).

- Dois níveis de controlo da infestação em pós-emergência, sendo um com (ch) e outro sem (sh) aplicação de herbicida em pós-emergência.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, excepto nos dois níveis de controlo da infestação em pós-emergência, por causa da praticabilidade na aplicação do herbicida nessa época, com divisão dos talhões para os dois sistemas de preparação da cama da semente, subdivisão para os dois níveis de controlo de infestantes em pós--emergência ("split-split-plot") e quatro repetições (Fig. 5.9).

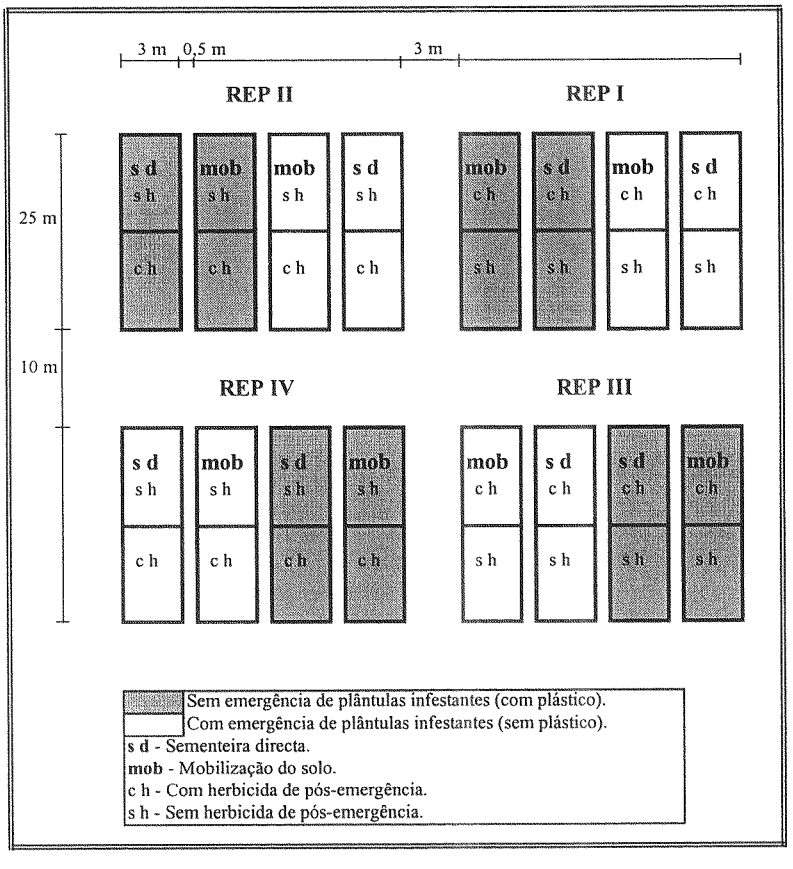


Fig. 5.9 - Esquema do delineamento experimental do ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação.

Cada talhão principal tinha uma largura de 6 m e um comprimento de 25 m, que ao ser subdividido ficou com 3 x 12,5 m^2 (Fig. 5.9). Em cada uma destas subdivisões (3 x 12,5 m^2), instalaram-se subtalhões de 0,5 m^2, para efectuar observações. Este é, segundo Colbach *et al.* (2000b), um método de amostragem para realizar leituras de infestação.

Relativamente às datas dos tratamentos realizados durante os quatro anos em que decorreu esta experimentação, apresenta-se uma síntese no Quadro 5.10.

Quadro 5.10 - Tratamentos efectuados no ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação e respectivas técnicas culturais.

Tratamentos		**Anos agrícolas**			
		1996/97	**1997/98**	**1998/99**	**1999/00**
Com e sem emergência de plântulas infestantes	Com e sem cobertura do solo com polietileno opaco (preto)	26/09/1996	12/09/1997	15/09/1998	17/09/1999
Dois sistemas de preparação da cama da semente	Herbicida de pré-sementeira; total, sistémico e não residual (glifosato a 900 g·ha^{-1})	20/11/1996	1ª aplicação 15/11/1997 2ª aplicação 31/12/1997	24/11/1998	04/11/1999
	Mobilização do solo	22/11/1996 escarificador e vibrocultor com rojão	23/01/1998 escarificador 26/01/1998 vibrocultor	24/11/1998 escarificador e grade de discos	04/11/1999 escarificador 10/11/1999 grade de discos
Com e sem controlo de infestantes em pós-emergência	Aplicação ou não das substâncias activas diclofope-metilo (900 g·ha^{-1}) mais tribenurão-metilo (13,5 g·ha^{-1})	22/01/1997	02/04/1998	24/02/1999	19/01/2000

5.2.2 TÉCNICAS CULTURAIS

Além das práticas culturais utilizadas na realização dos tratamentos e indicadas no Quadro 5.10, apresentam-se no Quadro 5.11, as restantes técnicas usadas no ensaio. Quanto ao equipamento utilizado, destacam-se o pulverizador de pressão de jacto projectado para a aplicação dos herbicidas e o semeador de linhas mecânico de fluxo contínuo equipado com discos simples para a abertura dos sulcos (John Deere 750). A colheita realizou-se com uma ceifeira debulhadora automotriz para pequenas parcelas (largura de trabalho de 1,5 m) e manualmente nos subtalhões de 0,5 m^2.

Quadro 5.11 - Algumas técnicas culturais utilizadas no ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação.

Técnicas culturais	Anos agrícolas			
	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Sementeira do trigo mole	22/11/1996 variedade Centauro: 170 kg·ha^{-1}	27/01/1998 variedade Mondego: 180 kg·ha^{-1}	25/11/1998 variedade Centauro: 170 kg·ha^{-1}	12/11/1999 variedade Centauro: 170 kg·ha^{-1}
Adubação de fundo: 36 kg N·ha^{-1} e 92 kg P_2O_5·ha^{-1}	22/11/1996	27/01/1998	25/11/1998	12/11/1999
1ª adubação de cobertura	27/01/1997 40 kg N·ha^{-1}	09/04/1998 37 kg N·ha^{-1}	25/02/1999 52 kg N·ha^{-1}	12/01/2000 42 kg N·ha^{-1}
2ª adubação de cobertura	10/02/1997 30 kg N·ha^{-1}	Não foi aplicada	17/03/1999 22 kg N·ha^{-1}	Não foi aplicada
Colheita	Junho 1997	Junho 1998	Junho 1999	Junho 2000

5.2.3 OBSERVAÇÕES E DETERMINAÇÕES

Relativamente à infestação, as verificações efectuadas foram o número total de infestantes, o número de plantas Monocotiledóneas e Dicotiledóneas, e de algumas espécies dominantes em três datas de leitura (Quadro 5.12), correspondendo cada data a um determinado estado vegetativo do trigo. A primeira foi desde as duas folhas expandidas até ao início do afilhamento, a segunda ao emborrachamento e a terceira ao espigamento, a que correspondem, respectivamente, os códigos 12 a 20; 45, e 53 a 59 na escala de Zadoks *et al.* (1974) indicados no Anexo I.

Além destas observações, verificou-se a produção e respectivas componentes do trigo e também a produção de matéria seca das infestantes à colheita do trigo (Quadro 5.12).

Para obtenção do peso seco ao nível do grão, da produção de grão, da matéria seca da parte aérea das plantas de trigo e das infestantes, foi efectuada a secagem do grão e da palha das respectivas plantas em estufa a uma temperatura de 65 °C, até ser atingido um peso constante (aproximadamente 48 horas).

Quadro 5.12 - Parâmetros observados e métodos utilizados.

PARÂMETROS	MÉTODOS
- Data de emergência da cultura do trigo.	- Visualização ao nível do talhão (3·12,5 m^2) de pelo menos 51 % das plantas emergidas (código 10 na escala de Zadoks *et al.*, 1974).
- Número de plantas de trigo (plantas emergidas·m^{-2}).	- Contagem do número de plantas emergidas no subtalhão de 0,5 m^2.
- Número total de infestantes; Monocotiledóneas; Dicotiledóneas, e de algumas espécies em três datas de leitura (infestantes·m^{-2}).	- Contagem do número de plantas infestantes no subtalhão de 0,5 m^2, sem serem removidas.
- Número de espigas potenciais (espigas potenciais·m^{-2}).	- Contagem do número de caules de trigo ao emborrachamento no subtalhão de 0,5 m^2.
- Taxa de afilhamento.	- Cálculo obtido através da razão entre o número de espigas potenciais e o número de plantas ao qual foi subtraído um.
- Data de espigamento.	- Visualização ao nível do talhão (3·12,5 m^2) de pelo menos 51 % das espigas (código 59 na escala de Zadoks *et al.*, 1974).
- Data de maturação.	- Visualização ao nível do grão, da sua dureza e penetração pela unha (código 92 na escala de Zadoks *et al.*, 1974).
- Número de espigas produtivas (espigas produtivas·m^{-2}).	- Contagem do número de espigas produtivas à maturação do trigo no subtalhão de 0,5 m^2.
- Taxa de sobrevivência.	- Razão entre o número de espigas produtivas e o número de espigas potenciais.
- Produção de grão (kg·ha^{-1}).	- Produção de grão seco obtida em cada talhão (3·10 m^2 de área colhida).
- Índice de colheita (%).	- Razão entre o peso seco (estufa 65 °C ± 48 horas) da produção de grão e da produção de biomassa da parte aérea da planta no subtalhão de 0,5 m^2.
- Matéria seca total ou biomassa da parte aérea das plantas de trigo (kg·ha^{-1}).	- Razão entre a produção de grão seco e o índice de colheita.
- Peso do grão seco (mg) .	- Contagem de 1000 grãos em contador electrónico Numigral, secagem na estufa e pesagem em balança de precisão.
- Número de grãos (grãos·m^{-2}).	- Cálculo obtido através da razão entre a produção de grão e o peso do grão.
- Número de grãos por espiga (grãos·$espiga^{-1}$).	- Cálculo obtido através da razão entre o número de grãos e o número de espigas produtivas.
- Matéria seca total ou biomassa da parte aérea das plantas infestantes (g·m^{-2}).	- Peso seco (estufa 65 °C ± 48 horas) da parte aérea das plantas infestantes colhidas no subtalhão de 0,5 m^2.

5.3 ENSAIO DE DATAS DE SEMENTEIRA DE QUINZE GENÓTIPOS DE TRIGO MOLE

Perante a irregularidade das condições ambientais, sobretudo as que são influenciadas pela variabilidade da precipitação que caracteriza o Outono em cada ano, é necessário conhecer genótipos de trigo que sejam flexíveis em relação ao período de sementeira. Além de outras vantagens, aumenta a possibilidade de tornar viáveis estratégias de controlo de plantas infestantes na pré-sementeira.

Por isso, neste ensaio, procurou-se verificar a flexibilidade em relação à data de sementeira de alguns genótipos de trigo mole, de modo a melhorar o conhecimento sobre a optimização da estratégia para o controlo de infestantes em sistemas de baixo custo a partir da data de sementeira e da preparação da cama da semente, que nesta perspectiva, deve ser efectuada após um período de espera pela emergência das jovens plantas potenciais de espécies espontâneas.

No início desta experimentação, que decorreu no ano de 1994/1995, instalou-se o ensaio em dois locais diferentes: um foi na Herdade do Louseiro, que pertence ao concelho de Évora, distrito de Évora, a uma latitude de 38º 31' 44'' N e uma longitude de 7º 48' 22'' W do meridiano de Greenwich, e outro na Herdade de Almocreva, no concelho de Beja, distrito de Beja, a uma latitude de 37º 59' 9'' N e uma longitude de 7º 55' 40'' W do meridiano de Greenwich. Posteriormente, nos anos de 1996/1997 a 1999/2000, este estudo realizou-se no local que já foi referido para os ensaios de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural e de trigo mole sujeito a diferentes níveis de infestação (Herdade da Revelheira concelho de Reguengos de Monsaraz).

5.3.1 CONDIÇÕES EDAFO-CLIMÁTICAS

No ano de 1994/1995, o ensaio foi instalado na região de Beja no solo Barro Castanho-Avermelhado Calcário Muito Descarbonatado de dioritos ou gabros ou rochas cristalofílicas básicas (Bvc) e na de Évora no solo Mediterrâneo pardo Para-Hidromórfico de quartzodioritos ou dioritos (Pmh). Quaisquer destes solos são caracterizados por Cardoso (1965). Para os restantes quatro anos, as condições edáficas sobre as quais decorreu o estudo, já foram caracterizadas no subcapítulo 5.1.2.1 (condições edafo--climáticas do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural).

Quanto às condições climáticas dos anos de 1996/1997 a 1999/2000, também já foram caracterizados no subcapítulo 5.1.2.1 (Figs. 5.4; 5.5; 5.6 e 5.7, págs. 133; 134 e 135). Para o primeiro ano (1994/1995), registaram-se igualmente os valores mensais da precipitação, da temperatura média e da média das temperaturas máximas e mínimas do ar,

nas estações meteorológicas de Beja e Évora (Figs. 5.10 e 5.11). Os do ano (1994/1995) foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica e os referentes à média da precipitação de trinta anos (1951/1980) obtidos por consulta da publicação do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (1991).

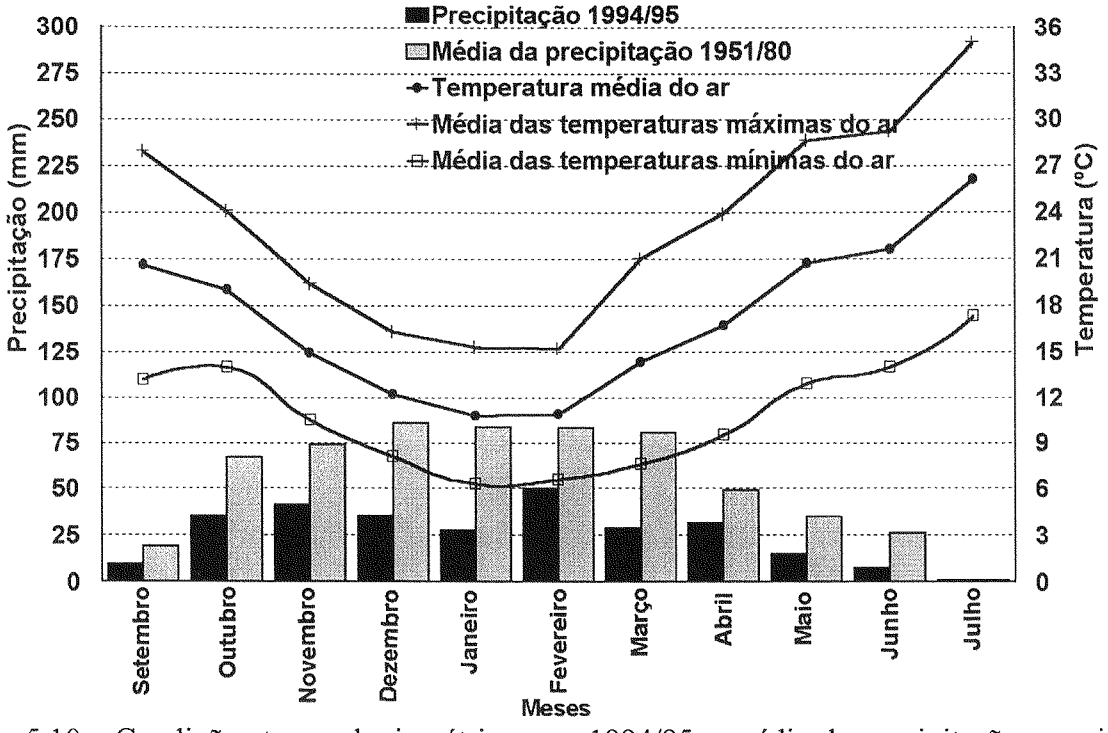


Fig. 5.10 - Condições termopluviométricas em 1994/95 e média da precipitação ocorrida em 30 anos (1951/80) na estação meteorológica de Beja.

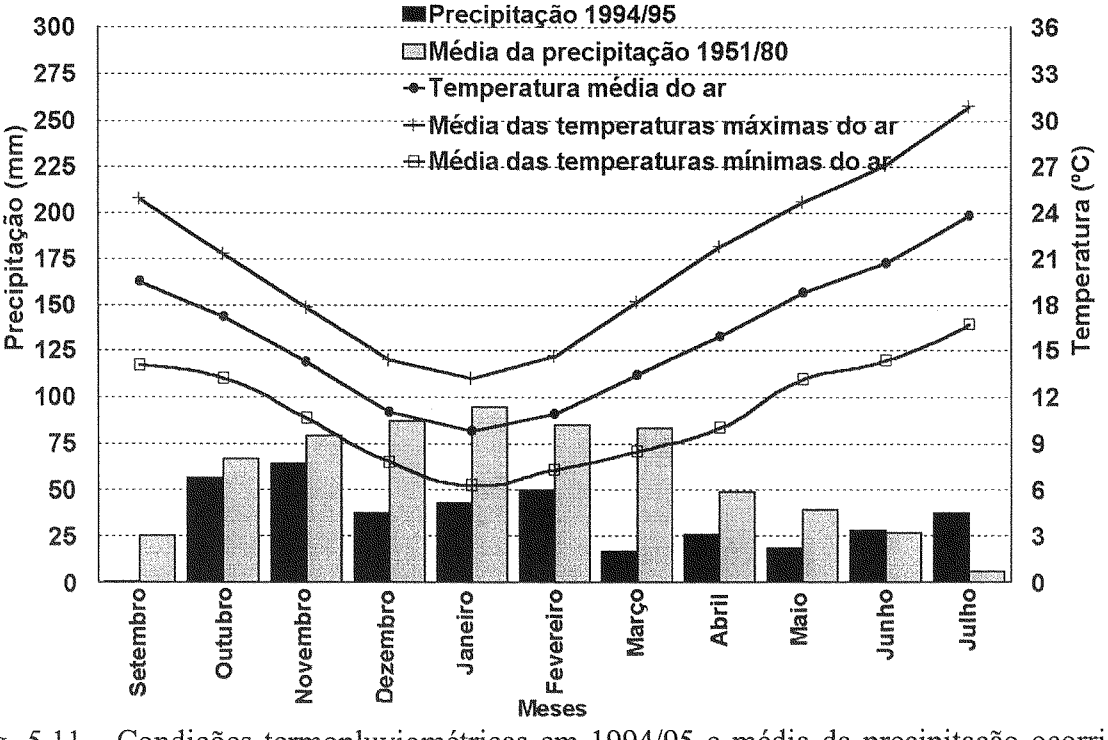


Fig. 5.11 - Condições termopluviométricas em 1994/95 e média da precipitação ocorrida em 30 anos (1951/80) na estação meteorológica de Évora.

De acordo com os registos climáticos, o ano de 1994/1995 foi seco, tendo sido escassa a precipitação caída na fase crítica de Março a Maio e é clara a diferença para a média de trinta anos (Figs. 5.10 e 5.11). Os valores verificados também foram menores no Outono relativamente à média, principalmente em Beja, e para os dois locais no fim do Outono e início do Inverno, permitindo esta situação, a sementeira de todas as datas (quatro) propostas inicialmente para este ensaio.

5.3.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos realizados neste ensaio foram os seguintes.

- Datas de sementeira (talhão principal).
- Quinze genótios de trigo mole (talhão dividido).

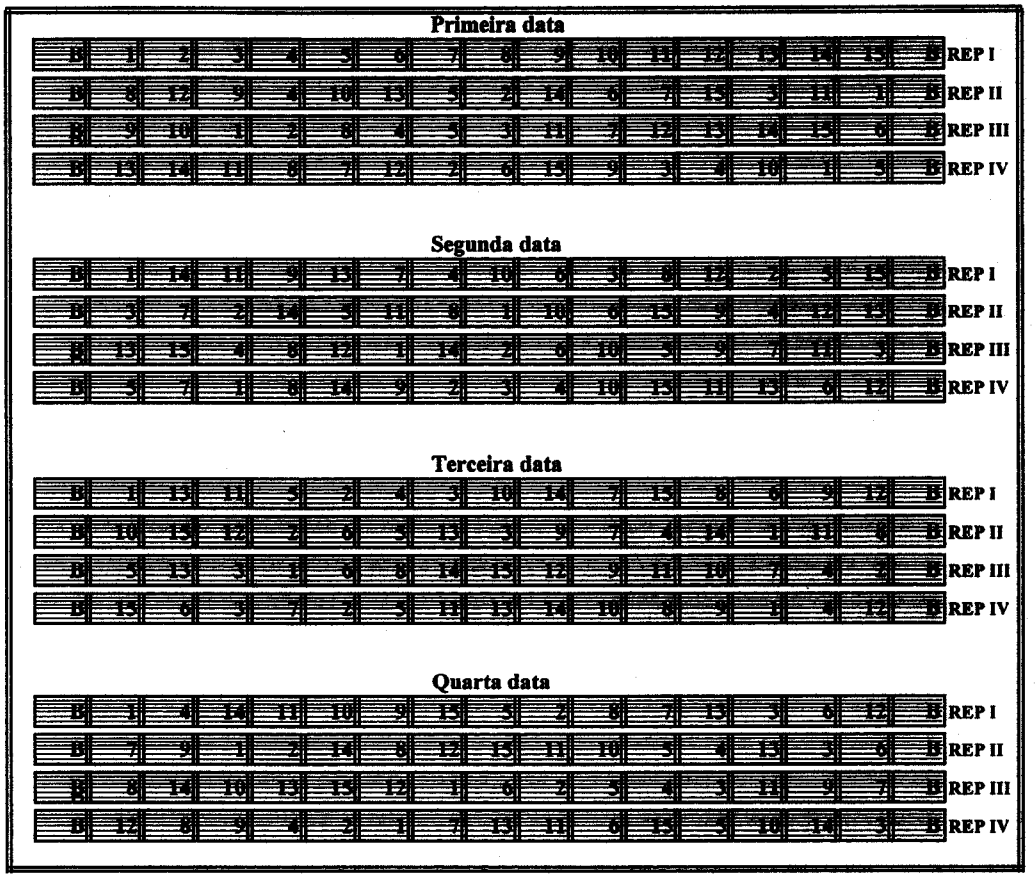
O delineamento experimental foi em blocos casualizados com divisão dos talhões ("split-plot") e quatro repetições, apresentando-se na Fig. 5.12 o esquema deste ensaio com os respectivos tratamentos. Cada talhão era constituído por seis linhas distanciadas 20 cm e com um comprimento de 10,5 m, sendo a área à colheita de aproximadamente 11 m^2. Em cada um destes talhões, marcou-se um subtalhão com as seis linhas e um comprimento de 0,5 m, ou seja, uma área de 0,6 m^2, para efectuar contagens de plantas, de caules e de espigas de trigo e onde também foi verificada a produção de grão e de matéria seca da cultura. Devido às condições termopluviométricas verificadas durante os anos em que decorreu o ensaio (Figs. 5.10 e 5.11, e Figs. 5.4 a 5.7; págs. 133; 134 e 135), semearam-se quatro datas no primeiro (1994/95), duas no segundo (1996/97), uma no terceiro (1997/98), três no quarto (1998/99) e três no quinto ano (1999/00) desta experimentação.

Relativamente à genealogia e origem dos genótipos em ensaio estão indicadas no Anexo II. Quanto aos hábitos de crescimento podem ser classificados, de acordo com a informação dada pela Estação Nacional de Melhoramento de Plantas, da forma seguinte:
1 - alternativo; 2 - Primavera; 3 - alternativo; 4 - alternativo; 5 – alternativo; 6 – alternativo; 7 – Primavera; 8 - Primavera; 9 - Primavera; 10 – Primavera; 11- Primavera; 12 – Primavera; 13 – Primavera; 14 – Primavera; 15 – Primavera.

5.3.3 TÉCNICAS CULTURAIS

As técnicas culturais utilizadas durante o ensaio, encontram-se sintetisadas no Quadro 5.13, excepto as colheitas, manual (subtalhão de 0,6 m^2) e mecânica (talhão de 11 m^2) realizada pela ceifeira debulhadora automotriz de pequenas parcelas, que se efectuaram no mês de Junho de cada um dos anos agrícolas indicados. Como este ensaio decorreu nas

folhas destinadas à cultura do trigo nas Herdades de Almocreva e do Louseiro (ano 1994/1995), e na Herdade da Revelheira (1996/1997 a 1999/2000), foi efectuada uma mobilização primária com a charrua de aivecas ou com o escarificador pesado ("chisel") na Primavera ou no Verão do ano agrícola anterior ao das sementeiras das diferentes datas deste ensaio. Para efectuar a sementeira, utilizou-se o semeador de ensaios "Wintersteiger", que permite realizá-la em pequenos talhões.



Legenda:

B - Bordadura (variedade Amazonas)

1 - TE 9202 (Sever)	5 - Centauro	9 - TE 9301	13 - TE 9403
2 – Anza	6 - TE 9009 (Eufrates)	10 - TE 9113	14 - TE 9405
3 - TE 9304	7 - TE 9111 (Nabão)	11 – TE 9114	15 - HAHN"S"*2/PRL"S"
4 - TX/AMI (Jordão)	8 - TE 9104	12 - TE 9112	

Fig. 5.12 - Esquema do delineamento experimental do ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole.

Quadro 5.13 - Técnicas culturais efectuadas no ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole.

Anos	Data	Técnica cultual					
		Preparação da cama da semente	**Adubação de fundo**	**Sementeira**	**Monda química**	**1ª adubação cobertura**	**2ª adubação cobertura**
1994 1995	1	Grade de discos mais vibrocultor	40 kg N·ha^{-1} 100 kg P_2O_5·ha^{-1}	31/10/1994 300 grãos·m^{-2}	31/01/1994 (y)	09/12/1994 30 kg N·ha^{-1}	03/03/1995 30 kg N·ha^{-1}
	2	Grade de discos mais vibrocultor	40 kg N·ha^{-1} 100 kg P_2O_5·ha^{-1}	16/11/1994 300 grãos·m^{-2}	16/11/1994 (y)	06/01/1995 30 kg N·ha^{-1}	25/03/1995 30 kg N·ha^{-1}
	3	Grade de discos mais vibrocultor mais vibrocultor	40 kg N·ha^{-1} 100 kg P_2O_5·ha^{-1}	15/12/1994 300 grãos·m^{-2}	15/12/1994 (y)	03/03/1995 30 kg N·ha^{-1}	Não foi aplicada
	4	Grade de discos mais vibrocultor mais vibrocultor	40 kg N·ha^{-1} 100 kg P_2O_5·ha^{-1}	29/12/1994 300 grãos·m^{-2}	29/12/1994 (y)	25/03/1995 30 kg N·ha^{-1}	Não foi aplicada
1996 1997	1	Grade de discos mais vibrocultor	40 kg N·ha^{-1} 100 kg P_2O_5·ha^{-1}	30/10/1996 300 grãos·m^{-2}	13/01/1997 (u)	17/01/1997 31 kg N·ha^{-1}	10/02/1997 31 kg N·ha^{-1}
	2	Grade de discos mais vibrocultor	40 kg N·ha^{-1} 100 kg P_2O_5·ha^{-1}	26/11/1996 300 grãos·m^{-2}	22/01/1997 (u)	22/01/1997 39 kg N·ha^{-1}	10/02/1997 24 kg N·ha^{-1}
1997 1998	1	Escarificador mais vibrocultor	40 kg N·ha^{-1} 100 kg P_2O_5·ha^{-1}	31/10/1997 300 grãos·m^{-2}	31/12/1997 (v) 27/02/1998 (x)	31/12/1997 40 kg N·ha^{-1}	20/02/1998 40 kg N·ha^{-1}
1998 1999	1	Grade de discos mais vibrocultor	40 kg N·ha^{-1} 100 kg P_2O_5·ha^{-1}	10/11/1998 300 grãos·m^{-2}	24/02/1999 (z)	25/02/1999 52 kg N·ha^{-1}	Não foi aplicada
	2	Grade de discos mais vibrocultor	40 kg N·ha^{-1} 100 kg P_2O_5·ha^{-1}	30/11/1998 300 grãos·m^{-2}	24/02/1999 (z)	25/02/1999 52 kg N·ha^{-1}	Não foi aplicada
	3	Grade de discos mais vibrocultor mais grade de discos	40 kg N·ha^{-1} 100 kg P_2O_5·ha^{-1}	15/01/1999 300 grãos·m^{-2}	17/03/1999 (z)	19/03/1999 43 kg N·ha^{-1}	31/03/1999 9 kg N·ha^{-1}

(y) - Metabenztiazurão (2,1 kg·ha^{-1}).

(u) - Clortolurão (1,06 kg·ha^{-1}) + terbutrina (215 g·ha^{-1}) + triassulfurão (5 g·ha^{-1}).

(v) - Clortolurão (1,5 kg·ha^{-1}) + triassulfurão (9 g·ha^{-1}); (x) – diclofope-metilo (900 g·ha^{-1}).

(z) - Diclofope-metilo (900 g·ha^{-1}) + tribenurão-metilo (13,5 g·ha^{-1}).

Quadro 5.13 - Continuação.

Anos	Data	Técnica cultual					
		Preparação da cama da semente	**Adubação de fundo**	**Sementeira**	**Monda química**	**1ª adubação cobertura**	**2ª adubação cobertura**
1999 2000	1	Escarificador mais escarificador mais cultivador rotativo de veios verticais	40 kg N·ha^{-1} 100 kg P_2O_5· ha^{-1}	15/11/1999 300 grãos·m^{-2}	19/01/2000 (z)	12/01/2000 42 kg N·ha^{-1}	Não foi aplicada
	2	Escarificador mais escarificador mais vibrocultor	40 kg N·ha^{-1} 100 kg P_2O_5· ha^{-1}	20/12/1999 300 grãos·m^{-2}	24/02/2000 (z)	09/02/2000 42 kg N·ha^{-1}	Não foi aplicada
	3	Escarificador mais escarificador mais vibrocultor	40 kg N.ha^{-1} 100 kg P_2O_5· ha^{-1}	10/01/2000 300 grãos·m^{-2}	24/02/2000 (z)	22/03/2000 35 kg N·ha^{-1}	Não foi aplicada

(z) - Diclofope-metilo (900 g·ha^{-1}) + tribenurão-metilo (13,5 g·ha^{-1}).

5.3.4 OBSERVAÇÕES E DETERMINAÇÕES

As observações e verificações foram da produção e das suas componentes nos quinze genótipos de trigo mole, bem como as datas de emergência, de espigamento e de maturação do germoplasma em estudo. Segundo Slafer e Whitechurch (2001), a data de espigamento é a variável mais comum, para determinar o efeito de factores genéticos e ambientais no desenvolvimento do trigo, sendo também influenciada pelos agronómicos. No Quadro 5.14, indicam-se os parâmetros observados e os métodos utilizados.

5.4 ENSAIO DE DATAS DE SEMENTEIRA E DE CONTROLO DAS INFESTANTES EM DUAS VARIEDADES DE TRIGO MOLE

Na sequência da experimentação realizada com datas de sementeira de trigo mole, efectuou-se este ensaio desde 1996/1997 a 1999/2000, a partir de uma selecção prévia de dois genótipos caracterizados por porte vegetativo diferente, cujo o objectivo era estudar a influência das infestantes na produção de grão e nas respectivas componentes, verificando qual o efeito da data de sementeira e do germoplasma, nomeadamente da altura das plantas de trigo e da taxa de afilhamento.

Quadro 5.14 - Parâmetros observados e métodos utilizados.

PARÂMETROS	MÉTODOS
- Data de emergência dos genótipos de trigo.	- Visualização ao nível do talhão de pelo menos 51 % das plantas emergidas (código 10 na escala de Zadoks *et al.*, 1974).
- Número de plantas (plantas emergidas·m^{-2}).	- Contagem do número de plantas emergidas no subtalhão de 0,6 m^2.
- Número de espigas potenciais (espigas potenciais·m^{-2}).	- Contagem do número de caules no subtalhão de 0,6 m^2.
- Taxa de afilhamento.	- Cálculo obtido através da razão entre o número de espigas potenciais e o número de plantas ao qual foi subtraído um.
- Data de espigamento dos genótipos de trigo.	- Visualização ao nível do talhão de pelo menos 51 % das espigas (código 59 na escala de Zadoks *et al.*, 1974).
- Data de maturação dos genótipos de trigo.	- Visualização ao nível do grão, da sua dureza e penetração pela unha (código 92 na escala de Zadoks *et al.*, 1974).
- Número de espigas produtivas (espigas produtivas·m^{-2}).	- Contagem do número de espigas produtivas à maturação no subtalhão de 0,6 m^2.
- Taxa de sobrevivência.	- Razão entre o número de espigas produtivas e o número de espigas potenciais.
- Produção de grão (kg·ha^{-1}).	- Produção de grão seco obtida em cada talhão de 11 m^2.
- Índice de colheita (%).	- Razão entre o peso seco (estufa 65 °C ± 48 horas) da produção de grão e da produção de biomassa da parte aérea da planta no subtalhão de 0,6 m^2.
- Matéria seca total ou biomassa da parte aérea das plantas (kg·ha^{-1}).	- Razão entre a produção de grão seco e o índice de colheita.
- Peso do grão seco (mg).	- Contagem de 500 grãos em contador electrónico Numigral, secagem em estufa e pesagem em balança de precisão.
- Número de grãos (grãos·m^{-2}).	- Cálculo obtido através da razão entre a produção de grão e o peso do grão.
- Número de grãos por espiga (grãos·espiga^{-1}).	- Cálculo obtido através da razão entre o número de grãos e o número de espigas produtivas.

Pretendia-se assim, conhecer a possibilidade de características do trigo se relacionarem com a sua capacidade competitiva perante a flora nociva, naquilo que será uma contribuição conjunta da fitotecnia e do melhoramento, conforme refere Carvalho (1994), para a redução da utilização de herbicidas. Estamos, portanto, perante uma linha do melhoramento direccionada para a capacidade competitiva e da qual beneficiariam os sistemas agrícolas, sendo o melhoramento genético, também referido por Moreira (1980), como fundamental para controlar a infestação.

Para efectuar este estudo, utilizaram-se as variedades Centauro e Sever (TE 9202) do ensaio de datas de sementeira de trigo mole durante o período já mencionado (1996/1997 e 1999/2000), sendo os talhões correspondentes, divididos e sujeitos aos tratamentos de com e sem aplicação do herbicida em pós-emergência.

Por isso, as condições edafo-climáticas já foram referidas no subcapítulo 5.3.1, onde se caracterizaram os quatro anos do ensaio de datas de sementeira instalado na Herdade da Revelheira (1996/1997 a 1999/2000).

Pela mesma razão, as práticas culturais utilizadas neste ensaio, já se indicaram no subcapítulo 5.3.3 (Quadro 5.13; págs. 146 e 147).

5.4.1 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Nesta experimentação, utilizou-se o ensaio de datas de sementeiras, tendo sido efectuados os tratamentos de controlo de infestantes em pós-emergência nos talhões dos dois genótipos em estudo. Assim, os tratamentos foram os seguintes.

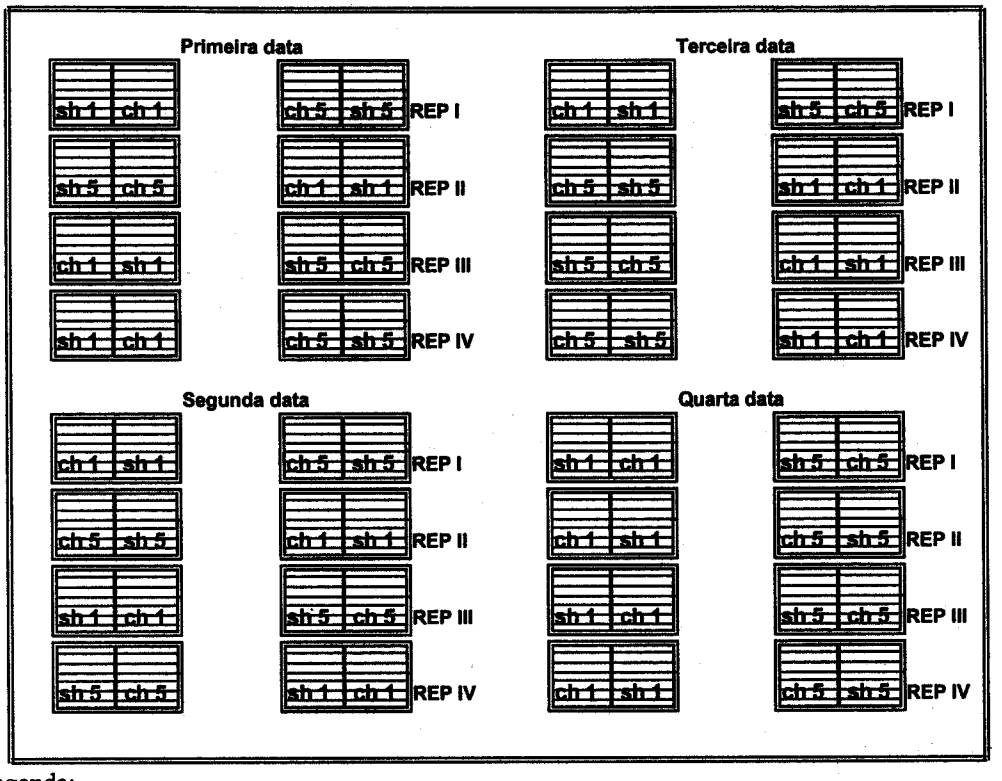
- Datas de sementeira (talhão principal).
- Duas variedades de trigo mole (subtalhão).
- Dois níveis de controlo da infestação de pós-emergência, sendo um com (ch) e outro sem aplicação (sh) de herbicida de pós-emergência (subsubtalhão). Evidente que o herbicida de pós-emergência (Quadro 5.13; págs. 146 e 147) aplicou-se apenas em metade do talhão de cada genótipo de 11 m^2, ou seja, numa área de colheita de aproximadamente 5,5 m^2.

Como este ensaio foi planeado a partir das datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole (Fig. 5.12; pág. 145), o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com divisão do talhão para as duas variedades de trigo mole, subdivisão para os dois níveis de controlo de infestantes em pós-emergência ("split-split-plot") e quatro repetições (Fig. 5.13).

5.4.2 OBSERVAÇÕES E DETERMINAÇÕES

De acordo com o objectivo deste ensaio, as observações realizadas na cultura do trigo foram a produção e as suas componentes, e nas infestantes, o número de plantas em duas datas de leitura e a produção de matéria seca à colheita do trigo (Quadro 5.15). Cada data de leitura do número de infestantes correspondeu a um determinado estado vegetativo do trigo, sendo a primeira realizada desde as duas folhas expandidas até ao início do

afilhamento e a segunda ao espigamento, a que correspondem, respectivamente, os códigos 12 a 20 e 53 a 59 na escala de Zadoks *et al.* (1974) indicados no Anexo I.



Legenda:
1 - Sever (TE 9202); 5 - Centauro.
ch - Com herbicida de pós-emergência; sh - Sem herbicida de pós-emergência.

Fig. 5.13 - Esquema do delineamento experimental do ensaio de datas de sementeira e de controlo das infestantes em duas variedades de trigo mole.

Tal como no ensaio de datas de sementeira com quinze genótipos de trigo mole, foram usados pequenos talhões de 0,6 m^2 (seis linhas distanciadas 0,2 m com 0,5 m de comprimento), um por cada subdivisão do talhão principal (5,5 m^2 de área colhida), para realizar verificações, sobretudo contagens de plantas de trigo e de infestantes, caules e espigas de trigo, sendo também verificada nestes subtalhões, a produção de grão de trigo, bem como a da matéria seca do trigo e das plantas infestantes.

Quadro 5.15 - Parâmetros observados e métodos utilizados.

PARÂMETROS	MÉTODOS
- Data de emergência dos dois genótipos de trigo mole.	- Visualização ao nível do talhão de pelo menos 51 % das plantas emergidas (código 10 na escala de Zadoks *et al.*, 1974).
- Número de plantas de trigo (plantas emergidas·m^{-2}).	- Contagem do número de plantas emergidas no subtalhão de 0,6 m^2.
- Número total de infestantes; Monocotiledóneas; Dicotiledóneas, e de algumas espécies em duas datas de leitura (infestantes·m^{-2}).	- Contagem do número de plantas no subtalhão de 0,6 m^2, sem serem removidas.
- Número de espigas potenciais (espigas potenciais·m^{-2}).	- Contagem do número de caules no subtalhão de 0,6 m^2.
- Taxa de afilhamento.	- Cálculo obtido através da razão entre o número de espigas potenciais e o número de plantas ao qual foi subtraído um.
- Data de espigamento.	- Visualização ao nível do talhão de pelo menos 51 % das espigas (código 59 na escala de Zadoks *et al.*, 1974).
- Data de maturação.	- Visualização ao nível do grão, da sua dureza e penetração pela unha (código 92 na escala de Zadoks *et al.*, 1974).
- Número de espigas produtivas (espigas produtivas·m^{-2}).	- Contagem do número de espigas produtivas à maturação no subtalhão de 0,6 m^2.
- Taxa de sobrevivência.	- Razão entre o número de espigas produtivas e o número de espigas potenciais.
- Produção de grão (kg·ha^{-1}).	- Produção de grão seco obtida em cada talhão de 5,5 m^2.
- Índice de colheita (%).	- Razão entre o peso seco (estufa 65 °C ± 48 horas) da produção de grão e da produção de biomassa da parte aérea da planta no subtalhão de 0,6 m^2.
- Matéria seca total ou biomassa da parte aérea das plantas de trigo (kg·ha^{-1}).	- Razão entre a produção de grão seco e o índice de colheita.
- Peso do grão seco (mg).	- Contagem de 500 grãos em contador electrónico Numigral, secagem em estufa e pesagem em balança de precisão.
- Número de grãos (grãos·m^{-2}).	- Cálculo obtido através da razão entre a produção de grão e o peso do grão.
- Número de grãos por espiga (grãos·espiga^{-1}).	- Cálculo obtido através da razão entre o número de grãos e o número de espigas produtivas.
- Matéria seca total ou biomassa da parte aérea das plantas infestantes (g·m^{-2}).	- Peso seco (estufa 65 °C ± 48 horas) da parte aérea das plantas infestantes colhidas no subtalhão de 0,6 m^2.

5.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Quando os tratamentos consistem em factores qualitativos (exemplo sistemas de mobilização e de sementeira), é possível, antes da experimentação ser conduzida, formular a comparação entre tratamentos (Petersen, 1977). Relativamente a estes tratamentos qualitativos não estruturados, os testes de comparações múltiplas podem ser úteis para agrupamentos de médias (Petersen, 1977).

Este procedimento foi seguido neste trabalho e as análises de variância efectuaram-se para todos os dados, de modo a calcular as diferenças entre médias de cada parâmetro dependente para cada tratamento. As diferenças entre tratamentos, foram comparadas usando o teste múltiplo de médias ("Duncan Multiple Range Tests") para um nível de probabilidade de 5% (intervalo de confiança de 95%). Desta maneira, foi determinada a existência ou não de diferenças significativas entre as médias respectivas (Carvalho,1988; Petersen, 1977; Santana e Ranal, 2000). As análises de variância foram efectuadas de acordo com o delineamento experimental e utilizou-se o programa MSTAT-C versão 1.42 (Michigan State University).

Nos diversos quadros do sexto capítulo, dedicado à análise e discussão dos resultados, 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.

Devido à heterogeneidade do material em estudo, resultante do aparecimento da flora espontânea em fluxos (Colbach *et al.*, 200b; Garibay *et al.*, 2001; Voll *et al.*, 2003; Wallinga, 1995), houve uma dispersão bastante acentuada dos resultados relativamente ao seu valor médio, verificada pelo coeficiente de variação elevado. Isto até se constatou, mesmo com a utilização de muitas repetições, como foi delineado o ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente condicionado.

Alguns trabalhos referem a possibilidade de reduzir essa dispersão, efectuando-se algumas transformações matemáticas (Maroco, 2003; Santana e Ranal, 2000; Streit *et al.*, 2003). Por exemplo, nos ensaios com a flora infestante, quando a dispersão dos dados é alta e alguns são iguais a zero, poder-se-ão transformar, segundo Maroco (2003) e Santana e Ranal (2000), usando o logaritmo do valor mais um ($\log (y + 1)$).

Apesar deste recurso matemático permitir baixar o coeficiente de variação, porque reduz a escala dos valores (Santana e Ranal, 2000), não altera a heterogeneidade ou variabilidade do material, e esta é que contribui, segundo Carvalho (1988), para o erro do ensaio. A informação obtida, principalmente ao nível das diferenças significativas verificadas nas análises de variância, não aumentaria o conhecimento, sobretudo na componente agronómica.

Por outro lado, nas experiências em que os tratamentos são classificados em níveis de factores quantitativos (exemplo densidade de plantas), um procedimento com maior capacidade informativa é o ajustamento da função resposta, usando equações de regressão (Petersen, 1977). Os dados obtidos com estas características, foram relacionados, sempre que possível, através deste instrumento matemático e as equações de regressão calcularam-se com o auxílio do programa SPSS 11.0 e do Excel versão 2000. Com o auxílio do coeficiente de determinação, procurou-se melhorar a qualidade de ajustamento dos diversos modelos aos dados (Maroco, 2003).

Frequentemente, recorreu-se ao uso de percentagens calculadas relativamente à densidade populacional máxima (padrão), para comparar a evolução da flora infestante no espaço temporal, sujeita a condicionantes como a temperatura e o teor de água no solo. Além desta utilização, as proporções também foram usadas na análise da produção relativa de grão de trigo e da infestação relativa, no ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Através da análise e discussão dos resultados, pretende-se obter informação para se poder actuar nos campos cerealíferos, de modo a limitar o estabelecimento e o consequente crescimento de plantas infestantes, podendo deste modo, conforme refere Akobundu (1997), até lhes ser inibida a produção de sementes. Em consequência, serão favorecidas as espécies cultivadas, como o trigo mole, que foi a cultura observada na experimentação realizada neste trabalho.

A experimentação incluiu os ensaios descritos no material e métodos, dos quais se apresenta a análise e discussão dos resultados neste capítulo, o qual está estruturado de forma a que cada ensaio seja tratado num subcapítulo. Começa assim, pela análise das verificações efectuadas sobre a emergência de plântulas espontâneas em ambiente condicionado e depois em ambiente natural, seguindo-se a do trigo mole com diferentes níveis de infestação, a de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole e finalmente a de datas de sementeira e controlo de infestantes em duas variedades de trigo mole.

6.1 EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS ESPONTÂNEAS EM AMBIENTE CONDICIONADO

A partir do ensaio instalado em ambiente condicionado, quantificou-se o aparecimento das ervas espontâneas ao longo do tempo no espaço físico delimitado por um anel com vinte centímetros de diâmetro, a que corresponde uma área de 628 cm^2. Das quatro a seis datas de leitura referidas no capítulo 5, consideraram-se quatro para efectuar a análise de variância, que decorreram nos quatro anos (1993/94 a 1996/97) ao fim de 7; 14; 25; 45 a 50 dias após o início do ensaio e que passam a ser designadas respectivamente de primeira leitura (PL), segunda leitura (SL), terceira leitura (TL) e quarta leitura (QL). A análise de variância efectuou-se com base nestes registos e apresentam-se os valores médios por anel dos parâmetros relativos à população da flora espontânea, caracterizados por diferenças significativas para um intervalo de confiança de 95%.

Por isso, em diversos quadros deste subcapítulo encontram-se as médias dos parâmetros da densidade populacional, que foram verificados na área de 628 cm^2 (anel), associadas a letras. Quando estas são diferentes, os respectivos valores médios apresentam diferenças estatísticas significativas de acordo com o teste múltiplo de médias ("Duncan Multiple Range Tests") para um intervalo de confiança de 95%, devido ao efeito do factor ou da interacção de factores.

Como nas análises de populações da flora infestante tende a haver grande variabilidade (Colbach *et al.*, 2000b; Voll *et al.*, 2003), devido à distribuição das suas plantas se caracterizar pela formação de agrupamentos (Colbach *et al.*, 2000b), os coeficientes de variação referentes aos parâmetros que quantificam a densidade populacional das ervas espontâneas apresentam, em geral, valores elevados.

Numa primeira análise, verificamos o efeito significativo do ano (Quadro 6.1 e Anexo III), devido ao histórico de curto prazo do banco de sementes, particularmente, da influência da cultura precedente no potencial de sementes do local de onde foi retirado o solo. De facto, as médias obtidas nas quatro leituras da densidade populacional, considerando quer o número total de plantas quer o seu número por classe (Monocotiledónea e Dicotiledónea), são significativamente superiores no último ano (1996/97). Por outro lado, no ano de 1995/96 foram obtidos valores médios baixos (Quadro 6.1), consequência da cultura precedente à colheita do solo (aveia forrageira) e cujo corte antes da maturação das sementes das espécies infestantes permite diminuir o potencial de sementes no solo e a futura população de plantas.

Quadro 6.1 - Efeito do ano nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel).

PARÂMETROS		ANOS				
		1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Média
PL	Total de plantas	0,47 c	3,13 b	0,38 c	6,15 a	2,53
	Monocotiledóneas	0,01 c	1,61 b	0,11 c	3,70 a	1,36
	Dicotiledóneas	0,46 c	1,50 b	0,27 c	2,45 a	1,17
SL	Total de plantas	2,69 c	9,84 b	3,07 c	14,87 a	7,62
	Monocotiledóneas	0,30 b	2,02 b	0,80 b	8,63 a	2,94
	Dicotiledóneas	2,38 c	7,78 a	2,27 c	6,23 b	4,67
TL	Total de plantas	5,47 c	13,99 b	6,29 c	25,31 a	12,77
	Monocotiledóneas	0,75 c	2,67 bc	3,32 b	12,95 a	4,92
	Dicotiledóneas	4,72 b	11,32 a	2,97 c	12,35 a	7,84
QL	Total de plantas	8,92 c	16,71 b	8,75 c	29,09 a	15,87
	Monocotiledóneas	1,27 d	9,80 b	5,44 c	15,50 a	8,00
	Dicotiledóneas	7,65 b	6,84 b	3,39 c	13,67 a	7,89
	Avena sp.	0,68 a	0,06 c	0,32 b	0,16 bc	0,30
	Lolium sp.	0,16 d	8,02 b	5,05 c	15,30 a	7,13
	Sonchus sp.	0,49 a	0,13 b	0,06 b	0,45 a	0,29
	Chrysanthemum segetum L.	0,00 c	0,85 a	0,05 c	0,41 b	0,33
	Raphanus raphanistrum L.	0,31 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,08
	Calendula arvensis L.	0,00 b	4,54 a	0,00 b	0,82 b	1,34
	Polygonum aviculare L.	0,73 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,18
	Chamaemelum sp.	0,00 b	0,00 b	0,00 b	1,07 a	0,27

PL - Primeira Leitura; **SL** - Segunda Leitura; **TL** - Terceira Leitura; **QL** - Quarta Leitura.

Em síntese, a quantidade de ervas daninhas num campo cultivado varia de ano para ano e depende da história da parcela, nomeadamente, da cultura precedente conforme referem Locke *et al.* (2002) e Shrestha *et al.* (2002). Naturalmente que durante o seu desenvolvimento, desde a preparação da cama da semente até à sua colheita, se utilizam técnicas culturais, as quais, segundo Ghersa *et al.* (1994) e Streit *et al.* (2003), fazem oscilar o potencial de reinfestação da parcela.

6.1.1 INFLUÊNCIA DA PROFUNDIDADE E DO TEOR DE HUMIDADE DO SOLO

Quanto ao factor profundidade (altura do anel), parece haver em alguns parâmetros da densidade populacional um aumento do número de plantas, quando se passa dos dois centímetros e meio para os cinco centímetros. Todavia, o acréscimo do número médio de plantas com o aumento da altura de terra colhida, verifica-se mais nas primeiras leituras e, essencialmente, com plantas da classe Dicotiledónea (Quadro 6.2). Aliás, na quarta leitura não houve qualquer diferença significativa na quantidade média de plantas verificada no total de ambas as classes (Anexo III).

Assim, pode-se concluir, tal como mencionam Cardina *et al.* (1991), Forcella (1997), Grundy *et al.* (1999), Grundy e Mead (2000) e Yenish *et al.* (1992), que a grande fonte da flora infestante das culturas é o banco de sementes, principalmente, o que está localizado na camada superficial do solo, sendo os primeiros dois a três centímetros, conforme também refere Melander (1994), determinantes na maior ou menor densidade populacional que poderá aparecer sobre o terreno.

Quadro 6.2 - Efeito da profundidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel), para os quatro anos de ensaio analisados.

PARÂMETROS		PROFUNDIDADE	
		0 - 2,5 cm	0 - 5 cm
PL	Total de plantas	1,95 b	3,11 a
	Dicotiledóneas	0,93 b	1,41 a
SL	Total de plantas	6,38 b	8,86 a
	Dicotiledóneas	3,94 b	5,40 a
TL	Total de plantas	11,06 b	14,45 a
	Monocotiledóneas	4,17 b	5,68 a
	Dicotiledóneas	6,90 b	8,79 a
QL	*Raphanus raphanistrum* L.	0,04 b	0,12 a
	Polygonum aviculare L.	0,08 b	0,29 a

PL - Primeira Leitura; **SL** - Segunda Leitura; **TL** - Terceira Leitura; **QL** - Quarta leitura.

Para o factor humidade, constatamos um efeito significativo sobre o número de plantas da flora espontânea (Quadro 6.3 e Anexo III). Com a manutenção de um teor de humidade próximo da capacidade de campo na camada superficial do solo, existe uma densidade populacional significativamente mais alta (Quadro 6.3). Daqui se conclui, que a água condiciona o aparecimento da população potencial, porque tal como referem Baskin *et al.* (1933), Ego *et al.* (2000) e Hadas (1982), é um catalisador extremamente importante para a germinação das sementes e a consequente emergência das jovens plantas.

Quadro 6.3 - Efeito do nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel), para os quatro anos de ensaio analisados.

PARÂMETROS		NÍVEL DE HUMIDADE			
		Capacidade de campo	2/3(capacidade de campo)	1/3(capacidade de campo)	Solo seco
PL	Total de plantas	5,11 a	2,63 b	1,13 c	1,26 c
	Monocotiledóneas	2,95 a	1,20 b	0,46 b	0,82 b
	Dicotiledóneas	2,16 a	1,43 b	0,66 c	0,44 c
SL	Total de plantas	15,77 a	8,32 b	4,44 c	1,94 d
	Monocotiledóneas	7,38 a	2,78 b	1,13 c	0,48 c
	Dicotiledóneas	8,35 a	5,54 b	3,31 c	1,46 d
TL	Total de plantas	26,09 a	15,64 b	9,05 c	0,29 d
	Monocotiledóneas	11,82 a	4,77 b	2,80 b	0,29 c
	Dicotiledóneas	14,27 a	10,85 b	6,24 c	0,00 d
QL	Total de plantas	28,29 a	20,55 b	14,72 c	0,00 d
	Monocotiledóneas	16,67 a	9,23 b	6,11 c	0,00 d
	Dicotiledóneas	11,62 a	11,32 a	8,61 b	0,00 c
	Avena sp.	0,32 a	0,45 a	0,45 a	0,00 b
	Lolium sp.	15,29 a	8,28 b	4,95 c	0,00 d
	Sonchus sp.	0,55 a	0,35 b	0,24 b	0,00 c
	Chrysanthemum segetum L.	0,43 a	0,52 a	0,36 a	0,00 b
	Raphanus raphanistrum L.	0,21 a	0,06 b	0,03 b	0,00 b
	Calendula arvensis L.	1,68 a	2,16 a	1,52 a	0,00 b
	Polygonum aviculare L.	0,48 a	0,11 b	0,15 b	0,00 b
	Chamaemelum sp.	0,71 a	0,27 b	0,09 b	0,00 b

PL - Primeira Leitura; **SL** - Segunda Leitura; **TL** - Terceira Leitura; **QL** - Quarta leitura .

Qualquer das datas de leitura apresenta um número médio de plantas significativamente superior para o nível de humidade que caracteriza a capacidade de campo. Todavia, na quarta leitura, as diferenças entre os valores médios de Dicotiledóneas registadas com o solo à capacidade de campo e a dois terços desse nível, não foram significativas (Quadro 6.3). O acréscimo da humidade do solo para teores similares ao da capacidade de campo foi muito importante para emergirem as plantas da classe

Monocotiledónea, sobretudo as de *Lolium* sp., cuja espécie *Lolium rigidum* Gaud. é uma das dominantes nos solos Mediterrâneos. Porém, há também algumas espécies da classe Dicotiledónea, em que o teor de água no solo foi fundamental para uma densidade populacional mais elevada, sendo *Chamaemelum* sp. um dos exemplos.

De acordo com os valores indicados no Quadro 6.3, verificamos ainda, que no solo sujeito à saturação inicial e posterior secagem livremente ao ar (solo seco), os parâmetros da densidade populacional (total de plantas e Dicotiledóneas) começaram a ser caracterizados por valores médios significativamente inferiores relativamente ao nível mais próximo (um terço da capacidade de campo), a partir da segunda leitura (aproximadamente 14 dias após o humedecimento do solo). Na terceira leitura não houve praticamente plantas, parecendo ter sido este período de aproximadamente vinte a vinte e cinco dias, o limite temporal para a dessecação do solo e o consequente desaparecimento das ervas espontâneas.

6.1.2 ESPAÇO TEMPORAL NECESSÁRIO PARA MAXIMIZAR A DENSIDADE POPULACIONAL

Conhecendo a influência do teor de humidade do solo, também referida em vários trabalhos (Caixinhas, 1988; Froud-Williams, 2001; Grundy e Mead, 2000; Marginet *et al.*, 2000; Roberts, 1984; Spitters, 1989), na maximização da emergência de plantas da flora espontânea, poder-se-á encontrar, o tempo que é necessário manter o solo à capacidade de campo, para obter a população potencial de determinado espaço físico e temporal. Na utilização de uma escala temporal é importante usar um parâmetro que possa ser aplicado em qualquer parte ou região e a temperatura possibilita, como referem Sattin *et al.* (1997), esta análise inter-regional.

Nas Figs. 6.1, 6.2 e 6.3, apresentam-se as relações da temperatura média acumulada com as percentagens do total de plantas, de Monocotiledóneas e de Dicotiledóneas, calculadas relativamente aos valores médios mais elevados (total de plantas, de Monocotiledóneas e de Dicotiledóneas), verificados nesta fase do ensaio a partir da camada dos cinco centímetros superficiais do solo. Consequentemente, os números de plantas espontâneas (total e por classe) relativos aos potenciais verificados, estão dependentes do número de dias que contribuiram para o somatório da temperatura média e, nas referidas figuras, representa-se graficamente a função dessa dependência.

Através da equação usada para calcular a proporção do total de plantas em função da temperatura média diária acumulada (Fig. 6.1 (a)), verificamos que as percentagens maiores ou iguais a 80% são obtidas a partir de 446 °C, sendo necessários 768 °C para se atingir 90%. Para as referidas percentagens e com base no modelo apresentado na Fig. 6.1

(b), que permite obter a variação da proporção do total de plantas em função do número de dias, houve necessidade de 29,1 e 54 dias respectivamente, sob as condições do ensaio.

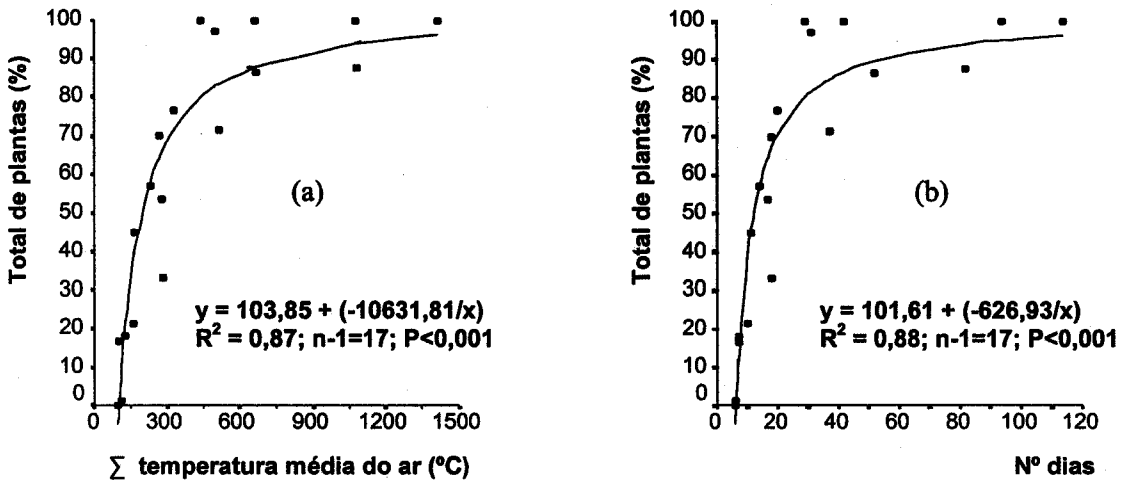


Fig. 6.1 - Relação da temperatura média do ar acumulada (°C) (a) e do número de dias (b) com o número de plantas relativo ao potencial verificado (valores médios de quatro anos).

Contudo, notou-se um comportamento diferente nas plantas das classes Monocotiledónea e Dicotiledónea e, encontramo-lo de facto, ao analisar as Figs. 6.2 e 6.3. Assim, com um somatório de 450 °C, apenas obtemos 73% de plantas da classe Monocotiledónea (Fig. 6.2 (a)), enquanto da classe Dicotiledónea temos 88% (Fig. 6.3 (a)). A mesma tendência é encontrada para o número de dias, por isso, com 30 dias a proporção de plantas da classe Monocotiledónea relativamente ao potencial máximo é de 72,5% (Fig. 6.2 (b)), subindo nas Dicotiledóneas para 89,1% (Fig. 6.3 (b)).

Portanto, com temperaturas amenas no início do Outono, em que as médias diárias podem ser de aproximadamente 15 °C, podemos obter 80% do potencial de plantas Dicotiledóneas num período de vinte dias, desde que a oscilação do teor de humidade do solo se mantenha próximo dos valores da capacidade de campo. Todavia, para ter o referido potencial com Monocotiledóneas, será preciso um espaço temporal superior a um mês, mesmo com este nível de água disponível.

Sintetisando, há necessidade de mais tempo, quantificado pelo somatório das temperaturas médias diárias, ou do respectivo número de dias, para se obter um potencial elevado de plantas de folha estreita (família Gramínea) relativamente às de folha larga (classe Dicotiledónea). Esta ocorrência permite concluir, que a velocidade de emergência definida, segundo Santana e Ranal (2000), como o número de plântulas emergidas por unidade de tempo (dia), é maior na classe Dicotiledónea, considerando um período inicial e um potencial de plantas similares em ambas as classes.

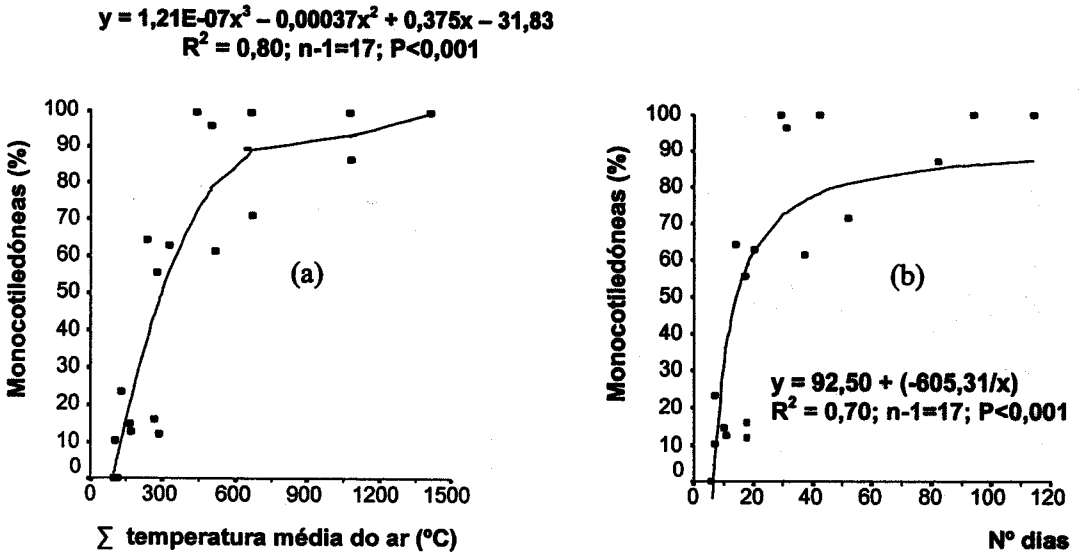


Fig. 6.2 - Relação da temperatura média do ar acumulada (°C) (a) e do número de dias (b) com o número de plantas Monocotiledóneas relativo ao potencial verificado (valores médios de quatro anos).

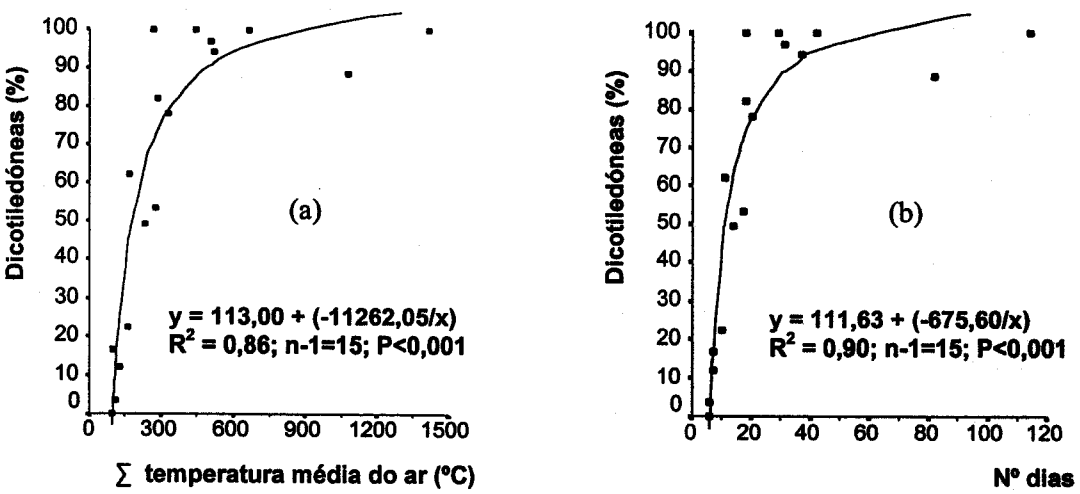


Fig. 6.3 - Relação da temperatura média do ar acumulada (°C) (a) e do número de dias (b) com o número de plantas Dicotiledóneas relativo ao potencial verificado (valores médios de quatro anos).

Para esta diferença no aparecimento das plântulas, pode contribuir a germinação descontínua das sementes (Bridges, 1995), devido ao estado de dormência (Benech-Arnold *et al.*, 2000; Forcella *et al.*, 2000; Hilhorst, 1998), sendo a emergência lenta, conforme refere Cousens (1996), para a espécie *Lolium rigidum* Gaud., que é uma das dominantes nos solos Mediterrâneos e também o foi neste ensaio (Quadro 6.1; pág. 156). Além desta, existem outras Gramíneas, como *Avena* sp., que apresenta igualmente um período alargado para o aparecimento das suas plântulas.

6.1.3 SIMULAÇÃO DO PICO DA DENSIDADE POPULACIONAL APÓS UMA CHUVADA

Quando o solo foi saturado e se deixou secar livremente ao ar, simulou-se a ocorrência de uma chuvada e um período posterior de dessecação, havendo uma resposta inicial de emergência de plântulas espontâneas. O aparecimento e a manutenção desta população verifica-se na Fig. 6.4, sendo função do somatório das temperaturas médias (a) e do correspondente número de dias (b). Nesta situação, constata-se que o pico máximo da proporção do total de plantas, calculada relativamente ao valor médio mais elevado registado a partir da camada dos cinco centímetros superficiais do solo, foi obtido entre 75 °C e 150 °C (Fig. 6.4 (a)), correspondendo a um intervalo de 5 a 10 dias após o humedecimento (Fig. 6.4 (b)). Por outro lado, algumas destas plantas conseguiram sobreviver com o solo a dessecar até uma temperatura acumulada de mais ou menos 300 °C (Fig. 6.4 (a)), aproximadamente 20 dias (Fig. 6.4 (b)).

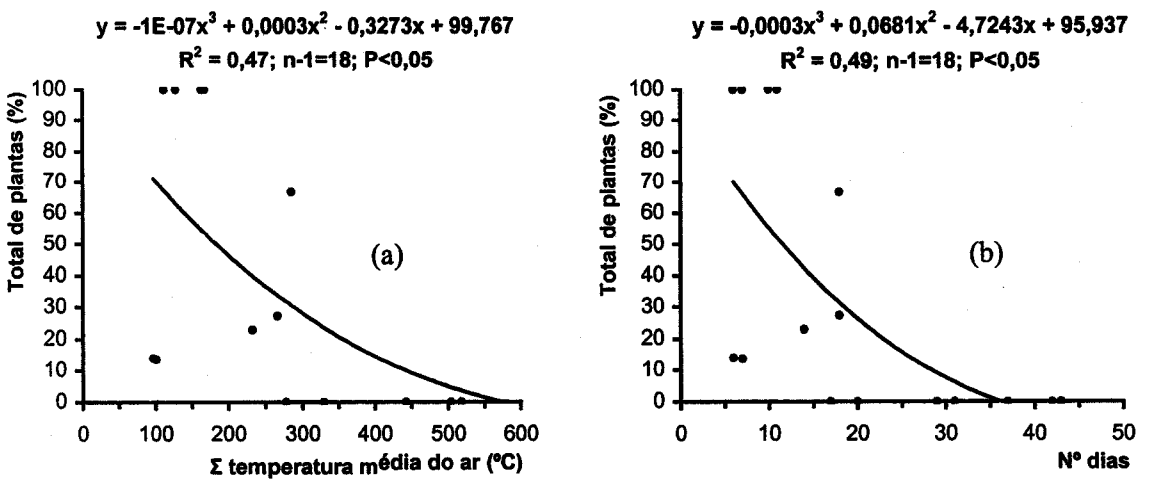


Fig. 6.4 - Relação da temperatura média do ar acumulada (°C) (a) e do número de dias (b) com o número de plantas relativo ao potencial verificado após saturação do solo seguida de dessecação livremente ao ar (valores médios de quatro anos).

Este período já tinha sido indicado, quando foi analisado o efeito da humidade do solo na emergência de plântulas espontâneas. Deste modo, confirma-se a capacidade de sobrevivência das jovens plantas no solo em que a evaporação provoca perda de água e a consequente secagem.

6.1.4 INTERACÇÕES ENTRE O ANO, A PROFUNDIDADE E A HUMIDADE DO SOLO

Ao analisarmos as respectivas interacções, confirmamos no Quadro 6.4 e no Anexo III, que os valores médios da densidade populacional, quantificada pelo total de plantas e pela sua divisão por classe, foram significativamente diferentes em todas as leituras apenas no ano de 1996/97 entre a espessura de dois centímetros e meio e de cinco centímetros, sendo os mais altos referentes à profundidade de zero a cinco centímetros. No entanto, esta tendência foi contrariada na quarta leitura de 1994/95, uma vez que as médias do total de plantas e da classe Monocotiledónea são significativamente superiores para a profundidade de zero a dois centímetros e meio (Quadro 6.4).

Quadro 6.4 - Efeito da interacção do ano com a profundidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel).

ANOS	PROFUN.	PL			SL			TL		
		T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	DICOT.
1993/94	0 - 2,5 cm	0,33 c	0,00 c	0,33 c	1,56 c	0,28 c	1,28 d	4,34 d	0,77 c	3,58 de
	0 - 5 cm	0,61 c	0,02 c	0,59 c	3,81 c	0,33 c	3,48 bc	6,59 d	0,73 c	5,86 d
1994/95	0 - 2,5 cm	3,45 b	2,13 b	1,30 b	10,23 b	2,56 c	7,59 a	15,73 bc	3,58 c	12,16 b
	0 - 5 cm	2,80 b	1,09 bc	1,70 b	9,45 b	1,48 c	7,97 a	12,25 c	1,77 c	10,48 bc
1995/96	0 - 2,5 cm	0,42 c	0,13 c	0,30 c	3,45 c	0,92 c	2,53 bd	6,94 d	3,67 c	3,27 e
	0 - 5 cm	0,34 c	0,09 c	0,25 c	2,69 c	0,69 c	2,00 cd	5,64 d	2,97c	2,67 e
1996/97	0 - 2,5 cm	3,59 b	1,80 b	1,80 b	10,27 b	5,92 b	4,34 b	17,23 b	8,66 b	8,58 c
	0 - 5 cm	8,70 a	5,59 a	3,11 a	19,47 a	11,34 a	8,13 a	33,39 a	17,23 a	16,13 a

Quadro 6.4 - Continuação.

ANOS	PROFUNDIDADE	QL				*Polygonum aviculare* L. QL
		T. PLAN.	MONOC.	*Lolium* sp.	Raphanus	
1993/94	0 - 2,5 cm	8,13 e	1,28 d	0,03 d	0,14 b	0,31 b
	0 - 5 cm	9,72 e	1,27 d	0,28 d	0,47 a	1,16 a
1994/95	0 - 2,5 cm	19,00 c	12,86 b	10,53 b	0,00 c	0,00 c
	0 - 5 cm	14,42 d	6,73 c	5,50 c	0,00 c	0,00 c
1995/96	0 - 2,5 cm	9,97 e	6,38 c	5,88 c	0,00 c	0,00 c
	0 - 5 cm	7,53 e	4,50 c	4,22 c	0,00 c	0,00 c
1996/97	0 - 2,5 cm	26,38 b	12,72 b	12,59 b	0,00 c	0,00 c
	0 - 5 cm	31,81 a	18,28 a	18,00 a	0,00 c	0,00 c

PROFUN. - Profundidade.
PL - Primeira Leitura; **SL** - Segunda Leitura; **TL** - Terceira Leitura; **QL** - Quarta Leitura; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **Raphanus** - - *Raphanus raphanistrum* L..

Isto demonstra a importância da distribuição vertical das sementes no solo, porque como referem Colbach *et al.* (2000a), a emergência das plântulas depende da profundidade de enterramento dos seus orgãos de propagação.

Igualmente, a interacção do ano com o nível de humidade permite verificar a maior densidade populacional de ervas espontâneas no ano de 1996/97, sobretudo no nível de humidade similar ao da capacidade de campo, onde apareceu uma quantidade significativamente superior de plantas ao longo do tempo, desde a primeira até à quarta leitura (Quadro 6.5). No ano de 1995/96, também são maiores e com diferenças significativas os valores médios dos parâmetros da densidade populacional no solo com o nível de humidade equivalente ao da capacidade de campo, particularmente, na segunda, terceira e quarta leituras (Quadro 6.5).

Todavia, as médias de diversos parâmetros da densidade populacional nos dois primeiros anos (1993/94 e 1994/95) não apresentam diferenças significativas entre os teores de humidade do solo correspondentes à capacidade de campo e a dois terços da capacidade de campo. Em 1994/95, ainda houve alguns com valores médios significativamente superiores no solo à capacidade de campo, nomeadamente, as plantas Monocotiledóneas registadas na primeira e na quarta leitura (Quadro 6.5). Porém, no ano de 1993/94, até foi no nível de humidade referente a dois terços da capacidade de campo onde se verificou maior densidade, sendo por vezes, o número médio de plantas significativamente superior neste nível, principalmente, o total e as Dicotiledóneas registadas na quarta leitura (Quadro 6.5).

Quadro 6.5 - Efeito da interacção do ano com o nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel).

ANOS	NÍVEL DE HUMIDADE	PL			SL			TL		
		T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	DICOT.
1993/94	C. campo	0,34 d	0,00 d	0,34 d	1,63 g	0,22 c	1,41 gh	5,19 gh	0,44 d	4,75 fh
	2/3(C. campo)	0,69 cd	0,03 d	0,66 d	3,81 eg	0,63 c	3,19 fg	10,28 fg	1,59 d	8,69 de
	1/3(C. campo)	0,56 cd	0,00 d	0,56 d	3,94 eg	0,25 c	3,69 eg	6,41 gh	0,97 d	5,44 eg
	Solo seco	0,28 d	0,00 d	0,28 d	1,38 g	0,13 c	1,25 gh	0,00 h	0,00 d	0,00 i
1994/95	C. campo	6,97 b	3,72 b	3,25 b	13,25 bc	3,97 c	9,13 bc	21,94 c	4,25 cd	17,69 b
	2/3(C. campo)	2,59 cd	0,81 cd	1,78 c	11,72 bd	1,09 c	10,63 b	20,38 cd	2,66 cd	17,72 b
	1/3(C. campo)	2,00 cd	1,31 cd	0,63 d	8,88 ce	1,97 c	6,91 cd	12,50 ef	2,63 cd	9,88 d
	Solo seco	0,94 cd	0,59 cd	0,34 d	5,53 eg	1,06 c	4,47 df	1,16 h	1,16 d	0,00 i
1995/96	C. campo	0,34 d	0,06 d	0,28 d	8,19 df	2,09 c	6,09 de	18,19 ce	11,00 b	7,19 df
	2/3(C. campo)	0,31 d	0,13 d	0,19 d	2,16 g	0,28 c	1,88 fh	4,22 gh	0,97 d	3,25 gi
	1/3(C. campo)	0,59 cd	0,22 cd	0,38 d	1,88 g	0,84 c	1,03 gh	2,75 h	1,31 d	1,44 hi
	Solo seco	0,28 d	0,03 d	0,25 d	0,06 g	0,00 c	0,06 h	0,00 h	0,00 d	0,00 i
1996/97	C. campo	12,78 a	8,00 a	4,78 a	40,03 a	23,25 a	16,78 a	59,03 a	31,59 a	27,44 a
	2/3(C. campo)	6,91 b	3,81 b	3,09 b	15,59 b	9,13 b	6,47 cd	27,69 b	13,88 b	13,75 c
	1/3(C. campo)	1,38 cd	0,31 cd	1,06 cd	3,06 fg	1,44 c	1,63 gh	14,53 df	6,31 c	8,22 df
	Solo seco	3,53 c	2,66 bc	0,88 cd	0,78 g	0,72 c	0,06 h	0,00 h	0,00 d	0,00 i

Quadro 6.5 – Continuação.

ANOS	NÍVEL DE HUMIDADE	QL								
		T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	AVENA	LOLIUM	SONC.	CHRYS.	CALEN.	CHAM.
1993/94	C. campo	8,28 fg	0,78 de	7,50 cd	0,50 bd	0,09 c	0,81 a	0,00 c	0,00 c	0,00 c
	2/3(C. campo)	18,03 de	2,56 de	15,47 b	1,31 a	0,34 c	0,84 a	0,00 c	0,00 c	0,00 c
	1/3(C. campo)	9,38 fg	1,75 de	7,63 cd	0,91 ab	0,19 c	0,31 bc	0,00 c	0,00 c	0,00 c
	Solo seco	0,00 h	0,00 e	0,00 f	0,00 d	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
1994/95	C. campo	28,41 bc	19,53 b	8,56 c	0,00 d	15,75 b	0,22 bc	0,97 b	5,38 b	0,00 c
	2/3(C. campo)	25,06 c	14,69 c	10,38 c	0,09 cd	13,63 b	0,16 bc	1,72 a	7,31 a	0,00 c
	1/3(C. campo)	13,38 ef	4,97 d	8,41 c	0,16 cd	2,69 c	0,16 bc	0,72 bc	5,47 b	0,00 c
	Solo seco	0,00 h	0,00 e	0,00 f	0,00 d	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00c	0,00 c
1995/96	C. campo	23,28 cd	16,66 bc	6,94 cd	0,41 bd	15,97 b	0,06 bc	0,03 c	0,00 c	0,00 c
	2/3(C. campo)	7,72 fg	3,09 de	4,63 de	0,28 cd	2,81 c	0,06 bc	0,09 c	0,00 c	0,00 c
	1/3(C. campo)	4,00 gh	2,00 de	2,00 ef	0,59 bc	1,41 c	0,13 bc	0,06 c	0,00 c	0,00 c
	Solo seco	0,00 h	0,00 e	0,00 f	0,00 d	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
1996/97	C. campo	52,88 a	29,72 a	23,49 a	0,38 cd	29,34 a	1,09 a	0,72 bc	1,34 c	2,84 a
	2/3(C. campo)	31,38 b	16,56 bc	14,81 b	0,13 cd	16,34 b	0,34 b	0,25 bc	1,31 c	1,06 b
	1/3(C. campo)	32,13 b	15,72 bc	16,41 b	0,13 cd	15,50 b	0,38 b	0,66 bc	0,63 c	0,38 c
	Solo seco	0,00 h	0,00 e	0,00 f	0,00 d	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c

C. campo - Capacidade de campo.
PL - Primeira Leitura; **SL** - Segunda Leitura; **TL** - Terceira Leitura; **QL** - Quarta Leitura; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **AVENA** - *Avena* sp.; **LOLIUM** - *Lolium* Sp.; **SONC.** - *Sonchus* sp.; **CHRYS.** - *Chrysanthemum segetum* L.; **CALEN.** - - *Calendula arvensis* L.; **CHAM.** - *Chamaemelum* sp..

Quanto à interacção da profundidade com o nível de humidade, verifica-se que os valores médios das plantas registadas na terceira e na quarta leitura são maiores no solo à capacidade de campo (Quadro 6.6), embora sejam poucos os parâmetros onde há diferenças significativas (Quadro 6.6 e Anexo III). Todavia, neste nível de humidade também não se verificam diferenças nas médias do total de plantas verificadas na quarta leitura em ambas as profundidades (zero a dois centímetros e meio e zero a cinco centímetros).

Finalmente, é possível observar no Quadro 6.7 (pág. 167), que os valores mais altos da densidade de plantas se verificaram no ano de 1996/97 com a profundidade de zero a cinco centímetros e o solo à capacidade de campo. Perante estas condições, foi mais elevada a densidade populacional da flora espontânea e há diferenças significativas das respectivas médias relativamente às restantes para determinados parâmetros verificados em algumas datas de leitura, nomeadamente na terceira e na quarta.

Aliás, nas diversas interacções com o ano, constata-se que a densidade populacional mais elevada foi verificada em 1996/97, sendo o potencial máximo atingido no solo à capacidade de campo. Isto reflecte o impacto da envolvente do local de onde foram colhidas as amostras de solo, principalmente, o seu histórico de curto prazo, que depende do precedente cultural.

Quadro 6.6 - Efeito da interacção da profundidade com o nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel), para os quatro anos de ensaio analisados.

PROFUN.	NÍVEL DE HUMIDADE	PL	TL			QL		
		DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.	*Avena* sp.	POLYG.
0 - 2,5 cm	C. campo	1,98 a	18,98 b	9,19 b	9,80 c	28,28 a	0,22 bc	0,14 b
	2/3(C. campo)	0,75 b	17,23 bc	4,88 c	12,36 b	22,45 b	0,44 ab	0,13 b
	1/3(C. campo)	0,66 b	7,67 e	2,25 cd	5,42 e	12,73 d	0,70 a	0,05 b
	Solo seco	0,33 b	0,36 f	0,36 d	0,00 f	0,00 e	0,00 c	0,00 b
0 - 5 cm	C. campo	2,34 a	33,19 a	14,45 a	18,73 a	28,14 a	0,42 ab	0,81 a
	2/3(C. campo)	2,11 a	14,05 cd	4,67 c	9,34 cd	18,64 c	0,47 ab	0,09 b
	1/3(C. campo)	0,66 b	10,42 de	3,36 c	7,06 de	16,70 c	0,19 bc	0,25 b
	Solo seco	0,55 b	0,22 f	0,22 d	0,00 f	0,00 e	0,00 c	0,00 b

PROFUN. - Profundidade. **C. campo** - Capacidade de campo.
PL - Primeira Leitura; **TL** - Terceira Leitura; **QL** - Quarta Leitura; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L..

De facto, apesar da distância entre os locais de onde se retiraram as amostras de solo para os anéis durante os quatro anos ter sido no máximo de cem metros, foram realizados anualmente cultivos diferentes dentro da parcela, os quais sofreram, igualmente, a variabilidade anual das condições ambientais. Por isso, mesmo com a proximidade indicada, parece que os condicionalismos referidos fizeram oscilar o banco de sementes, beneficiando a sua formação em 1995/96, o que garantiu uma densidade de plantas mais elevada no ano de 1996/97, sobretudo, em alguns parâmetros verificados com a utilização da profundidade de zero a cinco centímetros do solo à capacidade de campo (Quadro 6.7).

Em suma, a densidade populacional máxima obtém-se com um teor de humidade do solo ao nível da capacidade de campo, que é, particularmente importante para as plantas da classe Monocotiledónea. Na maioria das vezes, a população máxima de ervas espontâneas é obtida a partir da camada dos dois a três centímetros superficiais do solo, podendo, no entanto, haver algum acréscimo populacional com a passagem deste limiar para os cinco centímetros, nomeadamente nas plantas da classe Dicotiledónea. Todavia, a densidade populacional da flora espontânea varia fortemente com o ano, reflectindo, essencialmente, o impacto do precedente cultural também sujeito às oscilações ambientais e aos itinerários técnicos, que contribuem no curto prazo para o acréscimo ou decréscimo do banco de sementes.

Relembra-se ainda, que as plantas espontâneas tendem a aparecer em fluxos e, por isso, a variabilidade é grande. Naturalmente, o coeficiente de variação, que é uma medida estatística de dispersão dos dados relativamente ao seu valor médio, é elevado (Anexo III), mesmo recorrendo, como neste ensaio, a muitas repetições (Voll *et al.*, 2003).

Quadro 6.7 - Efeito da interacção entre o ano, a profundidade e o nível de humidade, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel).

ANOS	PROFUN.	NÍVEL DE HUMIDADE	TL			QL		
			T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	MONOC.	*Lolium* sp.	POLYG.
1993/94	0 - 2,5 cm	C. campo	2,31 il	0,25 f	2,06 jk	0,44 i	0,06 i	0,56 bc
		2/3(C. campo)	11,06 ek	1,56 f	9,50 dg	2,44 hi	0,00 i	0,50 bc
		1/3(C. campo)	4,00 hl	1,25 f	2,75 ik	2,25 i	0,06 i	0,19 c
		Solo seco	0,00 l	0,00 f	0,00 k	0,00 i	0,00 i	0,00 c
	0 - 5 cm	C. campo	8,06 gl	0,63 f	7,44 fj	1,13 i	0,13 i	3,25 a
		2/3(C. campo)	9,50 fl	1,63 f	7,88 fi	2,69 hi	0,69 hi	0,38 c
		1/3(C. campo)	8,81 fl	0,69 f	8,13 fi	1,25 i	0,31 hi	1,00 b
		Solo seco	0,00 l	0,00 f	0,00 k	0,00 i	0,00 i	0,00 c
1994/95	0 - 2,5 cm	C. campo	24,38 bd	6,38 df	18,00 bc	25,38 b	19,44 bd	0,00 c
		2/3(C. campo)	25,50 bd	3,88 ef	21,63 b	21,38 bc	20,38 bc	0,00 c
		1/3(C. campo)	11,63 ei	2,63 f	9,00 eh	4,69 gi	2,31 hi	0,00 c
		Solo seco	1,44 kl	1,44 f	0,00 k	0,00 i	0,00 i	0,00 c
	0 - 5 cm	C. campo	19,50 ce	2,13 f	17,38 bc	13,69 df	12,06 eg	0,00 c
		2/3(C. campo)	15,25 eg	1,44 f	13,81 ce	8,00 fh	6,88 gh	0,00 c
		1/3(C. campo)	13,38 eh	2,63 f	10,75 dg	5,25 gi	3,06 hi	0,00 c
		Solo seco	0,88 l	0,88 f	0,00 k	0,00 i	0,00 i	0,00 c
1995/96	0 - 2,5 cm	C. campo	19,25 ce	11,94 cd	7,31 fj	18,81 cd	18,00 ce	0,00 c
		2/3(C. campo)	4,63 hl	0,88 f	3,75 hk	3,75 hi	3,50 hi	0,00 c
		1/3(C. campo)	3,88 hl	1,88 f	2,00 jk	2,94 hi	2,00 hi	0,00 c
		Solo seco	0,00 l	0,00 f	0,00 k	0,00 i	0,00 i	0,00 c
	0 - 5 cm	C. campo	17,13 dg	10,06 cd	7,06 gj	14,50 de	13,94 df	0,00 c
		2/3(C. campo)	3,81 hl	1,06 f	2,75 ik	2,44 hi	2,13 hi	0,00 c
		1/3(C. campo)	1,63 jl	0,75 f	0,88 k	1,06 i	0,81 hi	0,00 c
		Solo seco	0,00 l	0,00 f	0,00 k	0,00 i	0,00 i	0,00 c
1996/97	0 - 2,5 cm	C. campo	30,00 b	18,19 b	11,81 dg	25,63 b	25,38 b	0,00 c
		2/3(C. campo)	27,75 bc	13,19 bc	14,56 cd	15,00 de	14,88 cf	0,00 c
		1/3(C. campo)	11,19 ej	3,25 ef	7,94 fi	10,25 eg	10,13 fg	0,00 c
		Solo seco	0,00 l	0,00 f	0,00 k	0,00 i	0,00 i	0,00 c
	0 - 5 cm	C. campo	88,06 a	45,00 a	43,06 a	33,81 a	33,31 a	0,00 c
		2/3(C. campo)	27,63 bc	14,56 bc	12,94 cf	18,13 cd	17,81 ce	0,00 c
		1/3(C. campo)	17,88 df	9,38 ce	8,50 eh	21,19 bc	20,88 bc	0,00 c
		Solo seco	0,00 l	0,00 f	0,00 k	0,00 i	0,00 i	0,00 c

PROFUN. - Profundidade. **C. campo** - Capacidade de campo.
TL - Terceira Leitura; **QL** - Quarta Leitura; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L..

6.1.5 REAPARECIMENTO DA FLORA APÓS O PRIMEIRO CONTROLO DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS

Na segunda fase deste ensaio, pretendia-se verificar, além do impacto dos factores analisados na primeira, a influência da perturbação do solo na emergência de plântulas espontâneas.

Para isso, efectuou-se a análise de variância com base no número de plantas registadas em três datas de leituras, das três ou quatro que foram realizadas e referidas no capítulo 5. As três datas de leitura decorreram respectivamente ao fim de 8; 20 a 25; 40 a 45 dias após o início desta fase, ou seja, do rehumedecimento do solo e são designadas nos vários quadros deste subcapítulo de primeira leitura, segunda leitura e terceira leitura após o primeiro controlo das plantas (PLpc, SLpc e TLpc, respectivamente).

De acordo com a análise de variância, constatamos que o efeito do ano nos parâmetros da densidade populacional continua a ser significativo (Anexo IV), por isso, no Quadro 6.8 apresenta-se a sua quantificação, sendo os valores médios referentes à área dos anéis, ou seja, a 628 cm^2. O ano de 1996/97 voltou a ter maior densidade de plantas e, tal como na primeira fase do enasio, a média dos parâmetros da densidade populacional é significativamente diferente dos restantes anos.

Quadro 6.8 - Efeito do ano nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio.

PARÂMETROS		ANOS				
		1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Média
PLpc	Total de plantas	2,77 bc	4,77 b	0,21 c	23,19 a	7,73
	Monocotiledóneas	0,10 b	0,02 b	0,00 b	5,92 a	1,51
	Dicotiledóneas	2,66 c	4,74 b	0,21 d	17,27 a	6,22
SLpc	Total de plantas	2,06 c	5,27 b	0,83 c	19,77 a	6,98
	Monocotiledóneas	0,13 b	0,38 b	0,09 b	4,43 a	1,25
	Dicotiledóneas	1,94 c	4,91 b	0,74 c	15,41 a	5,75
TLpc	Total de plantas	3,02 b	5,05 b	0,98 c	22,89 a	7,99
	Monocotiledóneas	0,23 b	0,77 b	0,13 b	5,04 a	1,54
	Dicotiledóneas	2,80 b	4,27 b	0,85 c	17,77 a	6,42
	Avena sp.	0,09 b	0,00 b	0,00 b	0,31 a	0,10
	Lolium sp.	0,03 b	0,55 b	0,13 b	3,84 a	1,14
	Polygonum aviculare L.	0,77 a	0,01 b	0,08 b	0,00 b	0,21

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas.

6.1.5.1 CONTRIBUIÇÃO DA PROFUNDIDADE E DA HUMIDADE DO SOLO

Quanto à profundidade, registou-se uma maior densidade populacional a partir da camada dos cinco centímetros superficiais do solo e os valores médios de diversos parâmetros são significativamente superiores aos obtidos com a utilização de dois centímetros e meio (Quadro 6.9 e Anexo IV).

Quadro 6.9 - Efeito da profundidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados.

PARÂMETROS		PROFUNDIDADE	
		0 - 2,5 cm	0 - 5 cm
PLpc	Total de plantas	5,34 b	10,13 a
	Monocotiledóneas	0,40 b	2,63 a
	Dicotiledóneas	4,94 b	7,50 a
SLpc	Total de plantas	5,94 b	8,03 a
TLpc	Total de plantas	7,12 b	8,85 a
	Dicotiledóneas	5,67 b	7,18 a
	Lolium sp.	0,90 b	1,38 a
	Polygonum aviculare L.	0,08 b	0,34 a
	Calendula arvensis L.	0,44 b	0,76 a

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas.

Igualmente diferentes e significativamente maiores foram as médias da densidade populacional da flora espontânea, calculadas para os níveis de humidade mais altos. Embora no solo à capacidade de campo ou a dois terços da capacidade de campo haja uma maior população de plantas na terceira leitura, o mesmo não se verifica na primeira (Quadro 6.10). Nesta, a quantidade média é superior no solo que foi saturado e sofreu uma posterior dessecação ao ar, sendo até significativamente diferente na classe Monocotiledónea, devido às sementes que estariam no solo e cuja germinação não foi promovida durante a primeira fase deste ensaio.

Para obter a densidade máxima de plantas Monocotiledóneas na terceira leitura, foi necessário um nível de humidade aproximado à capacidade de campo, enquanto nas plantas da classe Dicotiledónea não houve diferenças entre esse nível e 66% (dois terços) da água que caracteriza a capacidade de campo. Deste modo, a população potencial de Dicotiledóneas pode ser obtida com teores de humidade a partir de 66% da capacidade de campo.

Quadro 6.10 - Efeito do nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados.

PARÂMETROS		NÍVEL DE HUMIDADE			
		Capacidade de campo	2/3(capacidade de campo)	1/3(capacidade de campo)	Solo seco
PLpc	Total de plantas	8,42 a	8,66 a	4,18 b	9,66 a
	Monocotiledóneas	0,48 b	0,20 b	0,16 b	5,20 a
	Dicotiledóneas	7,94 a	8,46 a	4,02 b	4,46 b
SLpc	Total de plantas	6,95 ab	8,88 a	7,04 ab	5,06 b
	Monocotiledóneas	0,84 b	0,48 b	0,32 b	3,38 a
	Dicotiledóneas	6,11 b	8,41 a	6,72 ab	1,76 c
TLpc	Total de plantas	11,73 a	11,68 a	8,53 b	0,00 b
	Monocotiledóneas	3,23 a	1,96 b	0,98 c	0,00 d
	Dicotiledóneas	8,42 ab	9,72 a	7,55 b	0,00 c
	Avena sp.	0,15 a	0,10 ab	0,15 a	0,00 b
	Lolium sp.	2,85 a	1,20 b	0,49 c	0,00 c
	Polygonum aviculare L.	0,32 ab	0,41 a	0,12 bc	0,00 c
	Calendula arvensis L.	0,87 a	0,91 a	0,63 a	0,00 b
	Chenopodium sp.	1,17 a	1,48 a	0,97 a	0,00 b
	Spergularia purpurea (Pers.) G.	0,32 b	1,38 a	1,83 a	0,00 b

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas.

Na Fig. 6.5, podemos verificar que o pico do número de plantas relativamente ao potencial verificado, simulando a queda de precipitação seguida de um período seco em solo não perturbado na profundidade de zero a cinco centímetros, foi alcançado com um somatório de temperaturas médias diárias de 70 a 75 °C (a), que corresponderam a um período de aproximadamente 5 dias (b). Por sua vez, a partir de mais ou menos 20 dias, a proporção da população relativamente ao valor médio mais alto registado neste nível e durante esta fase da experimentação é cerca de vinte e um, tendendo para zero com o acréscimo do período temporal.

Quaisquer dos valores mencionados, calculados com a aplicação destes modelos, são similares aos encontrados com a simulação do pico do número de plantas relativamente ao potencial verificado após uma chuvada na primeira fase do ensaio e, demonstram a capacidade de sobrevivência das plântulas espontâneas perante a dessecação do solo.

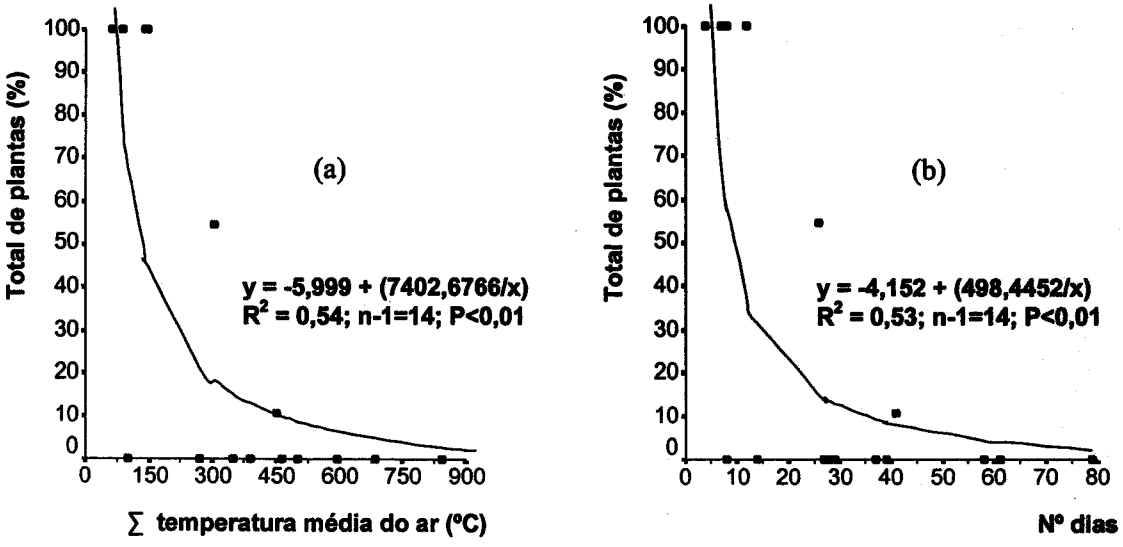


Fig. 6.5 - Relação da temperatura média do ar acumulada (°C) (a) e do número de dias (b) com o número de plantas relativo ao potencial verificado no solo não perturbado em dessecação após saturação (valores médios de quatro anos).

6.1.5.2 EM FUNÇÃO DA PERTURBAÇÃO DO SOLO

Quando houve perturbação do solo, verifica-se que o efeito foi significativo em praticamente todos os parâmetros da densidade populacional (Anexo IV). Devido a esta influência, existiram mais ervas no solo perturbado e os valores médios apresentam diferenças significativas relativamente aos do solo sem perturbação em quaisquer das datas de leitura (Quadro 6.11).

Quadro 6.11 - Efeito da perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados.

PARÂMETROS		SOLO PERTURBADO	SOLO NÃO PERTURBADO
PLpc	Total de plantas	11,98 a	3,51 b
	Dicotiledóneas	10,94 a	1,51 b
SLpc	Total de plantas	11,70 a	2,26 b
	Dicotiledóneas	10,44 a	1,06 b
TLpc	Total de plantas	14,50 a	1,47 b
	Monocotiledóneas	3,03 a	0,06 b
	Dicotiledóneas	11,44 a	1,41 b
	Avena sp.	0,18 a	0,02 b
	Lolium sp.	2,27 a	0,00 b
	Polygonum aviculare L.	0,36 a	0,07 b

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas.

Algumas sementes enterradas, podem ter sido colocadas em condições mais favoráveis e, assim, beneficiaram da acção exercida por factores capazes de promoverem a sua germinação. Diversos trabalhos (Dyer, 1995; Karssen, 1982; Locke *et al.*, 2002; Lutman *et al.*, 2002; Yenish *et al.*, 1992) referem o impacto positivo da perturbação do solo na germinação das sementes da flora que infesta os campos. Justificam esta influência com a mudança de posição das sementes, de maneira a fazerem-se sentir uma série de sinais exteriores importantes na promoção do estado germinativo, como são a luz (Bouwmeester e Karssen, 1996; Hilhorst e Karssen, 2000; Locke *et al.*, 2002; Spitters, 1989); a temperatura e a sua amplitude (Karssen, 1982), e a composição do ar.

Devido ao efeito benéfico destes factores, haverá inicialmente maior velocidade de emergência, permitindo que a população potencial seja alcançada em menos tempo quando é perturbado o solo. Na Fig. 6.6, onde se apresenta a relação entre o tempo quantificado pela temperatura média diária acumulada e a percentagem de plantas obtida relativamente ao valor médio mais elevado registado nas várias leituras de cada ano, ou na Fig. 6.7, em que a escala temporal é expressa pelo número de dias, constata-se esta diferença de velocidade, mantendo o solo a um teor de humidade que caracteriza a capacidade de campo. Aliás, o mesmo solo já tinha estado sujeito a este nível de água durante a primeira fase do ensaio.

Apesar do melhor ajustamento conseguido nos modelos encontrados para o solo perturbado, nota-se nas Figs. 6.6 e 6.7, a maior rapidez dada pelo menor somatório de temperaturas médias diárias ou do consequente número de dias, com que se atingem potenciais elevados de plantas no solo perturbado (90% corresponde a 480,5 °C e aproximadamente 37,4 dias), relativamente ao solo não perturbado (90% corresponde a 637 °C e aproximadamente 48,2 dias). A própria descrição gráfica é disso indicador, uma vez que as curvas encontradas com os valores registados em solo onde houve perturbação (a), ficam assimptóticas ao eixo das abcissas mais rapidamente do que as curvas associadas aos valores médios obtidos em solo sem perturbação (b), apresentando estas, uma variação logarítmica.

Quando não se perturbou o solo, a população de Monocotiledóneas no nível da capacidade de campo foi quase inexistente (Quadros 6.10 e 6.11; págs. 170 e 171). Por isso, na Fig. 6.8 apresentam-se, unicamente, as relações do somatório das temperaturas médias diárias e do número de dias com a percentagem de Monocotiledóneas calculada com base na densidade média mais elevada verificada em cada um dos quatro anos no solo que sofreu perturbação.

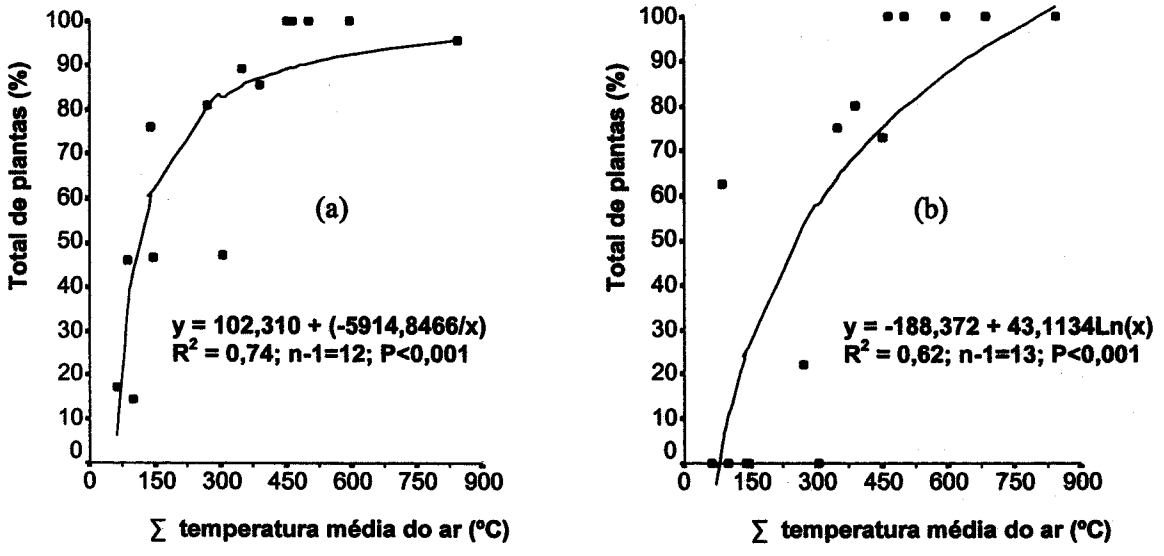


Fig. 6.6 - Relação entre a temperatura média do ar acumulada (°C) e o número de plantas relativo ao potencial verificado em solo perturbado (cinco centímetros superficiais) (a) e não perturbado (b) (valores médios de quatro anos).

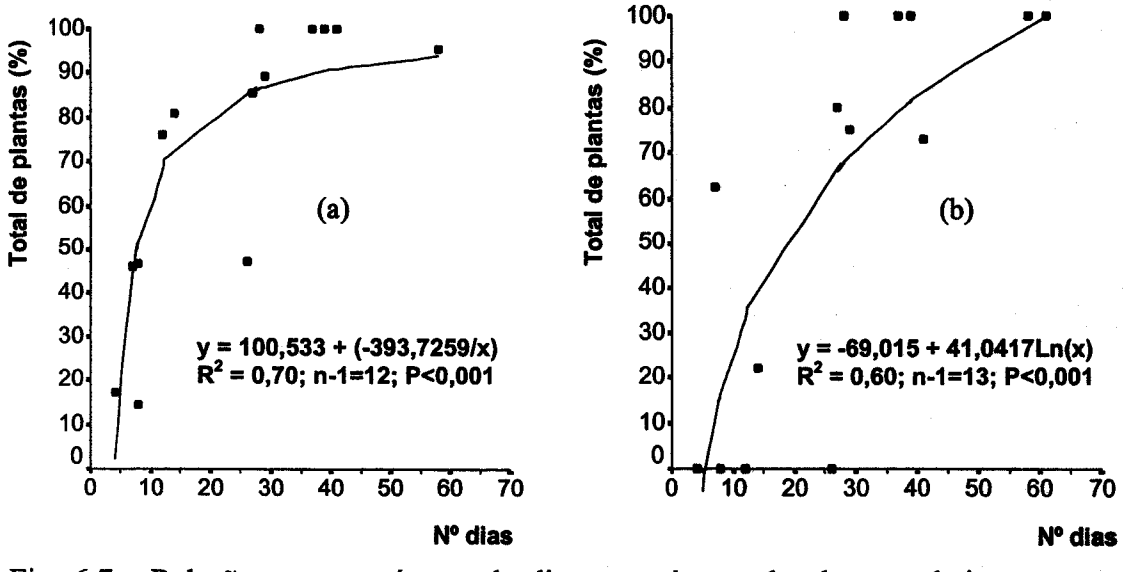


Fig. 6.7 - Relação entre o número de dias e o número de plantas relativo ao potencial verificado em solo perturbado (cinco centímetros superficiais) (a) e não perturbado (b) (valores médios de quatro anos).

De acordo com esses modelos, há necessidade de 626 °C para conseguir um povoamento de 90% relativamente ao potencial máximo (Fig. 6.8 (a)), sendo esta proporção, conseguida em aproximadamente 48,4 dias (Fig. 6.8 (b)). Parece assim evidente, que a obtenção de populações da família Gramínea a tenderem para o potencial máximo, necessitam de mais tempo, ou seja, mesmo com o efeito positivo da pertubação do solo, há necessidade de mais dias na classe Monocotiledónea para se atingirem densidades populacionais próximas do limiar superior.

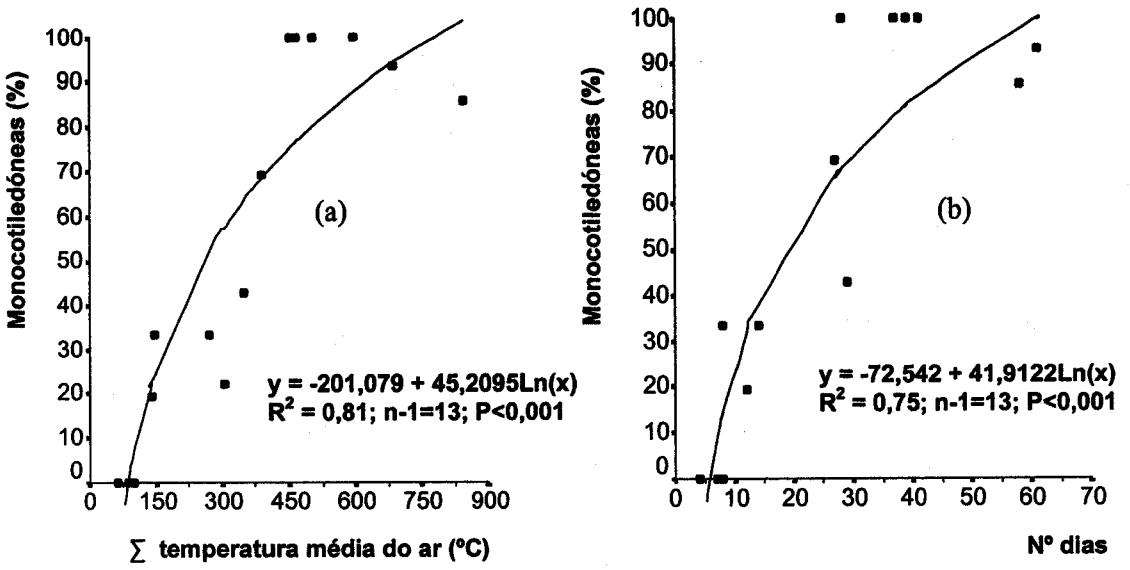


Fig. 6.8 - Relação da temperatura média do ar acumulada (°C) (a) e do número de dias (b) com o número de plantas Monocotiledóneas relativo ao potencial verificado em solo perturbado (0 - 5 cm; valores médios de quatro anos).

Na classe Dicotiledónea, tal como no total de ervas, obtivemos no período inicial um acréscimo maior na proporção de plantas calculada com base no limiar máximo, quando o solo foi sujeito à perturbação (Figs. 6.9 e 6.10).

Recorrendo aos respectivos modelos, indicados nas Figs. 6.9 e 6.10, verifica-se que uma percentagem de plantas de folha larga aproximada a 90%, necessita de 310 °C (Fig. 6.9 (a)) ou aproximadamente 21,7 dias (Fig. 6.10 (a)) no solo perturbado e 641 °C (Fig. 6.9 (b)) ou aproxiamdamente 48,3 dias (Fig. 6.10 (b)) no solo sem perturbação. Aliás, na primeira situação (solo com perturbação), basta acumular 170 °C, ou seja, 12 dias para obter três quartos (75%) da população de Dicotiledóneas e o mesmo espaço temporal, permite somente o aparecimento de um terço (aproximadamente 33%) da referida população em solo sem perturbação.

Ao manter teores de água no solo, capazes de optimizarem a germinação das sementes e a consequente emergência de plântulas, a perturbação do solo pode maximizar o aparecimento da flora espontânea, aumentando a proporção da densidade populacional relativamente ao limite superior em determinado espaço temporal ou minimizando o tempo necessário para conseguir grandes proporções de ervas espontâneas. Como já foi mencionado, no solo perturbado criam-se condições para haver quebra de dormência das sementes, devido à acção de uma série de factores, sendo promovidos e favorecidos os estados germinativo e de emergência.

Mesmo com as condições benéficas criadas ao perturbar o solo, a classe Monocotiledónea é caracterizada por uma emergência lenta das suas plântulas, sendo necessário muito tempo para o aparecimento de percentagens altas da sua população potencial. Por outro lado, sem a perturbação do solo que tinha sido mantido dois a três

meses com níveis de humidade próximos da capacidade de campo e cuja flora espontânea foi controlada com herbicida, parece ser fraca a possibilidade de reaparecerem muitas plantas de folha estreita (classe Monocotiledónea).

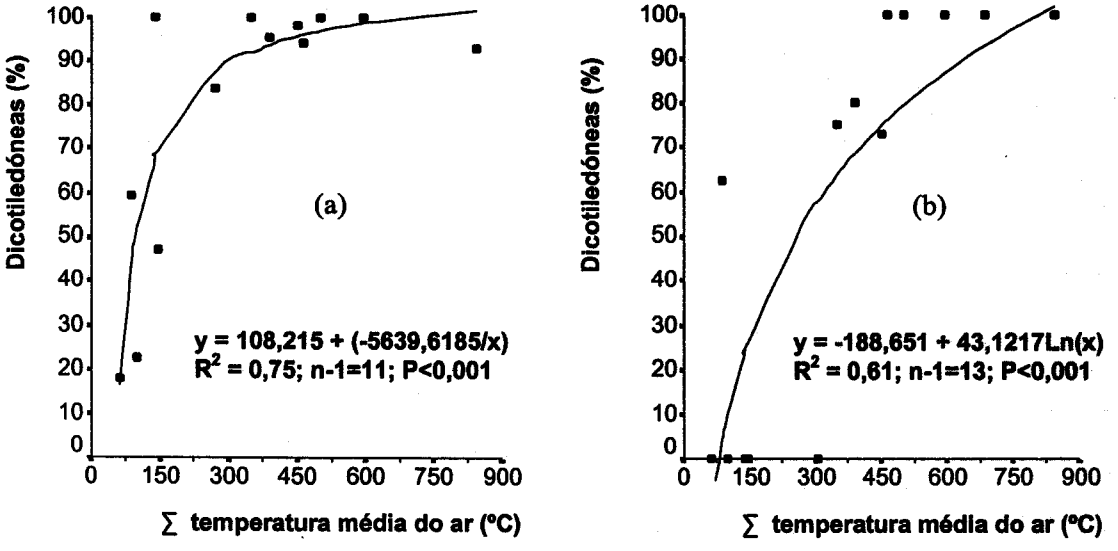


Fig. 6.9 - Relação entre a temperatura média do ar acumulada (°C) e o número de plantas Dicotiledóneas relativo ao potencial verificado em solo perturbado (cinco centímetros superficiais) (a) e não perturbado (b) (valores médios de quatro anos).

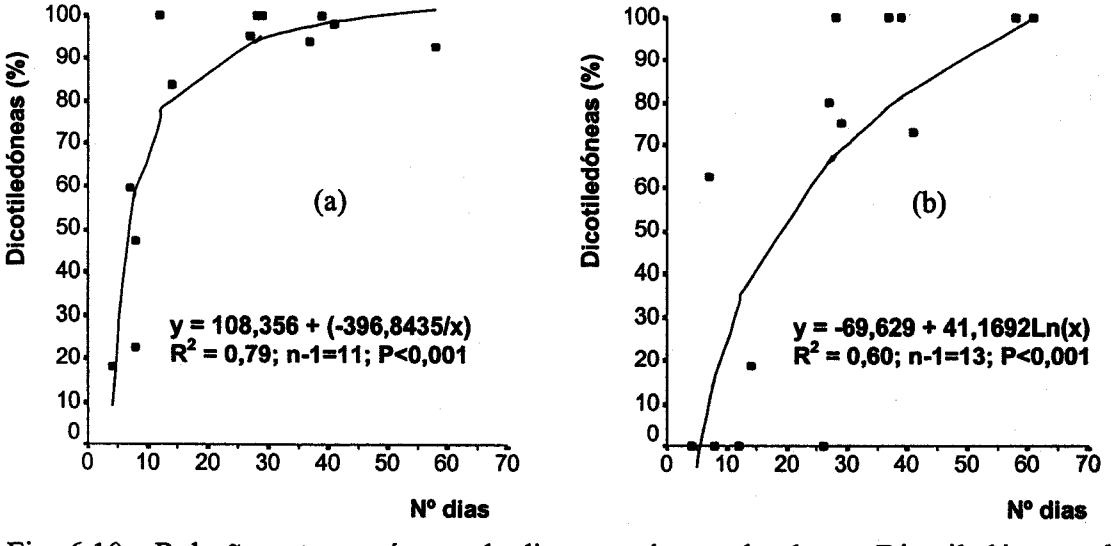


Fig. 6.10 - Relação entre o número de dias e o número de plantas Dicotiledóneas relativo ao potencial verificado em solo perturbado (cinco centímetros superficiais) (a) e não perturbado (b) (valores médios de quatro anos).

6.1.5.3 INTERACÇÕES ENTRE O ANO, A PROFUNDIDADE E A HUMIDADE DO SOLO

Relativamente às interacções, verificamos no Quadro 6.12, que apenas em 1996/97 houve um acréscimo significativo da densidade populacional com o aumento da profundidade de dois centímetros e meio para cinco centímetros. Esta maior densidade de plantas verificada em alguns parâmetros, segue a tendência do que já foi mencionado na fase inicial do ensaio. Assim, continuaram as médias significativamente superiores em 1996/97, principalmente nos anéis com cinco centímetros de altura. Daqui se conclui, que havia maior potencial de sementes no solo, o qual depende, tal com referem Ghersa *et al.* (1994), das condições anteriores da parcela (ambiente e espécie cultivada).

Quadro 6.12 - Efeito da interacção do ano com a profundidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio.

ANOS	PROFUN.	PLpc			SLpc		TLpc			
		T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	T. PLAN.	DICOT.	*Lolium* sp.	POLYG.
1993/94	0 - 2,5 cm	3,11 c	0,11 b	3,00 cd	2,41 ce	0,16 b	3,17 cd	2,86 cd	0,00 c	0,25 b
	0 - 5 cm	2,42 c	0,09 b	2,33 cd	1,72 ce	0,09 b	2,88 cd	2,73 cd	0,06 c	1,28 a
1994/95	0 - 2,5 cm	5,30 c	0,05 b	5,25 c	4,95 cd	0,41 b	4,67 c	3,77 c	0,58 c	0,00 b
	0 - 5 cm	4,23 c	0,00 b	4,23 c	5,58 c	0,34 b	5,42 c	4,78 c	0,53 c	0,02 b
1995/96	0 - 2,5 cm	0,11 c	0,00 b	0,11 d	0,72 e	0,03 b	0,94 d	0,88 d	0,05 c	0,08 b
	0 - 5 cm	0,31 c	0,00 b	0,31 d	0,94 de	0,14 b	1,03 d	0,83 d	0,20 c	0,08 b
1996/97	0 - 2,5 cm	12,83 b	1,44 a	11,39 b	15,67 b	2,23 b	19,70 b	15,19 b	2,97 b	0,00 b
	0 - 5 cm	33,55 a	10,41 a	23,14 a	23,88 a	6,63 a	26,08 a	20,36 a	4,70 a	0,00 b

PROFUN. - Profundidade.
PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L..

Nesse ano, destaca-se a grande densidade populacional verificada na primeira leitura, quantificada pelo total de plantas, quando o solo após ter sido saturado foi sujeito à dessecação. Os valores médios são mais elevados e significativamente diferentes dos restantes, por isso, confirmam que o potencial existente no solo era maior (Quadro 6.13). Por outro lado, indicam que a primeira saturação do solo seguida de secagem, foi insuficiente, para garantir a emergência de grande parte da população.

Todavia, pode ter estimulado a quebra da dormência em algumas sementes, uma vez que os ciclos de humedecimento e dessecação, segundo Karssen (1982), exercem uma acção benéfica para a saída das sementes do estado dormente. Consequentemente, há até a possibilidade de ter sido aumentada a quantidade com capacidade para germinar. No

entanto, o primeiro estado do ciclo vegetativo de uma planta só poderá ocorrer, se no habitat estiverem reunidos os requisitos necessários.

Outro aspecto bastante importante no Quadro 6.13, é a verificação da importância do teor de água do solo para ser alcançado o potencial de plantas Monocotiledóneas. Com base nos valores médios, constatamos que nos anos de 1994/95 e 1996/97, a população na terceira leitura foi significativamente superior no solo à capacidade de campo relativamente aos dois terços ou ao um terço desse nível de humidade. Para esta diferença significativa, contribuiu o *Lolium* sp., particularmente no ano de 1996/97, em que ocorreu uma densidade muito superior destas plantas da família Gramínea.

Segundo Roberts (1984), há espécies cuja germinação das sementes ocorre com teores de água no solo mais elevados e outras em que este estado é promovido com menor humidade.

Quadro 6.13 - Efeito da interacção do ano com o nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio.

ANOS	NÍVEL DE HUMIDADE	PLpc			SLpc		TLpc		
		T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	DICOT.
1993/94	C. campo	1,50 cd	0,06 b	1,44 de	0,09 b	2,22 e	3,38 df	0,25 d	3,13 cf
	2/3(C. campo)	4,28 cd	0,13 b	4,16 ce	0,22 b	3,38 de	5,72 ce	0,38 d	5,34 cd
	1/3(C. campo)	4,53 cd	0,22 b	4,31 ce	0,19 b	2,16 e	3,00 df	0,28 d	2,72 df
	Solo seco	0,75 d	0,00 b	0,75 e	0,00 b	0,00 e	0,00 f	0,00 d	0,00 f
1994/95	C. campo	5,81 cd	0,00 b	5,81 cd	0,88 b	7,94 c	9,28 c	2,34 c	6,94 c
	2/3(C. campo)	6,22 cd	0,09 b	6,13 cd	0,56 b	7,34 cd	6,75 cd	0,72 d	6,03 cd
	1/3(C. campo)	2,88 cd	0,00 b	2,88 de	0,06 b	4,34 ce	4,16 df	0,03 d	4,13 ce
	Solo seco	4,16 cd	0,00 b	4,16 ce	0,00 b	0,00 e	0,00 f	0,00 d	0,00 f
1995/96	C. campo	0,19 d	0,00 b	0,19 e	0,31 b	1,00 e	1,59 ef	0,47 d	1,13 ef
	2/3(C. campo)	0,19 d	0,00 b	0,19 e	0,03 b	1,00 e	1,13 ef	0,03 d	1,09 ef
	1/3(C. campo)	0,38 d	0,00 b	0,38 e	0,00 b	0,97 e	1,22 ef	0,03 d	1,19 ef
	Solo seco	0,09 d	0,00 b	0,09 e	0,00 b	0,00 e	0,00 f	0,00 d	0,00 f
1996/97	C. campo	26,19 b	1,88 b	24,31 a	2,09 b	13,28 b	32,69 a	9,88 a	22,50 b
	2/3(C. campo)	23,97 b	0,59 b	23,38 a	1,09 b	21,94 a	33,13 a	6,72 b	26,41 a
	1/3(C. campo)	8,94 c	0,40 b	8,53 c	1,03 b	19,41 a	25,75 b	3,56 c	22,19 b
	Solo seco	33,66 a	20,81 a	12,84 b	13,50 a	7,03 cd	0,00 f	0,00 d	0,00 f

Quadro 6.13 - Continuação.

ANOS	NÍVEL DE HUMIDADE	TLcp					
		Avena sp.	*Lolium* sp.	CALEND.	CHENOP.	POLYG.	SPERG.
1993/94	C. campo	0,03 cd	0,03 e	0,00 d	0,00 d	1,16 a	0,00 c
	2/3(C. campo)	0,06 cd	0,06 e	0,00 d	0,00 d	1,56 a	0,00 c
	1/3(C. campo)	0,25 bc	0,03 e	0,00 d	0,00 d	0,34 b	0,00 c
	Solo seco	0,00 d	0,00 e	0,00 d	0,00 d	0,00 b	0,00 c
1994/95	C. campo	0,00 d	1,69 cd	2,31 a	3,59 a	0,03 b	0,00 c
	2/3(C. campo)	0,00 d	0,50 de	2,06 a	3,38 a	0,00 b	0,00 c
	1/3(C. campo)	0,00 d	0,03 e	2,03 a	1,81 b	0,00 b	0,00 c
	Solo seco	0,00 d	0,00 e	0,00 d	0,00 d	0,00 b	0,00 c
1995/96	C. campo	0,00 d	0,47 de	0,16 d	0,47 cd	0,09 b	0,00 c
	2/3(C. campo)	0,00 d	0,00 e	0,06 d	0,84 bd	0,09 b	0,00 c
	1/3(C. campo)	0,00 d	0,03 e	0,03 d	0,91 bd	0,13 b	0,00 c
	Solo seco	0,00 d	0,00 e	0,00 d	0,00 d	0,00 b	0,00 c
1996/97	C. campo	0,56 a	9,22 a	1,00 bc	0,63 bd	0,00 b	1,28 c
	2/3(C. campo)	0,34 ab	4,25 b	1,53 ab	1,72 bc	0,00 b	5,50 b
	1/3(C. campo)	0,34 ab	1,88 c	0,44 cd	1,16 bd	0,00 b	7,31 a
	Solo seco	0,00 d	0,00 e	0,00 d	0,00 d	0,00 b	0,00 c

C. campo - Capacidade de campo.
PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **CALEND.** - *Calendula arvensis* L.; **CHENOP.** - *Chenopodium* sp.; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L.; **SPERG.** - *Spergularia purpurea* (Pers.) G..

No solo que estava sujeito à secagem, a média de ervas espontâneas para o mesmo nível de humidade foi maior a partir da profundidade de zero a cinco centímetros e significativamente diferente da obtida na camada de zero a dois centímetros e meio, tanto na primeira leitura para o total de plantas, Monocotiledóneas e Dicotiledóneas, como ainda na segunda leitura para Monocotiledóneas (Quadro 6.14). A perda de água por evaporação, terá sido mais rápida na menor altura, onde havia um menor volume de armazenamento e, deste modo, foi prejudicado o estado germinativo. Nos anéis com altura de cinco centímetros (profundidade 0 – 5 cm), o movimento ascencional da água por capilaridade deve ter permitido a manutenção de teores de humidade na camada superficial do solo adequados à germinação das sementes durante um período mais longo.

Assim, tal como refere Dias (1999), a uniformidade e a velocidade de germinação parece diminuir com as perdas de água do solo, embora possa depender do tamanho e da morfologia das sementes.

Na interacção entre o ano e os factores profundidade e nível de humidade, é de realçar o que já foi referido na primeira fase do ensaio, ou seja, maiores densidades populacionais em 1996/97 e menores em 1995/96. Além disto, destaca-se a elevada

população da flora espontânea no solo submetido à perda de água por secagem ao ar no ano de 1996/97, sobretudo a partir da profundidade de zero a cinco centímetros na primeira e na segunda leitura (Quadro 6.15).

De facto, com a saturação seguida da dessecação dos cinco centímetros superficiais do solo, continua a verificar-se uma grande densidade de plantas da classe Monocotiledónea na segunda leitura de 1996/97. Como esta leitura decorreu 25 dias (aproximadamente 300 °C) depois de humedecer o solo, conclui-se que parte da população, nomeadamente da família Gramínea, sobreviveu pelo menos 25 dias, contribuindo para os 15,8% do total de plantas verificados no modelo da Fig. 6.5 (b) (pág. 171).

Quadro 6.14 - Efeito da interacção da profundidade com o nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados.

PROFUN.	NÍVEL DE HUMIDADE	PLpc			SLpc	TLpc	
		T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	MONOC.	CHENOP.	POLYG.
0 - 2,5 cm	C. campo	7,88 bc	0,33 b	7,55 bc	0,56 b	1,78 a	0,16 bc
	2/3(C. campo)	5,13 c	0,19 b	4,94 cd	0,58 b	1,45 a	0,11 c
	1/3(C. campo)	4,22 c	0,11 b	4,11 d	0,38 b	0,52 b	0,06 c
	Solo seco	4,13 c	0,97 b	3,16 d	1,31 b	0,00 b	0,00 c
0 - 5 cm	C. campo	8,97 bc	0,64 b	8,33 b	1,13 b	0,56 b	0,48 ab
	2/3(C. campo)	12,20 ab	0,22 b	11,98 a	0,38 b	1,52 a	0,72 a
	1/3(C. campo)	4,14 c	0,20 b	3,94 d	0,27 b	1,42 a	0,17 bc
	Solo seco	15,20 a	9,44 a	5,77 bd	5,44 a	0,00 b	0,00 c

PROFUN. - Profundidade. **C. campo** - Capacidade de campo.
PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **CHENOP.** - *Chenopodium* sp.; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L..

6.1.5.4 INTERACÇÕES ENTRE O ANO, A PROFUNDIDADE, A HUMIDADE E A PERTURBAÇÃO DO SOLO

Na interacção do ano com a perturbação do solo, verifica-se que houve uma maior densidade populacional no ano de 1996/97 e os valores médios foram significativamente superiores, sobretudo quando foi perturbada a camada superficial do solo nas duas profundidades estudadas (Quadro 6.16). Este efeito também ocorreu em 1994/95 e em qualquer destes anos existiu maior potencial para se obterem elevadas populações da flora espontânea (Quadro 6.16).

Quadro 6.15 - Efeito da interacção entre o ano, a profundidade e o nível de humidade, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio.

ANOS	PROFUN.	NÍVEL DE HUMIDADE	PLpc			SLpc			TLpc	
			T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	CHENOP.	POLYG.
1993/94	0-2,5 cm	C. Campo	1,94 de	0,06 b	1,88 fi	2,00 gj	0,06 b	1,94 de	0,00 f	0,56 c
		2/3(C. campo)	6,38 de	0,06 b	6,31 di	5,56 fi	0,25 b	5,31 ce	0,00 f	0,38 c
		1/3(C. campo)	4,13 de	0,31 b	3,81 di	2,06 gj	0,31 b	1,75 de	0,00 f	0,06 c
		Solo seco	0,00 e	0,00 b	0,00 i	0,00 i	0,00 b	0,00 e	0,00 f	0,00 c
	0-5 cm	C. Campo	1,06 de	0,06 b	1,00 hi	2,63 gj	0,13 b	2,50 de	0,00 f	1,75 b
		2/3(C. campo)	2,19 de	0,19 b	2,00 ei	1,63 hi	0,19 b	1,44 e	0,00 f	2,75 a
		1/3(C. campo)	4,94 de	0,13 b	4,81 di	2,63 gj	0,06 b	2,56 de	0,00 f	0,63 c
		Solo seco	1,50 de	0,00 b	1,50 gj	0,00 i	0,00 b	0,00 e	0,00 f	0,00 c
1994/95	0-2,5 cm	C. Campo	9,13 de	0,00 b	9,13 de	11,69 df	0,81 b	10,88 c	6,31 a	0,00 c
		2/3(C. campo)	3,69 de	0,19 b	3,50 di	5,38 fi	0,69 b	4,69 ce	2,06 ce	0,00 c
		1/3(C. campo)	4,38 de	0,00 b	4,38 di	2,75 gj	0,13 b	2,63 de	0,56 ef	0,00 c
		Solo seco	4,00 de	0,00 b	4,00 di	0,00 i	0,00 b	0,00 e	0,00 f	0,00 c
	0-5 cm	C. Campo	2,50 de	0,00 b	2,50 ei	5,94 fi	0,94 b	5,00 ce	0,88 df	0,06 c
		2/3(C. campo)	8,75 de	0,00 b	8,75 df	10,31 eh	0,44 b	10,00 c	4,69 b	0,00 c
		1/3(C. campo)	1,38 de	0,00 b	1,38 gj	6,06 fi	0,00 b	6,06 ce	3,06 c	0,00 c
		Solo seco	4,31 de	0,00 b	4,31 di	0,00 i	0,00 b	0,00 e	0,00 f	0,00 c
1995/96	0-2,5 cm	C. Campo	0,13 e	0,00 b	0,13 i	0,69 i	0,06 b	0,63 e	0,44 ef	0,06 c
		2/3(C. campo)	0,00 e	0,00 b	0,00 i	1,19 i	0,06 b	1,13 e	1,19 df	0,06 c
		1/3(C. campo)	0,13 e	0,00 b	0,13 i	1,00 i	0,00 b	1,00 e	1,13 df	0,19 c
		Solo seco	0,19 e	0,00 b	0,19 i	0,00 i	0,00 b	0,00 e	0,00 f	0,00 c
	0-5 cm	C. Campo	0,25 e	0,00 b	0,25 i	1,94 gj	0,56 b	1,38 e	0,50 ef	0,13 c
		2/3(C. campo)	0,38 e	0,00 b	0,38 i	0,88 i	0,00 b	0,88 e	0,50 ef	0,13 c
		1/3(C. campo)	0,63 de	0,00 b	0,63 i	0,94 i	0,00 b	0,94 e	0,69 df	0,06 c
		Solo seco	0,00 e	0,00 b	0,00 i	0,00 i	0,00 b	0,00 e	0,00 f	0,00 c
1996/97	0-2,5 cm	C. Campo	20,31 c	1,25 b	19,06 c	10,94 eg	1,31 b	9,63 c	0,38 ef	0,00 c
		2/3(C. campo)	10,44 ce	0,50 b	9,94 d	18,63 ce	1,31 b	17,31 b	2,56 cd	0,00 c
		1/3(C. campo)	8,25 de	0,13 b	8,13 dh	22,44 ac	1,06 b	21,38 ab	0,38 ef	0,00 c
		Solo seco	12,31 cd	3,88 b	8,44 dg	10,69 eh	5,25 b	6,06 ce	0,00 f	0,00 c
	0-5 cm	C. Campo	32,06 b	2,50 b	29,56 b	19,81 bd	2,88 b	16,94 b	0,88 df	0,00 c
		2/3(C. campo)	37,50 b	0,69 b	36,81 a	27,44 ab	0,88 b	26,56 a	0,88 df	0,00 c
		1/3(C. campo)	9,63 de	0,69 b	8,94 df	18,44 ce	1,00 b	17,44 b	1,94 cf	0,00 c
		Solo seco	55,00 a	37,75 a	17,25 c	29,81 a	21,75 a	8,00 cd	0,00 f	0,00 c

PROFUN. - Profundidade. **C. campo** - Capacidade de campo.

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **CHENOP.** - *Chenopodium* sp.; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L..

É de realçar, a influência da perturbação no aparecimento das plantas da classe Monocotiledónea, particularmente, de *Lolium* sp. (Quadro 6.16). Por isso, na terceira leitura, os valores médios de Monocotiledóneas e de *Lolium* sp., são maiores no solo onde se causou o desarranjo da estrutura e apresentam diferenças significativas relativamente à não perturbação da camada superficial do solo nos anos com maior densidade populacional (1994/95 e 1996/97).

Quadro 6.16 - Efeito da interacção do ano com a perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio.

ANOS	PERTURBAÇÃO DO SOLO	PLpc		SLpc		TLPC		
		T. PLAN.	DICOT.	T. PLAN.	DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	DICOT.
1993/94	COM	4,38 cd	4,20 c	3,36 cd	3,16 c	4,63 c	0,31 c	4,31 c
	SEM	1,16 d	1,13 cd	0,77 d	0,72 c	1,42 d	0,14 c	1,28 d
1994/95	COM	8,23 bc	8,19 b	9,20 b	8,48 b	8,55 b	1,45 b	7,09 b
	SEM	1,30 d	1,30 cd	1,33 d	1,33 c	1,55 cd	0,09 c	1,45 d
1995/96	COM	0,36 d	0,36 d	1,50 d	1,33 c	1,75 cd	0,27 c	1,48 d
	SEM	0,06 d	0,06 d	0,16 d	0,16 c	0,22 d	0,00 c	0,22 d
1996/97	COM	34,86 a	30,97 a	32,75 a	28,78 a	43,09 a	10,08 a	32,86 a
	SEM	11,52 b	3,56 c	6,80 bc	2,05 c	2,69 cd	0,00 c	2,69 cd

Quadro 6.16 - Continuação.

ANOS	PERTURBAÇÃO DO SOLO	TLpc					
		Avena sp.	*Lolium* sp.	CALEND.	CHENOP.	POLYG.	SPERG.
1993/94	COM	0,11 b	0,06 c	0,00 c	0,00 d	1,28 a	0,00 b
	SEM	0,06 b	0,00 c	0,00 c	0,00 d	0,25 b	0,00 b
1994/95	COM	0,00 b	1,09 b	2,98 a	3,20 a	0,02 b	0,00 b
	SEM	0,00 b	0,02 c	0,22 c	1,19 b	0,00 b	0,00 b
1995/96	COM	0,00 b	0,25 bc	0,13 c	0,91 bc	0,14 b	0,00 b
	SEM	0,00 b	0,00 c	0,00 c	0,20 cd	0,02 b	0,00 b
1996/97	COM	0,63 a	7,67 a	1,48 b	1,75 b	0,00 b	7,05 a
	SEM	0,00 b	0,00 c	0,00 c	0,00 d	0,00 b	0,00 b

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **CALEND.** - *Calendula arvensis* L.; **CHENOP.** - *Chenopodium* sp.; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L.; **SPERG.** - *Spergularia purpurea* (Pers.) G..

Apesar da interacção da profundidade com a perturbação do solo ter poucos parâmetros da densidade populacional com diferenças significativas, no Quadro 6.17 podemos observá-las e concluir que o maior volume de solo nos anéis com cinco centímetros de altura garantiu uma maior quantidade de plantas, nomeadamente na terceira leitura e da classe Dicotiledónea. A génese desta significância estatística, deve ter estado

associada ao aumento do potencial de sementes de plantas Dicotiledóneas no solo, resultante do acréscimo da profundidade de dois centímetros e meio para cinco centímetros.

Quadro 6.17 - Efeito da interacção da profundidade com a perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados.

PROFUN.	PERTURBAÇÃO DO SOLO	PLpc DICOT.	TOTAL DE PLANTAS TLpc	TLpc DICOT.	TLpc *Lolium* sp.	*Calendula arvensis* L. TLpc
0 - 2,5 cm	COM	8,58 b	12,58 b	9,77 b	1,79 b	0,81 b
	SEM	1,30 c	1,66 c	1,58 c	0,01 c	0,07 c
0 - 5 cm	COM	13,28 a	16,43 a	13,11 a	2,75 a	1,48 a
	SEM	1,73 c	1,27 c	1,24 c	0,00 c	0,04 c

PROFUN. - Profundidade.
PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **DICOT.** - - Dicotiledóneas.

Por outro lado, confirma-se a tendência do aumento de profundidade de dois centímetros e meio para cinco centímetros beneficiar a germinação de sementes e a consequente emergência de plantas da classe Dicotiledónea.

Este aumento do número de plantas verificado com o acréscimo da profundidade, ocorreu, fundamentalmente, no ano de 1996/97, ou seja, naquele que apresentou maior potencial (Quadro 6.18). Contudo, o efeito significativo da perturbação do solo na densidade da flora espontânea observada na terceira leitura desta fase do ensaio, fez-se sentir em ambas as profundidades e em dois dos quatro anos (Quadro 6.18). Em 1993/94 e 1995/96, perante uma menor densidade populacional, não houve uma influência significativa da perturbação do solo nos parâmetros indicados no Quadro 6.18.

Por esta razão, mesmo com o aparecimento da população potencial numa fase inicial, continua a existir menor ou maior quantidade de sementes enterradas na camada superficial do solo, dependendo do banco que lá estava antes de decorrerem as primeiras germinações. Assim, em resposta à perturbação dos primeiros centímetros do solo (dois a três) pode aparecer um novo fluxo de ervas.

Até com a manutenção, desde a fase inicial do ensaio, de um teor de humidade que caracteriza a capacidade de campo do solo, houve um efeito significativo da perturbação, provocando um aumento da quantidade de plantas nas três datas de leitura apresentadas no Quadro 6.19. A maior densidade populacional e significativamente diferente no solo perturbado, também se verificou nos outros dois níveis de humidade. Aliás, nos dois terços da capacidade de campo obteve-se um valor médio de plantas similar e não diferente, estatisticamente, do que foi obtido com o solo à capacidade de campo (Quadro 6.19).

Quadro 6.18 - Efeito da interacção entre o ano, a profundidade e a perturbação do solo, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio.

ANOS	PROFUN.	PERTURBAÇÃO DO SOLO	PLpc	TLpc			*Polygonum aviculare* L. TLpc
			DICOT.	T. PLAN.	DICOT.	*Lolium* sp.	
1993/94	0 - 2,5 cm	COM	4,38 df	4,78 de	4,38 ce	0,00 c	0,47 b
		SEM	1,63 ef	1,56 e	1,34 e	0,00 c	0,03 b
	0 - 5 cm	COM	4,03 df	4,47 de	4,25 ce	0,13 c	2,09 a
		SEM	0,63 ef	1,28 e	1,22 e	0,00 c	0,47 b
1994/95	0 - 2,5 cm	COM	8,97 c	7,81 cd	6,13 cd	1,13 c	0,00 b
		SEM	1,53 ef	1,53 e	1,41 e	0,03 c	0,00 b
	0 - 5 cm	COM	7,41 cd	9,28 c	8,06 c	1,06 c	0,03 b
		SEM	1,06 ef	1,56 e	1,50 e	0,00 c	0,00 b
1995/96	0 - 2,5 cm	COM	0,16 f	1,72 e	1,59 e	0,09 c	0,16 b
		SEM	0,06 f	0,16 e	0,16 e	0,00 c	0,00 b
	0 - 5 cm	COM	0,56 ef	1,78 e	1,38 e	0,41 c	0,13 b
		SEM	0,06 f	0,28 e	0,28 e	0,00 c	0,03 b
1996/97	0 - 2,5 cm	COM	20,81 b	36,00 b	26,97 b	5,94 b	0,00 b
		SEM	1,97 ef	3,41 e	3,41 de	0,00 c	0,00 b
	0 - 5 cm	COM	41,13 a	50,19 a	38,75 a	9,41 a	0,00 b
		SEM	5,16 ce	1,97 e	1,97 e	0,00 c	0,00 b

PROFUN. - Profundidade.
PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **DICOT.** - Dicotiledóneas.

Quando analisamos a classe Monocotiledónea, constatamos que o impacto da perturbação do solo foi retardado, sendo claro na terceira leitura, o que leva a concluir, que as suas plantas têm uma menor velocidade de emergência, sobretudo as de *Lolium* sp. (Quadro 6.19).

Quadro 6.19 - Efeito da interacção do nível de humidade com a perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados.

NÍVEL DE HUMIDADE	PERTURBAÇÃO DO SOLO	PLpc			SLpc			TLpc
		T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.
C. campo	COM	16,50 a	0,97 b	15,53 a	13,16 a	1,67 b	11,48 b	21,11 a
	SEM	0,34 c	0,00 b	0,34 e	0,75 c	0,02 b	0,73 c	2,36 c
2/3(C. campo)	COM	16,16 a	0,41 b	15,75 a	16,53 a	0,94 b	15,63 a	21,25 a
	SEM	1,17 c	0,00 b	1,17 de	1,22 c	0,02 b	1,20 c	2,11 c
1/3(C. campo)	COM	7,52 b	0,28 b	7,23 b	13,28 a	0,61 b	12,67 b	15,66 b
	SEM	0,84 c	0,03 b	0,81 de	0,80 c	0,03 b	0,77 c	1,41 c
Solo seco	COM	7,66 b	2,45 b	5,20 bc	3,84 bc	1,86 b	1,97 c	0,00 c
	SEM	11,67 ab	7,95 a	3,72 cd	6,28 b	4,89 a	1,55 c	0,00 c

Quadro 6.19 – Continuação.

NÍVEL DE HUMIDADE	PERTURBAÇÃO DO SOLO	TLpc						
		MONOC.	DICOT.	*Lolium* sp.	CALEND.	CHENOP.	POLYG.	SPERG.
C. campo	COM	6,39 a	14,56 b	5,70 a	1,67 a	1,97 a	0,50 a	0,64 b
	SEM	0,08 d	2,28 c	0,00 d	0,06 b	0,38 b	0,14 b	0,00 b
2/3(C. campo)	COM	3,83 b	17,42 a	2,39 b	1,70 a	2,14 a	0,78 a	2,75 a
	SEM	0,09 d	2,02 c	0,02 d	0,13 b	0,83 b	0,05 b	0,00 b
1/3(C. campo)	COM	1,89 c	13,77 b	0,98 c	1,22 a	1,75 a	0,16 b	3,66 a
	SEM	0,06 d	1,34 c	0,00 d	0,03 b	0,19 b	0,08 b	0,00 b
Solo seco	COM	0,00 d	0,00 c	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
	SEM	0,00 d	0,00 c	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b

C. campo - Capacidade de campo.
PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **CALEND.** - *Calendula arvensis* L.; **CHENOP.** - *Chenopodium* sp.; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L.; **SPERG.** - *Spergularia purpurea* (Pers.) G..

Unicamente no nível em que o solo foi saturado e ficou sujeito à dessecação, a perturbação influenciou negativamente a densidade populacional, de forma significativa o número de Monocotiledóneas registado na primeira e na segunda leitura (Quadro 6.19). Relembra-se que a perturbação do solo pode ter enterrado sementes que estavam localizadas na superfície, deixando-as sob condições em que se iníbe a germinação.

Deste modo, concluímos que o primeiro humedecimento do solo seguido da sua secagem, não foi suficiente para garantir a germinação das sementes potenciais localizadas à superfície, particularmente da classe Monocotiledónea. Perante este condicionalismo, poderá assim, não ser iniciado o ciclo vegetativo de uma planta, mesmo que outras condições para o arranque do seu desenvolvimento sejam satisfeitas.

Como a perturbação do solo pode ter deixado muitas das sementes potenciais da classe Monocotiledónea que estavam à superfície em condições mais desfavoráveis para ocorrer o estado germinativo e acelerado a perda de água, a população de plantas de folha estreita emergida, após saturar o solo no início desta fase do ensaio, foi menor do que a obtida sem perturbar ou alterar a estrutura do solo (Quadro 6.19).

As diferenças significativas foram claras no ano de 1996/97 (Quadro 6.20). No entanto, em 1994/95, que foi, dos outros três, em geral, caracterizado por maiores densidades de ervas espontâneas, também se constata a influência significativa da perturbação do solo, nomeadamente na segunda e na terceira leitura e, principalmente, para teores de humidade ao nível da capacidade de campo (Quadro 6.20). Neste nível e na terceira leitura, nota-se um efeito significativo sobre o número médio de plantas de ambas as classes, ou seja, Monocotiledónea e Dicotiledónea (Quadro 6.20).

Quadro 6.20 - Efeito da interacção entre o ano, o nível de humidade e a perturbação do solo, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio.

ANOS	NÍVEL DE HUMIDADE	PERTURBAÇÃO DO SOLO	PLpc			SLpc			TLpc
			T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.
1993/94	C. campo	COM	2,88 d	0,13 c	2,75 e	4,19 f	0,13 c	4,06 fg	5,06 df
		SEM	0,13 d	0,00 c	0,13 e	0,44 f	0,06 c	0,38 g	1,69 ef
	2/3(C. campo)	COM	6,56 d	0,25 c	6,31 ce	5,94 ef	0,44 c	5,50 fg	9,50 d
		SEM	2,00 d	0,00 c	2,00 e	1,25 f	0,00 c	1,25 g	1,94 ef
	1/3(C. campo)	COM	6,69 d	0,31 c	6,38 ce	3,31 f	0,25 c	3,06 fg	3,94 df
		SEM	2,38 d	0,13 c	2,25 e	1,38 f	0,13 c	1,25 g	2,06 ef
	Solo seco	COM	1,38 d	0,00 c	1,38 e	0,00 f	0,00 c	0,00 g	0,00 f
		SEM	0,13 d	0,00 c	0,13 e	0,00 f	0,00 c	0,00 g	0,00 f
1994/95	C. campo	COM	10,38 cd	0,00 c	10,38 d	16,19 c	1,75 c	14,44 d	17,06 c
		SEM	1,25 d	0,00 c	1,25 e	1,44 f	0,00 c	1,44 g	1,50 ef
	2/3(C. campo)	COM	10,63 cd	0,19 c	10,44 bd	12,63 ce	1,13 c	11,63 de	9,50 d
		SEM	1,81 d	0,00 c	1,81 e	3,06 f	0,00 c	3,06 fg	4,00 df
	1/3(C. campo)	COM	5,31 d	0,00 c	5,31 de	8,00 df	0,13 c	7,88 ef	7,63 de
		SEM	0,44 d	0,00 c	0,44 e	0,81 f	0,00 c	0,81 g	0,69 ef
	Solo seco	COM	6,63 d	0,00 c	6,63 ce	0,00 f	0,00 c	0,00 g	0,00 f
		SEM	1,69 d	0,00 c	1,69 e	0,00 f	0,00 c	0,00 g	0,00 f
1995/96	C. campo	COM	0,38 d	0,00 c	0,38 e	2,38 f	0,63 c	1,75 fg	2,88 df
		SEM	0,00 d	0,00 c	0,00 e	0,25 f	0,00 c	0,25 g	0,31 f
	2/3(C. campo)	COM	0,31 d	0,00 c	0,31 e	1,94 f	0,06 c	1,88 fg	2,00 ef
		SEM	0,06 d	0,00 c	0,06 e	0,13 f	0,00 c	0,13 g	0,25 f
	1/3(C. campo)	COM	0,69 d	0,00 c	0,69 e	1,69 f	0,00 c	1,69 fg	2,13 ef
		SEM	0,06 d	0,00 c	0,06 e	0,25 f	0,00 c	0,25 g	0,31 f
	Solo seco	COM	0,06 d	0,00 c	0,06 e	0,00 f	0,00 c	0,00 g	0,00 f
		SEM	0,13 d	0,00 c	0,13 e	0,00 f	0,00 c	0,00 g	0,00 f
1996/97	C. campo	COM	52,38 a	3,75 bc	48,63 a	29,88 b	4,19 bc	25,69 c	59,44 a
		SEM	0,00 d	0,00 c	0,00 e	0,88 f	0,00 c	0,88 g	5,94 df
	2/3(C. campo)	COM	47,13 a	1,19 c	45,94 a	45,63 a	2,13 c	43,50 a	64,00 a
		SEM	0,81 d	0,00 c	0,81 e	0,44 f	0,06 c	0,38 g	2,25 ef
	1/3(C. campo)	COM	17,38 bc	0,81 c	16,56 b	40,13 a	2,06 c	38,06 b	48,94 b
		SEM	0,50 d	0,00 c	0,50 e	0,75 f	0,00 c	0,75 g	2,56 ef
	Solo seco	COM	22,56 b	9,81 b	12,75 bc	15,38 cd	7,44 b	7,88 ef	0,00 f
		SEM	44,75 a	31,81 a	12,94 bc	25,13 b	19,56 a	6,19 eg	0,00 f

Quadro 6.20 - Continuação.

ANOS	NÍVEL DE HUMIDADE	PERTURBAÇÃO DO SOLO	TLpc						
			MONOC.	DICOT.	AVENA	LOLIUM	CALEND.	CHENOP.	POLYG.
1993/94	C. campo	COM	0,25 e	4,81 df	0,06 c	0,06 d	0,00 d	0,00 e	1,75 b
		SEM	0,25 e	1,44 f	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,56 c
	2/3(C. campo)	COM	0,69 e	8,81 cd	0,13 c	0,13 d	0,00 d	0,00 e	2,94 a
		SEM	0,06 e	1,88 ef	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,19 c
	1/3(C. campo)	COM	0,31 e	3,63 df	0,25 c	0,06 d	0,00 d	0,00 e	0,44 c
		SEM	0,25 e	1,81 ef	0,25 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,25 c
	Solo seco	COM	0,00 e	0,00 f	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,00 c
		SEM	0,00 e	0,00 f	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,00 c
1994/95	C. campo	COM	4,63 d	12,44 c	0,00 c	3,38 c	4,38 a	6,00 a	0,06 c
		SEM	0,06 e	1,44 f	0,00 c	0,00 d	0,25 d	1,19 de	0,00 c
	2/3(C. campo)	COM	1,13 e	8,38 cd	0,00 c	0,94 d	3,63 ab	3,69 b	0,00 c
		SEM	0,31 e	3,69 df	0,00 c	0,06 d	0,50 d	3,06 bc	0,00 c
	1/3(C. campo)	COM	0,06 e	7,56 ce	0,00 c	0,06 d	3,94 ab	3,13 bc	0,00 c
		SEM	0,00 e	0,69 f	0,00 c	0,00 d	0,13 d	0,50 de	0,00 c
	Solo seco	COM	0,00 e	0,00 f	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,00 c
		SEM	0,00 e	0,00 f	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,00 c
1995/96	C. campo	COM	0,94 e	1,94 ef	0,00 c	0,94 d	0,31 d	0,63 de	0,19 c
		SEM	0,00 e	0,31 f	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,31 e	0,00 c
	2/3(C. campo)	COM	0,06 e	1,94 ef	0,00 c	0,00 d	0,13 d	1,44 ce	0,19 c
		SEM	0,00 e	0,25 f	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,25 e	0,00 c
	1/3(C. campo)	COM	0,06 e	2,06 ef	0,00 c	0,06 d	0,06 d	1,56 ce	0,19 c
		SEM	0,00 e	0,31 f	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,25 e	0,06 c
	Solo seco	COM	0,00 e	0,00 f	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,00 c
		SEM	0,00 e	0,00 f	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,00 c
1996/97	C. campo	COM	19,75 a	39,06 b	1,13 a	18,44 a	2,00 c	1,25 de	0,00 c
		SEM	0,00 e	5,94 df	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,00 c
	2/3(C. campo)	COM	13,44 b	50,56 a	0,69 b	8,50 b	3,06 bc	3,44 b	0,00 c
		SEM	0,00 e	2,25 ef	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,00 c
	1/3(C. campo)	COM	7,13 c	41,81 b	0,69 b	3,75 c	0,88 d	2,31 bd	0,00 c
		SEM	0,00 e	2,56 ef	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,00 c
	Solo seco	COM	0,00 e	0,00 f	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,00 c
		SEM	0,00 e	0,00 f	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,00 c

C. campo - Capacidade de campo.

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **AVENA** - *Avena* sp.; **LOLIUM** - *Lolium* sp.; **CALEND.** - *Calendula arvensis* L.; **CHENOP.** - *Chenopodium* sp.; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L.;.

Em suma, após a primeira fase do ensaio, a perturbação do solo permitiu o aparecimento de maiores densidades populacionais, excepto quando se deixou dessecar o solo, sendo os valores médios de diversos parâmetros observados nas três leituras (primeira, segunda e terceira) significativamente diferentes dos obtidos sem perturbar o

solo. Além disso, pode haver um acréscimo da população com o aumento da profundidade de dois centímetros e meio para cinco centímetros (Quadro 6.21), devido ao maior volume de solo perturbado possibilitar que mais sementes possam ficar sujeitas à acção de alguns factores que promovem o seu estado germinativo.

Quadro 6.21 - Efeito da interacção entre a profundidade, o nível de humidade e a perturbação do solo, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na segunda fase do ensaio, para os quatro anos analisados.

PROFUN.	NÍVEL DE HUMIDADE	PERTURBAÇÃO DO SOLO	PLpc			SLpc	TLpc	
			T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	MONOC.	CHENOP.	POLYG.
0 - 2,5 cm	C. Campo	COM	15,13 bc	0,66 b	14,47 b	1,13 b	3,06 a	0,31 bc
		SEM	0,63 e	0,00 b	0,63 ef	0,00 b	0,50 c	0,00 c
	2/3(C. campo)	COM	9,03 cd	0,38 b	8,66 c	1,13 b	2,31 a	0,19 c
		SEM	1,22 e	0,00 b	1,22 ef	0,03 a	0,59 c	0,03 c
	1/3(C. campo)	COM	7,25 de	0,16 b	7,09 c	0,69 b	0,91 bc	0,13 c
		SEM	1,19 e	0,06 b	1,13 ef	0,06 b	0,13 c	0,00 c
	Solo seco	COM	5,16 de	1,06 b	4,09 cf	1,69 b	0,00 c	0,00 c
		SEM	3,09 de	0,88 b	2,22 df	0,94 b	0,00 c	0,00 c
0 - 5 cm	C. campo	COM	17,88 ab	1,28 b	16,59 b	2,22 b	0,88 bc	0,69 b
		SEM	0,06 e	0,00 b	0,06 f	0,03 b	0,25 c	0,28 bc
	2/3(C. campo)	COM	23,28 a	0,44 b	22,84 a	0,75 b	1,97 ab	1,38 a
		SEM	1,13 e	0,00 b	1,13 ef	0,00 b	1,06 bc	0,06 c
	1/3(C. campo)	COM	7,78 de	0,41 b	7,38 c	0,53 b	2,59 a	0,19 c
		SEM	0,50 e	0,00 b	0,50 ef	0,00 b	0,25 c	0,16 c
	Solo seco	COM	10,16 cd	3,84 b	6,31 cd	2,03 b	0,00 c	0,00 c
		SEM	20,25 ab	15,03 a	5,22 ce	8,84 a	0,00 c	0,00 c

PROFUN. - Profundidade. **C. campo** - Capacidade de campo.
PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **CHENOP.** - *Chenopodium* sp.; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L..

Geralmente, pode-se então esperar um acréscimo do número de plântulas quando o solo é perturbado (Marginet *et al.*, 2000; Rahman *et al.*, 2000; Roberts, 1984), sendo, no entanto, necessário manter um teor de água adequado (Caixinhas, 1988; Froud-Williams, 2001; Grundy e Mead, 2000), podendo este, ao nível da capacidade de campo, maximizar o aparecimento da população.

Todavia, tal como já foi referido, no nível de solo seco após saturação, a perturbação pode exercer um efeito inibitório, conforme se verificou, principalmente no maior volume de solo perturbado dado pela espessura de cinco centímetros. Isto deve-se ao impacto exercido sobre as sementes que estariam localizadas mais superficialmente, ficando algumas delas, sob condições onde seria difícil promover o estado germinativo.

Ao acrescentar o ano à interacção dos restantes factores, indicada no Quadro 6.21, ficamos ainda, com diferenças significativas em diversos parâmetros usados na quantificação da densidade populacional (Anexo IV). Porém, parece já estar justificada nesta discussão a influência do ano, devido às condições precedentes associadas ao ambiente e à cultura, como também referem Ghersa *et al.* (1994), Martínez-Ghersa *et al.* (2000a; 2000b) e Shrestha *et al.* (2002), que fazem variar as reservas de sementes na camada superficial do solo.

6.1.6 REAPARECIMENTO DA FLORA APÓS O SEGUNDO CONTROLO DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS

Como foi a terceira e última fase deste ensaio, decorreu dentro da estação da Primavera e por outro lado, foi realizada depois do segundo controlo efectuado no mesmo ano agrícola às ervas espontâneas. Por isso, a população que emergiu foi pequena e a variabilidade grande, sendo constituída, essencialmente, por plantas da classe Dicotiledónea. Os registos realizaram-se em duas a três datas de leitura e utilizaram-se duas para efectuar a análise de variância. Essas duas leituras decorreram 10 a 12 e 20 a 25 dias depois de se ter iniciado esta fase e passam a ser designadas de primeira leitura e segunda leitura após o segundo controlo das plantas (PLsc e SLsc, respectivamente).

Na classe Dicotiledónea, existem algumas famílias com espécies em que as plantas emergem no fim do Inverno e início de Primavera, como são: Quenopodiáceas e Poligonáceas. Embora possam ter hábitos de crescimento de Primavera-Verão, como é o exemplo de *Chenopodium album* L. (Quenopodiácea), aparecem em sistemas agrícolas de sequeiro praticados nos solos Mediterrâneos da região Alentejo.

De facto, foi das duas famílias referidas que se formou grande parte da densidade populacional, sobretudo com plantas de *Chenopodium* sp. (*Chenopodium album* L.) e de *Polygonum aviculare* L.. No Quadro 6.22, pode-se constatar esta ocorrência, bem como a continuação do efeito significativo do ano.

6.1.6.1 IMPORTÂNCIA DO TEOR DE HUMIDADE DO SOLO

Também continua a influência significativa do teor de humidade do solo na densidade populacional, correspondendo aos níveis mais altos uma maior população (Quadro 6.23). Porém, não existem diferenças significativas entre o solo à capacidade de campo e a dois terços desse nível, excepto para o número médio de plantas da espécie *Polygonum aviculare* L.. Quanto ao *Chenopodium* sp., não há, estatisticamente, diferenças

entre os níveis da capacidade de campo, de dois terços e de um terço da água que caracteriza a capacidade de campo (Quadro 6.23), sendo possível, como refere Roberts (1984), que as sementes deste género (*Chenopodium* L.) tenham capacidade para germinarem com baixos teores de humidade. Aliás, esta parece ser uma das características de epécies espontâneas de Primavera-Verão adaptadas aos sistemas agrícolas usados tradicionalmente no Sul de Portugal.

Quadro 6.22 - Efeito do ano nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio.

PARÂMETROS		ANOS				
		1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Média
PLsc	Total de plantas	0,20 b	1,41 a	0,19 b	1,28 a	0,77
	Monocotiledóneas	0,00 b	0,30 a	0,00 b	0,00 b	0,07
	Dicotiledóneas	0,20 b	1,12 a	0,19 b	1,28 a	0,70
SLsc	Total de plantas	0,45 b	1,76 a	0,24 b	1,95 a	1,10 a
	Monocotiledóneas	0,00 b	0,38 a	0,00 b	0,09 b	0,12
	Dicotiledóneas	0,45 b	1,38 a	0,24 b	1,85 a	0,98
	Polygonum aviculare L.	0,30 a	0,00 b	0,02 b	0,00 b	0,08
	Chenopodium sp.	0,02 b	1,21 a	0,18 b	0,51 b	0,48

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas.

Quadro 6.23 - Efeito do nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio, para os quatro anos analisados.

PARÂMETROS		NÍVEL DE HUMIDADE			
		Capacidade de campo	2/3(capacidade de campo)	1/3(capacidade de campo)	Solo seco
PLsc	Total de plantas	1,75 a	1,02 ab	0,30 bc	0,02 c
	Dicotiledóneas	1,55 a	0,95 ab	0,27 bc	0,02 c
SLsc	Total de plantas	2,25 a	1,52 a	0,63 b	0,00 b
	Monocotiledóneas	0,29 a	0,14 ab	0,05 b	0,00 b
	Dicotiledóneas	1,96 a	1,38 a	0,58 b	0,00 b
	Polygonum aviculare L.	0,21 a	0,05 b	0,05 b	0,00 b
	Chenopodium sp.	0,94 a	0,56 ab	0,41 ab	0,00 b

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas.

6.1.6.2 EM FUNÇÃO DA PERTURBAÇÃO DO SOLO

Como na segunda fase do ensaio, a perturbação do solo exerceu um efeito significativo nos parâmetros da densidade populacional (Quadro 6.24 e Anexo V). De acordo com os valores do Quadro 6.24, constata-se que este impacto na estrutura da camada superficial do solo permitiu obter uma maior quantidade de plantas e as médias de praticamente todos os parâmetros são significativamente superiores às obtidas no solo sem perturbação nas duas datas de leitura indicadas nesse quadro. Roberts (1984), também verificou um acréscimo de plantas de *Chenopodium album* L. e *Polygonum aviculare* L., quando o solo foi perturbado no princípio da Primavera.

Quadro 6.24 - Efeito da perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio, para os quatro anos analisados.

PARÂMETROS		SOLO PERTURBADO	SOLO NÃO PERTURBADO
PLsc	Total de plantas	1,50 a	0,04 b
	Monocotiledóneas	0,15 a	0,00 b
	Dicotiledóneas	1,35 a	0,04 b
SLsc	Total de plantas	2,05 a	0,14 b
	Monocotiledóneas	0,23 a	0,01 b
	Dicotiledóneas	1,82 a	0,13 b
	Chenopodium sp.	0,91 a	0,05 b

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas.

Quando se perturbou o solo, pode ter existido o impacto da luz sobre algumas sementes, de maneira a promover a germinação das que tinham fotossensibilidade positiva (Caixinhas, 1980). Aliás, esta sensibilidade à luz caracteriza, segundo Bouwmeester e Karssen (1989), a espécie *Chenopodium album* L..

6.1.6.3 INTERACÇÕES ENTRE O ANO, A PROFUNDIDADE E A HUMIDADE DO SOLO

Relativamente às interacções encontramos, no Quadro 6.25, o exemplo de como a estratificação do banco de sementes, poderá influenciar a quantidade de plantas. Na primeira leitura, os valores médios dos parâmetros da densidade populacional foram significativamente superiores a partir da profundidade de zero a cinco centímetros em 1993/94 e 1996/97. Mas, no ano de 1994/95 aconteceu o inverso, sendo significativamente

superiores nos anéis com dois centímetros e meio de altura (profundidade 0 - 2,5 cm). A heterogeneidade da distribuição espacial das ervas espontâneas e das suas sementes, ajuda a explicar esta diferença na densidade de plantas, verificada em 1994/95 relativamente à dos outros anos.

Por sua vez, na segunda leitura só existem diferenças significativas em 1996/97, apresentando a profundidade de zero a cinco centímetros uma densidade populacional mais elevada, fundamentalmente de plantas Dicotiledóneas. Confirma-se, novamente, o maior potencial de sementes depositadas no solo colhido em 1996 (ano agrícola 1996/97), capazes de assegurarem a propagação das plantas.

Quadro 6.25 - Efeito da interacção do ano com a profundidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio.

ANOS	PROFUNDIDADE	PLsc		SLsc		*Polygonum aviculare* L. SLsc
		T. PLAN.	DICOT.	T. PLAN.	DICOT.	
1993/94	0 - 2,5 cm	0,08 b	0,08 c	0,22 c	0,22 c	0,13 b
	0 - 5 cm	0,31 a	0,31 c	0,67 c	0,67 bc	0,48 a
1994/95	0 - 2,5 cm	1,97 a	1,50 ab	2,17 ab	1,59 b	0,00 b
	0 - 5 cm	0,86b	0,73 bc	1,34 bc	1,16 bc	0,00 b
1995/96	0 - 2,5 cm	0,16 b	0,16 c	0,23 c	0,23 c	0,02 b
	0 - 5 cm	0,22 b	0,22 c	0,25 c	0,25 c	0,02 b
1996/97	0 - 2,5 cm	0,34 b	0,34 c	0,97 c	0,91 bc	0,00 b
	0 - 5 cm	2,22 a	2,22 a	2,92 a	2,80 a	0,00 b

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **DICOT.** - Dicotiledóneas.

No Quadro 6.26, verifica-se que não há diferenças significativas na segunda leitura entre os níveis da capacidade de campo e de dois terços desse teor de humidade, considerando mesmo, os dois anos com maior infestação (1994/95 e 1996/97). Relembra-se o que já foi referido, ou seja, que as plantas da classe Dicotiledónea observadas durante esta fase do ensaio emergiram, facilmente, com teores de humidade do solo inferiores ao da capacidade de campo, até porque dominaram as que têm hábitos de crescimento de Primavera-Verão como *Chenopodium* sp. (*Chenopodium album* L.) e outras, que se desenvolvem preferencialmente na Primavera, como *Polygonum aviculare* L.. Assim, com 66% da capacidade de campo podemos ter, por exemplo, o nascimento de plantas de *Chenopodium* sp..

Quadro 6.26 - Efeito da interacção do ano com o nível de humidade nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio.

ANOS	NÍVEL DE HUMIDADE	PLsc		SLsc		
		T. PLAN.	DICOT.	T. PLAN.	DICOT.	POLYG.
1993/94	Capacidade de campo	0,59 c	0,59 b	1,19 bc	1,19 cd	0,84 a
	2/3(Capacidade de campo)	0,16 c	0,16 b	0,38 c	0,38 cd	0,19 b
	1/3(Capacidade de campo)	0,03 c	0,03 b	0,22 c	0,22 cd	0,19 b
	Solo seco	0,00 c	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 b
1994/95	Capacidade de campo	3,53 a	2,72 a	3,84 a	2,88 ab	0,00 b
	2/3(Capacidade de campo)	1,66 bc	1,41 ab	2,19 ab	1,78 bc	0,00 b
	1/3(Capacidade de campo)	0,47 c	0,34 b	1,00 bc	0,84 cd	0,00 b
	Solo seco	0,00 c	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 b
1995/96	Capacidade de campo	0,22 c	0,22 b	0,22 c	0,22 cd	0,00 b
	2/3(Capacidade de campo)	0,06 c	0,06 b	0,25 c	0,25 cd	0,03 b
	1/3(Capacidade de campo)	0,47 c	0,47 b	0,50 bc	0,50 cd	0,03 b
	Solo seco	0,00 c	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 b
1996/97	Capacidade de campo	2,66 ab	2,66 a	3,75 a	3,56 a	0,00 b
	2/3(Capacidade de campo)	2,19 bc	2,19 a	3,25 a	3,09 ab	0,00 b
	1/3(Capacidade de campo)	0,22 c	0,22 b	0,78 bc	0,75 cd	0,00 b
	Solo seco	0,06 c	0,06 b	0,00 c	0,00 d	0,00 b

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L..

De acordo com os valores médios da interacção entre o ano e os factores profundidade e nível de humidade, apresentados no Quadro 6.27, parece que a formação de fluxos ou agregados pelas plantas espontâneas, referida por Fernández-Quintanilla (1997), Garibay *et al.* (2001) e Wallinga (1995), pode ajudar a explicar a variabilidade das densidades populacionais nos vários anos a partir das duas profundidades (0 - 2,5 cm e 0 - - 5 cm).

Assim, no ano de 1994/95, a maior densidade populacional foi verificada nos anéis com dois centímetros e meio de altura e um teor de humidade equivalente à capacidade de campo, com a dominância de *Chenopodium* sp.. Todavia, em 1996/97, foi verificado um maior número de plantas com a utilização da profundidade de zero a cinco centímetros sem, no entanto, haver diferenças significativas entre os valores médios obtidos com os teores de humidade correspondentes à capacidade de campo ou a dois terços da capacidade de campo.

Quadro 6.27 - Efeito da interacção entre o ano, a profundiade e o nível de humidade, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio.

ANOS	PROFUN.	NÍVEL DE HUMIDADE	PLsc			SLsc				
			T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	POLYG.	CHENOP.
1993/94	0 - 2,5 cm	C. campo	0,06 d	0,00 b	0,06 b	0,31 de	0,00 b	0,31 cd	0,25 b	0,00 b
		2/3(C. campo)	0,19 d	0,00 b	0,19 b	0,25 de	0,00 b	0,25 cd	0,00 b	0,00 b
		1/3(C. campo)	0,06 d	0,00 b	0,06 b	0,31 de	0,00 b	0,31 cd	0,25 b	0,06 b
		Solo seco	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 e	0,00 b	0,00 d	0,00 b	0,00 b
	0 - 5 cm	C. campo	1,13 d	0,00 b	1,13 b	2,06 de	0,00 b	2,06 cd	1,44 a	0,06 b
		2/3(C. campo)	0,13 d	0,00 b	0,13 b	0,50 de	0,00 b	0,50 cd	0,38 b	0,00 b
		1/3(C. campo)	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,13 e	0,00 b	0,13 d	0,13 b	0,00 b
		Solo seco	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 e	0,00 b	0,00 d	0,00 b	0,00 b
1994/95	0 - 2,5 cm	C. campo	6,69 a	1,63 a	5,06 a	7,19 a	1,94 a	5,25 a	0,00 b	5,19 a
		2/3(C. campo)	1,19 d	0,25 b	0,94 b	1,50 de	0,38 b	1,13 cd	0,00 b	1,00 b
		1/3(C. campo)	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 e	0,00 b	0,00 d	0,00 b	0,00 b
		Solo seco	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 e	0,00 b	0,00 d	0,00 b	0,00 b
	0 - 5 cm	C. campo	0,38 d	0,00 b	0,38 b	0,50 de	0,00 b	0,50 cd	0,00 b	0,13 b
		2/3(C. campo)	2,13 cd	0,25 b	1,88 b	2,88 cd	0,44 b	2,44 bd	0,00 b	1,81 b
		1/3(C. campo)	0,94 d	0,25 b	0,69 b	2,00 de	0,31 b	1,69 cd	0,00 b	1,56 b
		Solo seco	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 e	0,00 b	0,00 d	0,00 b	0,00 b
1995/96	0 - 2,5 cm	C. campo	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 e	0,00 b	0,00 d	0,00 b	0,00 b
		2/3(C. campo)	0,06 d	0,00 b	0,06 b	0,38 de	0,00 b	0,38 cd	0,06 b	0,25 b
		1/3(C. campo)	0,56 d	0,00 b	0,56 b	0,56 de	0,00 b	0,56 cd	0,00 b	0,50 b
		Solo seco	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 e	0,00 b	0,00 d	0,00 b	0,00 b
	0 - 5 cm	C. campo	0,44 d	0,00 b	0,44 b	0,44 de	0,00 b	0,44 cd	0,00 b	0,44 b
		2/3(C. campo)	0,06 d	0,00 b	0,06 b	0,13 e	0,00 b	0,13 d	0,00 b	0,00 b
		1/3(C. campo)	0,38 d	0,00 b	0,38 b	0,44 de	0,00 b	0,44 cd	0,06 b	0,25 b
		Solo seco	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 e	0,00 b	0,00 d	0,00 b	0,00 b
1996/97	0 - 2,5 cm	C. campo	1,25 d	0,00 b	1,25 b	2,69 ce	0,00 b	2,69 bc	0,00 b	0,56 b
		2/3(C. campo)	0,00 d	0,00 b	0,00 b	1,00 de	0,25 b	0,75 cd	0,00 b	0,44 b
		1/3(C. campo)	0,13 d	0,00 b	0,13 b	0,19 e	0,00 b	0,19 cd	0,00 b	0,06 b
		Solo seco	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 e	0,00 b	0,00 d	0,00 b	0,00 b
	0 - 5 cm	C. campo	4,06 bc	0,00 b	4,06 a	4,81 bc	0,38 b	4,44 ab	0,00 b	1,13 b
		2/3(C. campo)	4,38 b	0,00 b	4,38 a	5,50 ab	0,06 b	5,44 a	0,00 b	1,00 b
		1/3(C. campo)	0,31 d	0,00 b	0,31 b	1,38 ae	0,06 b	1,31 cd	0,00 b	0,88 b
		Solo seco	0,13 d	0,00 b	0,13 b	0,00 e	0,00 b	0,00 d	0,00 b	0,00 b

PROFUN. - Profundidade. **C. campo** - Capacidade de campo.

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - - Dicotiledóneas; **CHENOP.** - *Chenopodium* sp.; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L..

6.1.6.4 INTERACÇÕES ENTRE O ANO, A PROFUNDIDADE, A HUMIDADE E A PERTURBAÇÃO DO SOLO

Embora a perturbação do solo tivesse, em geral, tal como menciona Jensen (1995), um efeito positivo na densidade populacional, a sua acção apenas foi significativa nos anos de maior potencial, ou seja, em 1994/95 e 1996/97, com a dominância de plantas Dicotiledóneas, que caracterizou esta fase do ensaio (Quadro 6.28).

Quadro 6.28 - Efeito da interacção do ano com a perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio.

ANOS	PERTURBAÇÃO DO SOLO	PLsc			SLsc			
		T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	CHENOP.
1993/94	COM	0,34 b	0,00 b	0,34 b	0,69 b	0,00 b	0,69 b	0,03 b
	SEM	0,05 b	0,00 b	0,05 b	0,20 b	0,00 b	0,20 b	0,00 b
1994/95	COM	2,83 a	0,59 a	2,23 a	3,41 a	0,73 a	2,67 a	2,34 a
	SEM	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,11 b	0,03 b	0,08 b	0,08 b
1995/96	COM	0,27 b	0,00 b	0,27 b	0,39 b	0,00 b	0,39 b	0,30 b
	SEM	0,11 b	0,00 b	0,11 b	0,09 b	0,00 b	0,09 b	0,06 b
1996/97	COM	2,56 a	0,00 b	2,56 a	3,73 a	0,19 b	3,55 a	0,97 b
	SEM	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,16 b	0,00 b	0,16 b	0,05 b

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - - Dicotiledóneas; **CHENOP.** - *Chenopodium* sp..

Os valores médios da quantidade de plantas registadas com a utilização de dois centímetros e meio superficiais de solo perturbado em 1994/95, são estatisticamente iguais aos obtidos a partir da profundidade de zero a cinco centímetros em 1996/97. Nos outros dois anos (1993/94 e 1995/96), que foram caracterizados por baixas densidades populacionais, não existem diferenças significativas (Quadro 6.29). Mais uma vez se nota o impacto do ano, devido ao potencial do local onde foi colhida a amostra de solo, sendo este, o reservatório das sementes responsáveis pela propagação das plantas.

Nesta fase do ensaio, a perturbação do solo influenciou significativamente o número de plantas quando os teores de humidade correspondiam a dois terços da capacidade de campo e à capacidade de campo (Quadro 6.30). Nos níveis de solo saturado a seguir dessecado e um terço da capacidade de campo, não se verificaram diferenças significativas. Deste modo, a perturbação do solo permitiu aumentar o nascimento de plantas da classe Dicotiledónea nos níveis de humidade maiores ou iguais a dois terços da capacidade de campo, o que, no entanto, só se chegou a observar de uma forma significativa nos dois anos de maior densidade populacional, ou seja, em 1994/95 e 1996/97 (Quadro 6.31).

Quadro 6.29 - Efeito da interacção entre o ano, a profundidade e a perturbação do solo, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio.

ANOS	PROFUNDIDADE	PERTURBAÇÃO DO SOLO	PLsc		SLsc	
			T. PLAN.	DICOT.	T. PLAN.	DICOT.
1993/94	0 - 2,5 cm	COM	0,16 b	0,16 c	0,38 d	0,38 d
		SEM	0,00 b	0,00 c	0,06 d	0,06 d
	0 - 5 cm	COM	0,53 b	0,53 c	1,00 d	1,00 cd
		SEM	0,09 b	0,09 c	0,34 d	0,34 d
1994/95	0 - 2,5 cm	COM	3,94 a	3,00 b	4,16 ab	3,03 b
		SEM	0,00 b	0,00 c	0,19 d	0,16 d
	0 - 5 cm	COM	1,72 b	1,47 c	2,66 bc	2,31 bc
		SEM	0,00 b	0,00 c	0,03 d	0,00 d
1995/96	0 - 2,5 cm	COM	0,13 b	0,13 c	0,31 d	0,31 d
		SEM	0,19 b	0,19 c	0,16 d	0,16 d
	0 - 5 cm	COM	0,41 b	0,41 c	0,47 d	0,47 d
		SEM	0,03 b	0,03 c	0,03 d	0,03 d
1996/97	0 - 2,5 cm	COM	0,69 b	0,69 c	1,78 cd	1,66 bd
		SEM	0,00 b	0,00 c	0,16 d	0,16 d
	0 - 5 cm	COM	4,44 a	4,44 a	5,69 a	5,44 a
		SEM	0,00 b	0,00 c	0,16 d	0,16 d

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **DICOT.** - Dicotiledóneas.

Quadro 6.30 - Efeito da interacção do nível de humidade com a perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio, para os quatro anos analisados.

NÍVEL DE HUMIDADE	PERTURBAÇÃO DO SOLO	PLsc		SLsc	
		T. PLAN.	DICOT.	T. PLAN.	DICOT.
Capacidade de campo	COM	3,45 a	3,05 a	4,09 a	3,53 a
	SEM	0,05 c	0,05 c	0,41 c	0,39 b
2/3(Capacidade de campo)	COM	2,02 b	1,89 b	2,98 b	2,72 a
	SEM	0,02 c	0,02 c	0,05 c	0,03 b
1/3(Capacidade de campo)	COM	0,50 c	0,44 c	1,14 c	1,05 b
	SEM	0,09 c	0,09 c	0,11 c	0,11 b
Solo seco	COM	0,03 c	0,03 c	0,00 c	0,00 b
	SEM	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 b

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **DICOT.** - Dicotiledóneas.

Quadro 6.31 - Efeito da interacção entre o ano, o nível de humidade e a perturbação do solo, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio.

ANOS	NÍVEL DE HUMIDADE	PERTURBAÇÃO DO SOLO	PLsc		SLsc
			T. PLAN.	DICOTILEDÓNEAS	T. PLAN.
1993/94	Capacidade de campo	COM	1,00 c	1,00 cd	1,69 c
		SEM	0,19 c	0,19 d	0,69 c
	2/3(Capacidade de campo)	COM	0,31 c	0,31 d	0,75 c
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,00 c
	1/3(Capacidade de campo)	COM	0,06 c	0,06 d	0,31 c
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,13 c
	Solo seco	COM	0,00 c	0,00 d	0,00 c
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,00 c
1994/95	Capacidade de campo	COM	7,06 a	5,44 a	7,31 a
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,38 c
	2/3(Capacidade de campo)	COM	3,31 b	2,81 bc	4,31 b
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,06 c
	1/3(Capacidade de campo)	COM	0,94 c	0,69 d	2,00 c
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,00 c
	Solo seco	COM	0,00 c	0,00 d	0,00 c
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,00 c
1995/96	Capacidade de campo	COM	0,44 c	0,44 d	0,44 c
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,00 c
	2/3(Capacidade de campo)	COM	0,06 c	0,06 d	0,44 c
		SEM	0,06 c	0,06 d	0,06 c
	1/3(Capacidade de campo)	COM	0,56 c	0,56 d	0,69 c
		SEM	0,38 c	0,38 d	0,31 c
	Solo seco	COM	0,00 c	0,00 d	0,00 c
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,00 c
1996/97	Capacidade de campo	COM	5,31 ab	5,31 a	6,94 a
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,56 c
	2/3(Capacidade de campo)	COM	4,38 b	4,38 ab	6,44 ab
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,06 c
	1/3(Capacidade de campo)	COM	0,44 c	0,44 d	1,56 c
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,00 c
	Solo seco	COM	0,13 c	0,13 d	0,00 c
		SEM	0,00 c	0,00 d	0,00 c

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas.

Apesar da interacção entre a profundidade, o nível de humidade e a perturbação do solo, só ser significativa para o número total de ervas espontâneas registado na segunda leitura (Anexo V), podemos verificar no Quadro 6.32, que ao manter um teor de água no solo equivalente à capacidade de campo, não existem diferenças significativas entre as

médias referentes às densidades populacionais obtidas quando se perturbaram quer os dois centímetros e meio quer os cinco centímetros superficiais do solo. Conforme foi mencionado anteriormente, o potencial de ervas espontâneas apresenta grande variabilidade no espaço físico e temporal, em função dos precedentes de cada local, dos quais dependem as reservas e a distribuição das sementes existentes no solo.

Quadro 6.32 - Efeito da interacção entre a profundidade, o nível de humidade e a perturbação do solo, nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas por anel) na terceira fase do ensaio, para os quatro anos analisados.

PROFUNDIDADE	NÍVEL DE HUMIDADE	PERTURBAÇÃO DO SOLO	SLsc TOTAL DE PLANTAS
0 - 2,5 cm	Capacidade de campo	COM	4,72 a
		SEM	0,38 bc
	2/3(Capacidade de campo)	COM	1,53 bc
		SEM	0,03 c
	1/3(Capacidade de campo)	COM	0,38 bc
		SEM	0,16 c
	Solo seco	COM	0,00 c
		SEM	0,00 c
0 - 5 cm	Capacidade de campo	COM	3,47 a
		SEM	0,44 bc
	2/3(Capacidade de campo)	COM	4,44 a
		SEM	0,06 c
	1/3(Capacidade de campo)	COM	1,91 b
		SEM	0,06 c
	Solo seco	COM	0,00 c
		SEM	0,00 c

SLsc - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas.

Porém, a grande proporção capaz de determinar a população, distribui-se nos primeiros centímetros da camada superficial do solo. Por esta razão, os primeiros dois a três centímetros de espessura do solo podem ser fundamentais, para atingir o potencial máximo de infestação num campo cultivado, onde não seja efectuado o trabalho de reviramento do solo.

Depois da análise e discussão realizada sobre as verificações efectuadas durante esta fase, será importante sintetizar os aspectos mais relevantes. Nestes, continuamos a ter o efeito significativo do ano relativamente à densidade populacional registada nos quatro anos, que foi essencialmente constituída por plantas da classe Dicotiledónea, dominando as de *Chenopodium* sp.. Além destas, observaram-se as da espécie *Polygonum aviculare* L.,

que podem aparecer desde o Inverno até a Primavera, por isso, apresenta-se nas nossas condições como facultativa.

Outra característica destas plantas Dicotiledóneas, pertencentes aos géneros *Chenopodium* L. e *Polygonum* L., é não exigirem muita humidade para a sua emergência, podendo o aparecimento da sua população potencial ser atingido com teores de água inferiores à capacidade de campo e temperaturas amenas (médias diárias superiores a 15 ºC). Conforme foi analisado, não houve diferenças significativas na densidade populacional, a partir de níveis de humidade maiores ou iguais aos que caracterizam 66% da capacidade de campo.

Por sua vez, a perturbação do solo, simulando o trabalho realizado por um escarificador, permitiu aumentar significativamente o número de plantas emergidas e o seu efeito face ao acréscimo da profundidade de dois centímetros e meio para cinco centímetros, parece depender da localização das sementes no perfil do solo. Condicionada por esta distribuição, a influência da perturbação do solo pode ser igualmente significativa, desde que o solo mantenha teores de humidade iguais ou superiores a 66% da capacidade de campo, sobretudo em espécies facultativas ou restritas de Primavera da classe Dicotiledónea.

6.1.7 CONSIDERAÇÕES E REFLEXÕES FINAIS

Sabendo da importância da emergência das plântulas para o estabelecimento das populações (Akobundu,1997; Allen e Meyer,1998) e da influência que exercem os factores temperatura (Caixinhas, 1988; Forcella *et al.*, 2000; Froud-Williams, 2001; Grundy e Mead, 2000) e humidade (Caixinhas, 1988; Froud-Williams, 2001; Grundy e Mead, 2000; Marginet *et al.*, 2000; Roberts, 1984; Spitters, 1989), verificaram-se, a partir das observações realizadas, alguns aspectos bioagronómicos indicados a seguir.

Heterogeneidade e variabilidade anual, no estabelecimento das ervas espontâneas.

A maximização da densidade populacional da flora espontânea de Outono-Inverno foi alcançada com um teor de humidade do solo próximo do que caracteriza a capacidade de campo, sendo este nível, particularmente importante para a classe Monocotiledónea.

Dependendo das condições precedentes, principalmente o ambiente e a cultura do ano anterior, os primeiros dois a três centímetros superficiais do solo não perturbado podem garantir o potencial da densidade populacional da flora espontânea. Todavia, o acréscimo desta profundidade para os cinco centímetros superficiais pode, eventualmente, ser necessário para atingir este potencial, particularmente, para as plantas da classe Dicotiledónea.

Mantendo nos primeiros cinco centímetros do solo um teor de humidade próximo da capacidade de campo, estabeleceu-se um modelo, em que foram necessários 446 °C para obter 80% da densidade de plantas de Outono-Inverno relativa ao potencial verificado, ou seja, um período de aproximadamente um mês no Outono. No entanto, esta percentagem resultou de um valor mais alto na classe Dicotiledónea e um mais baixo na Monocotiledónea, apresentando a primeira maior velocidade de emergência das suas plântulas.

Simulando uma chuvada seguida de um período seco, verificou-se uma capacidade de sobrevivência das plântulas espontâneas superior a vinte dias.

Após controlar a flora espontânea, com e sem perturbação do solo, constata-se a influência significativa da água do solo no reaparecimento das ervas espontâneas. Inicialmente, houve maior densidade no solo que tinha sido sujeito anteriormente à saturação seguida da dessecação. Mas, na leitura efectuada ao fim de aproximadamente um mês e meio (terceira leitura), obtiveram-se densidades significativamente maiores com um teor de água de aproximadamente 66% (dois terços) da capacidade campo ou com mais ou menos 100% dessa capacidade, sendo este nível, fundamental para a classe Monocotiledónea.

Efeito significativo da perturbação do solo no reaparecimento das ervas espontâneas a partir do solo que tinha estado humedecido durante várias semanas (dois a três meses). Este impacto positivo, permitiu obter maiores densidades populacionais, com o teor de humidade correspondente à capacidade de campo e na profundidade de cinco centímetros, devido às plantas da classse Dicotiledónea.

Quando foi perturbado o solo, que tinha sido submetido à saturação seguida de dessecação, ocorreu um decréscimo da densidade populacional relativamente à não perturbação do solo, provavelmente, por causa do enterramento de sementes (origem da população potencial) localizadas na camada superficial.

Depois de efectuar outro controlo das plantas (segundo controlo), perturbando ou não o solo, decorreu um período de observações já na Primavera, que permitiu constatar a dominância das plantas com crescimento, essencialmente, nesta estação, como *Chenopodium* sp. (*Chenopodium album* L.) e *Polygonum aviculare* L..

Com a presença destas espécies das famílias Quenopodiáceas e Poligonáceas, não existiram diferenças significativas das densidades populacionais referentes aos níveis de humidade de 66% (dois terços) da capacidade campo e da capacidade de campo.

Continuou a existir, após este controlo das plantas, o efeito significativo da perturbação do solo no reaparecimento das plântulas, permitindo a sua realização, aumentar a quantidade de ervas.

Devido às plantas dominantes terem crescimento preferencialmente na Primavera e emergirem facilmente com teores de humidade correspondentes a dois terços da

capacidade de campo, a perturbação do solo possibilitou um acréscimo da densidade populacional a partir deste nível de humidade.

6.2 EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS ESPONTÂNEAS EM AMBIENTE NATURAL

Com esta experimentação efectuada em ambiente natural desde 1996/97 a 1999/00, pretendia-se verificar, qual era a resposta da emergência de plântulas espontâneas aos condicionalismos ambientais, nomeadamente aos de origem climática, como a precipitação e a temperatura (Grundy e Mead, 2000). Estes são os principais catalisadores do estado vegetativo referido, sobretudo a precipitação, porque influencia o teor de humidade do solo e, tem assim, uma acção relevante no aparecimento da flora espontânea (Caixinhas, 1988; Marginet *et al.*, 2000; Roberts, 1984; Spitters, 1989), principalmente, durante o Outono sob condições mediterrânicas.

A partir das relações entre estas variáveis (precipitação, teor de humidade do solo e densidade de plantas), obtiveram-se modelos, os quais, possibilitarão sob determinadas condições (Forcella *et al.*, 2000; Marginet *et al.*, 2000), prever a existência de uma maior ou menor densidade populacional em determinado período do Outono.

6.2.1 VARIAÇÃO COM A PRECIPITAÇÃO ACUMULADA

Como a precipitação é determinante para o aparecimento da flora espontânea de Outono-Inverno, procurou-se verificar, a influência da precipitação acumulada, desde o início de cada um dos quatro anos agrícolas (Setembro) do ensaio até à data de sementeira do trigo mole (Quadro 5.11, pág. 140 e Anexo VI), na emergência de jovens plantas. A relação foi estabelecida, quer com o valor médio do total de plantas observadas por metro quadrado, quer com a proporção da população, calculada para cada ano relativamente ao número médio mais elevado verificado nas diversas datas de leitura, representando assim, o potencial máximo registado no Outono até à data de sementeira do trigo.

De acordo com a Fig. 6.11, referente a duas curvas gráficas resultantes de equações quadráticas (a) e (b), concluímos que o potencial máximo correspondeu a uma precipitação acumulada superior a 100 mm, e com este valor, registou-se aproximadamente 90% da densidade populacional máxima. A partir deste limiar, a curva indicativa do número de plantas por metro quadrado tende a ser assimptótica ao eixo das abcissas. Aliás, pode até ocorrer um decréscimo da população, devido à mortalidade que caracteriza os primeiros estados de qualquer espécie vegetal (Allen e Meyer, 1998), com origem nas condições

desfavoráveis do meio e onde se inclui a própria interferência de outras plantas (Bridges, 1995).

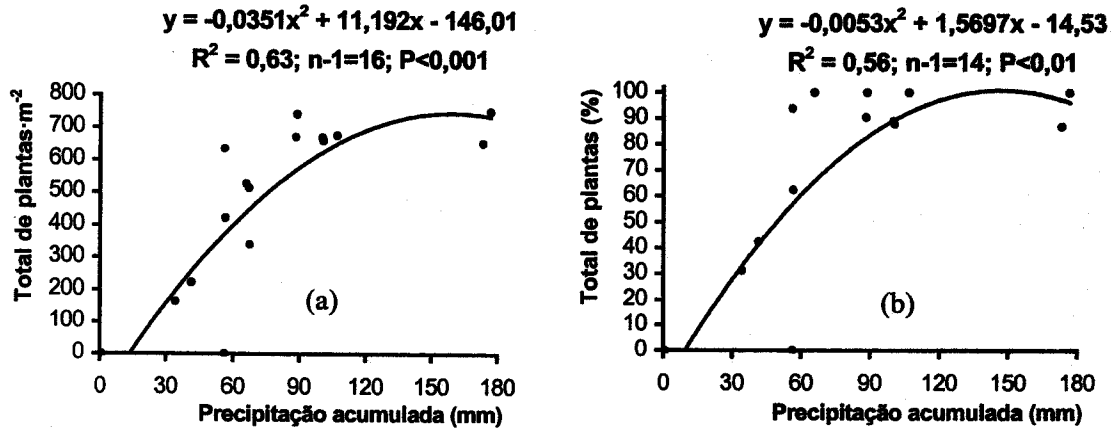


Fig. 6.11 - Relação da precipitação acumulada com o total de plantas (a) e com o número de plantas relativo ao potencial verificado (b) (valores médios de quatro anos).

Esta tendência da variação do total de plantas em função da precipitação acumulada (Roberts, 1984; Spitters, 1989), expressa através de equações quadráticas, é também verificada com os números de jovens plantas das classes Monocotiledónea e Dicotiledónea relativos aos potenciais verificados (Fig. 6.12 (a) e (b)). Com base na Fig. 6.12, as densidades máximas de plantas Monocotiledóneas (a) e Dicotiledóneas (b) também tendem a ser verificadas a partir de uma precipitação de 100 mm e não há diferenças relativas entre elas para atingirem o máximo.

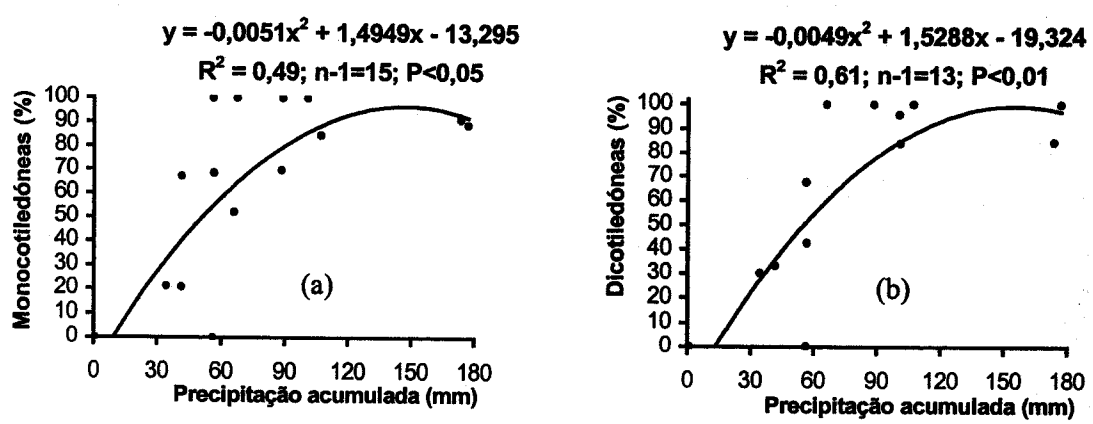


Fig. 6.12 - Relação da precipitação acumulada com os números de plantas Monocotiledóneas (a) e Dicotiledóneas (b) relativos aos potenciais verificados (valores médios de quatro anos).

Assim, em ambas as classes há um acréscimo da densidade populacional, até um determinado limite, com o aumento da precipitação (Fig. 6.12). A partir do intervalo de 90

a 120 mm de precipitação, diminui a variação das populações e mantém-se a já referida tendência assimptótica.

Conhecendo estes limiares de precipitação, poder-se-á verificar, a partir dos valores verificados durante vários anos, qual é a probabilidade da sua ocorrência ao nível dos decêndios dos meses de Outono (Setembro a Dezembro).

Com base no Quadro 6.33, referente aos registos efectuados num período de dez anos (1994 a 2003) na estação meteorológica de Reguengos do Instituto de Ciências Agrárias e Mediterrânicas (ICAM) sob a responsabilidade do Centro de Geofísica de Évora, instalada na herdade da Revelheira, demonstra-se que em 60% dos anos, no fim de Outubro há uma acumulação de precipitação superior a 100 mm. O somatório desta quantidade, verifica-se no fim do 2º decêndio de Novembro em 80% dos anos.

Quadro 6.33 - Probabilidade da precipitação acumulada nos decêndios dos meses de Outono ser superior a 100 mm.

MÊS	DECÊNDIO	PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (mm)										P>100 mm
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	(%)
SETEMBRO	1º	0,0	18,9	27,6	0,0	1,0	0,2	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0
	2º	0,0	18,9	56,0	40,4	7,2	62,2	2,0	39,2	94,7	0,0	0,0
	3º	3,0	19,3	56,2	48,8	34,4	89,0	10,9	92,5	102,3	31,1	10,0
OUTUBRO	1º	37,1	19,5	56,2	56,4	41,6	89,0	11,1	145,0	121,7	52,9	20,0
	2º	49,6	23,9	100,2	89,3	41,6	158,1	46,7	212,6	123,5	93,3	40,0
	3º	61,1	27,9	100,8	107,1	42,2	220,7	49,3	224,5	124,7	185,2	60,0
NOVEMBRO	1º	97,9	44,0	101,4	286,1	65,9	222,9	69,8	260,9	125,5		60,0
	2º	101,9	133,7	176,9	333,7	67,5	223,3	83,9	269,4	130,5		80,0
	3º	107,5	155,5	183,8	389,6	68,1	234,4	144,0	274,0	130,9		90,0
DEZEMBRO	1º	139,1	202,2	193,5	394,2	68,1	239,8	261,5	277,2	146,5		90,0
	2º	140,9	241,2	338,0	462,9	69,7	252,9	274,4	298,4	193,7		90,0
	3º	148,1	336,6	412,6	523,7	131,9	262,7	434,7	319,8	219,5		100,0

P – probabilidade.

Portanto, a probabilidade de obter a infestação potencial antes de semear o trigo de Outono-Inverno, poder-se-á verificar a um nível de 60% dentro de uma época adequada à sementeira desta cultura nas condições mediterrânicas, com mais 20% ainda num período que parece bastante viável, como é o segundo decêndio de Novembro. Restam 20%, em que este valor de 100 mm já foi registado em datas mais limitativas, sendo 10% ainda no terceiro decêndio de Novembro, e os outros 10% corresponderam a um ano nesta série de dez, em que os 100 mm só foram obtidos no terceiro decêndio de Dezembro.

Desta maneira, a probabilidade de aparecer a população potencial de infestantes antes de realizar a sementeira do trigo de Outono-Inverno é alta. O período de espera por essa infestação, parece comprometer a data de sementeira desta cultura em 20% dos anos (dois em dez) e, sobretudo em 10%, de forma clara e mais acentuada sob as nossas condições mediterrânicas.

6.2.2 INFLUÊNCIA DO TEOR DE HUMIDADE DO SOLO

A variação do teor de humidade da camada superficial do solo em função da precipitação é apresentada na Fig. 6.13. As relações logarítmicas entre a quantidade de precipitação e os valores médios da humidade volúmica do solo (%) nos primeiros cinco (Fig. 6.13 (a)) e dez centímetros (Fig. 6.13 (b)), verificada com o TDR, permitem-nos constatar, que foram necessários mais de 60 mm desde o início dos quatro anos agrícolas em que se realizou o estudo (Setembro de 1996/97, 1997/98, 1998/99 e 1999/2000), para que os teores da humidade em percentagem se aproximassem dos que caracterizam a capacidade de campo dos solos Pm e Vm onde decorreu o ensaio (Quadro 5.6; pág. 131 e Fig. 5.3; pág. 132).

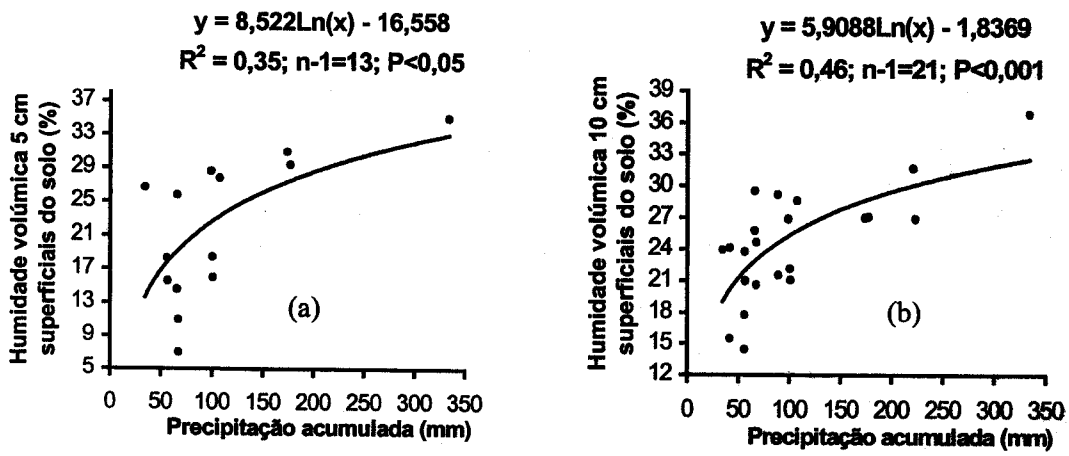


Fig. 6.13 - Relação entre a precipitação acumulada e a humidade volúmica nos 5 cm (a) e nos 10 cm (b) superficiais do solo (valores médios de quatro anos).

Por sua vez, os valores do teor de humidade do solo a tenderem para os da capacidade de campo, estão relacionados com o potencial máximo de plantas, quer seja quantificado através da densidade de população ou da sua proporção, calculada relativamente aos valores médios mais altos verificados durante o período de observações (Outono) em cada um dos quatro anos (Figs. 6.14 e 6.15). Daqui se constata, tal como referem Caixinhas (1988), Froud-Williams (2001) e Grundy e Mead (2000), que a água útil do solo é fundamental para o aparecimento da flora espontânea.

Essa resposta do aparecimento das ervas espontâneas em função do teor de humidade do solo é obtida por equações quadráticas, que permitem descrevê-la graficamente na Fig. 6.14, tanto para os valores médios do total de plantas (a) como para a sua proporção (b), e na Fig. 6.15, para as proporções de plantas das classes Monocotiledónea (a) e Dicotiledónea (b). Qualquer das situações, reflecte a importância da camada superficial do solo ter chegado à capacidade de campo, para que tivesse ocorrido o

potencial máximo da densidade populacional, conforme foi verificado no ensaio que decorreu em ambiente condicionado e já analisado no subcapítulo 6.1.

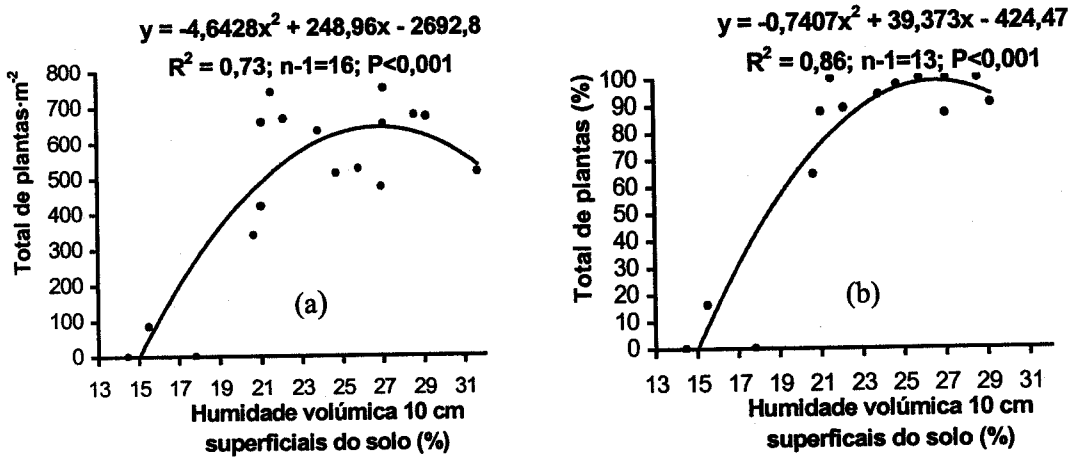


Fig. 6.14 - Relação da humidade volúmica nos 10 cm superficiais do solo com o total de plantas·m^{-2} (a) e com o número de plantas relativo ao potencial verificado (b) (valores médios de quatro anos).

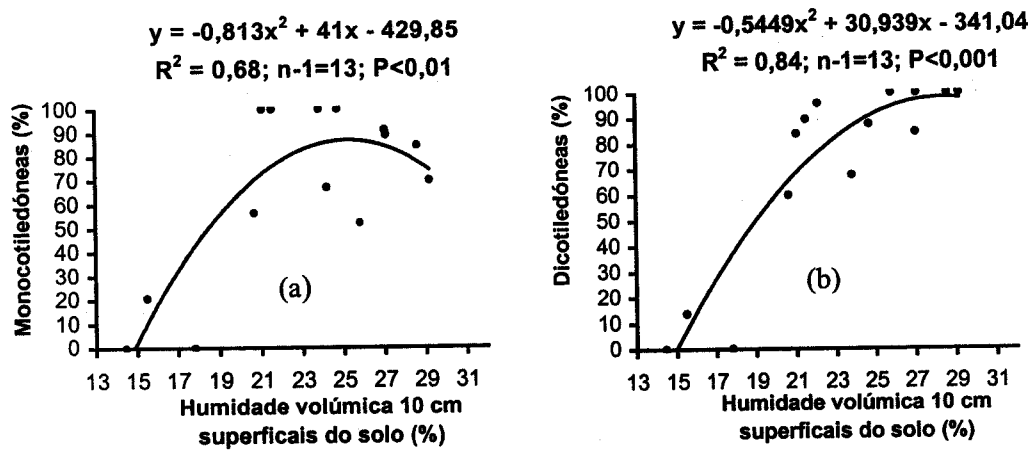


Fig. 6.15 - Relação da humidade volúmica nos 10 cm superficiais do solo com os números de plantas Monocotiledóneas (a) e Dicotiledóneas (b) relativos aos potenciais verificados (valores médios de quatro anos).

Por vezes, os valores de humidade mais elevados podem agravar as condições de sobrevivência das plantas, sobretudo das que são jovens, causando essas condições adversas alguma mortalidade e uma diminuição da densidade populacional (Akobundu, 1997; Allen e Meyer, 1998), devido também à própria interferência de algumas plantas mais adaptadas e com maior desenvolvimento. Justificam-se, assim, os valores obtidos nas equações quadráticas, principalmente, para teores de água similares aos do solo saturado (pF zero na Fig. 5.3; pág. 132).

6.2.3 EM FUNÇÃO DO TEOR DE HUMIDADE DO SOLO E DAS CONDIÇÕES TÉRMICAS

Além da precipitação, a temperatura tem igualmente uma acção importante na emergência de plântulas da flora espontânea (Caixinhas, 1988; Forcella *et al.*, 2000; Froud-Williams, 2001) e no próprio teor de humidade da camada superficial do solo. Através dos valores observados, existe, de facto, uma dependência da proporção da densidade populacional relativamente à temperatura, à humidade do solo e ao número de dias desde o início das verificações, que foi condicionado em cada ano agrícola pelas primeiras chuvas. Por isso, é função destas variáveis nas seguintes equações múltiplas:

Tp (%) = -281,486 + 4,939h + 10,783t + 2,445d;
R^2 = 0,77; $F_{[3,13]}$=14,347; P<0,001;
Tp - Proporção do total de plantas (%);
h - Humidade volúmica do solo nos primeiros 10 cm (%); 14,5% ≤ h ≤ 29,2%; P<0,01;
t - Temperatura média do ar (°C); 13,1 °C ≤ t ≤ 22,2 °C; P<0,01;
d - Número de dias desde o início das observações; 0 ≤ d ≤ 50; P<0,01.

M (%) = -182,652 + 3,551h + 7,224t + 1,824d;
R^2 = 0,46; $F_{[3,13]}$=3,621; P<0,05;
M - Proporção de plantas da classe Monocotiledónea (%);
h - Humidade volúmica do solo nos primeiros 10 cm (%); 14,5% ≤ h ≤ 29,2%; P<0,1;
t - Temperatura média do ar (°C); 13,1 °C ≤ t ≤ 22,2 °C; P<0,15;
d - Número de dias desde o início das observações; 0 ≤ d ≤ 50; P<0,05.

D (%) = -263,659 + 5,098h + 9,424t + 2,327d;
R^2 = 0,80; $F_{[3,13]}$=17,502; P<0,001;
D - Proporção de plantas da classe Dicotiledónea (%);
h - Humidade volúmica do solo nos primeiros 10 cm (%); 14,5% ≤ h ≤ 29,2%; P<0,01;
t - Temperatura média do ar (°C); 13,1 °C ≤ t ≤ 22,2 °C; P<0,01;
d - Número de dias desde o início das observações; 0 ≤ d ≤ 50; P<0,001.

De acordo com estes modelos, quer o teor de humidade do solo, quer a temperatura média do ar e o consequente número de dias, são determinantes na obtenção da população potencial. Contudo, a relação ajusta-se melhor à quantificação da flora constituída essencialmente por plantas da classe Dicotiledónea, sendo o coeficiente de determinação da equação múltipla superior ao que caracteriza o modelo das Monocotiledóneas.

Quanto à temperatura média do ar registada nos diversos períodos de observação, onde foram efectuadas as leituras da quantidade de plantas, a sua variação entre determinado intervalo de valores, neste caso, 13,1 a 22,2 °C (tendência para diminuir com o avanço do tempo), promoveu o aparecimento da flora espontânea. Considerando o limite

inferior e superior, estamos perante temperaturas amenas, que parecem favoráveis à germinação das sementes (Bradbeer, 1988),.

Todavia, a interacção da temperatura com a humidade do solo (Caixinhas, 1988; Forcella *et al.*, 2000; Froud-Williams, 2001; Grundy e Mead, 2000), principalmente, valores mais altos da primeira dentro do intervalo atrás indicado, com maior humidade do solo, beneficiou a emergência das plântulas. Além disso, a manutenção da temperatura média entre os referidos valores (condições amenas), associada à humidade do solo a tender para a capacidade de campo, permite que o aparecimento da população potencial seja mais rápido, havendo assim, conforme refere Spitters (1989), necessidade de um menor espaço temporal para uma determinada percentagem de germinação.

Relativamente ao número de dias e de acordo com as observações realizadas durante os quatro anos (1996 a 1999), houve necessidade de mais ou menos 35 dias desde a ocorrência das primeiras chuvas outonais (início das verificações), para obter a densidade populacional máxima (Fig. 6.16).

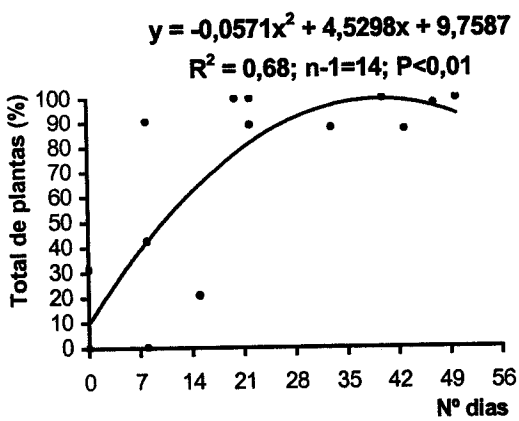


Fig. 6.16 - Relação entre o número de dias e o número de plantas relativo ao potencial verificado (valores médios de quatro anos).

Porém, no modelo encontrado para as Monocotiledóneas, há uma menor proporção da densidade populacional relativamente ao das Dicotiledóneas no espaço temporal de 15 a 30 dias (Fig. 6.17 (a) e (b)). Por isso, uma percentagem alta de emergência é obtida mais rapidamente nas plantas da classe Dicotiledónea, ou seja, apresentam maior velocidade de emergência, o que também tinha sido verificado no ensaio instalado em ambiente condicionado.

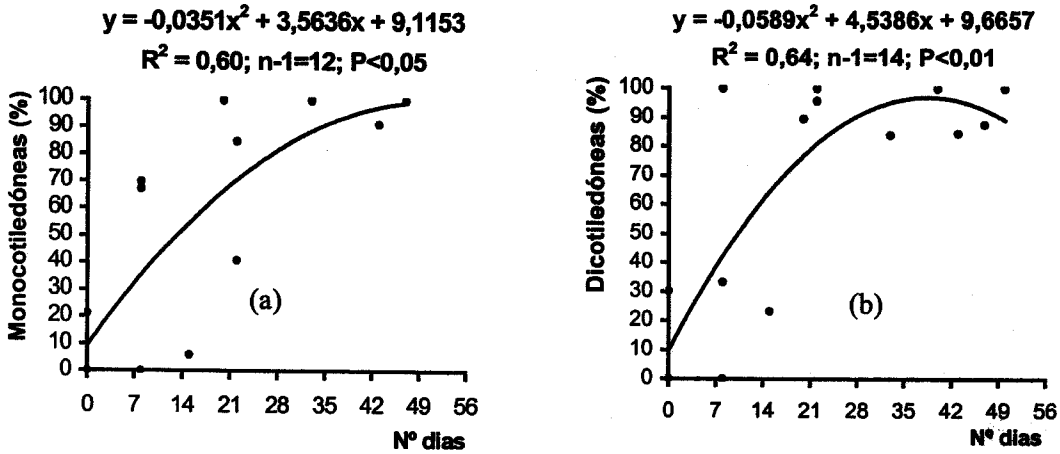


Fig. 6.17 - Relação do número de dias com os números de plantas Monocotiledóneas (a) e Dicotiledóneas (b) relativos aos potenciais verificados (valores médios de quatro anos).

6.2.4 PLANTAS DOMINANTES

Como um dos géneros dominantes foi o *Lolium* L. (Quadro 6.34), particularmente a espécie *Lolium rigidum* Gaud., que Cousens (1996) caracteriza de emergência lenta, poder--se-ão deste modo, explicar os resultados obtidos através dos dois modelos anteriores (Fig. 6.17 (a) e (b)).

Na família das Gramíneas, notou-se ainda *Phalaris* L. (Quadro 6.34), como um dos géneros prevalecentes e que tem vindo a aumentar de importância nos sistemas agrícolas de sequeiro praticados no Sul de Portugal (Moreira, 1980).

Enquanto nas Dicotiledóneas, destacamos: *Chamaemelum* sp.; *Echium plantagineum* L.; *Raphanus raphanistrum* L.; *Calendula arvensis* L.; *Diplotaxis catholica* (L.) DC. (Quadro 6.34), porque apresentam plantas com grande capacidade de ocupação do espaço físico e, por isso, forte competitividade com a restante flora.

6.2.5 RESTABELECIMENTO DA FLORA APÓS O PRIMEIRO CONTROLO DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS

Após o primeiro período de observações, decorreu uma segunda fase da experimentação a partir da data de sementeira do trigo mole e, cujo principal objectivo era verificar a influência de se realizar ou não a perturbação da camada superficial do solo para controlar as plantas espontâneas e preparar a cama da semente dos cereais de Outono--Inverno na emergência de plântulas da flora espontânea. Deste modo, no solo perturbado

foi simulado o trabalho realizado pelos escarificadores e no solo não perturbado aplicou-se um herbicida total sistémico e não residual, para controlar as ervas emergidas inicialmente.

Quadro 6.34 - Plantas dominantes ao nível da classe, género e espécie, na leitura final da primeira fase do ensaio realizada no Outono.

CLASSIFICAÇÃO		DATAS DE LEITURA	% DO TOTAL DE PLANTAS	% DO TOTAL DE MONOCOTILEDÓNEAS
Monocotiledóneas	*Avena* sp.	22-11-1996	0,0	0,0
		20-11-1997	1,1	1,6
		25-11-1998	0,0	0,0
		10-11-1999	0,3	0,7
	Lolium sp.	22-11-1996	3,9	28,5
		20-11-1997	66,6	98,4
		25-11-1998	0,0	0,0
		10-11-1999	40,5	99,0
	Phalaris sp.	22-11-1996	7,6	55,9
		20-11-1997	0,0	0,0
		25-11-1998	0,0	0,0
		10-11-1999	0,0	0,0
	Total	22-11-1996	**13,6**	
		20-11-1997	**67,6**	
		25-11-1998	**16,3**	
		10-11-1999	**40,9**	
				% DO TOTAL DE DICOTILEDÓNEAS
Dicotiledóneas	*Calendula arvensis* L.	22-11-1996	2,9	3,4
		20-11-1997	7,8	24,1
		25-11-1998	0,0	0,0
		10-11-1999	5,1	8,6
	Chamaemelum sp.	22-11-1996	0,1	0,1
		20-11-1997	2,5	7,7
		25-11-1998	0,3	0,4
		10-11-1999	15,8	26,7
	Diplotaxis catholica (L.) DC.	22-11-1996	0,0	0,0
		20-11-1997	0,0	0,0
		25-11-1998	0,0	0,0
		10-11-1999	17,9	30,3
	Echium plantagineum L.	22-11-1996	2,9	3,4
		20-11-1997	1,8	5,5
		25-11-1998	0,0	0,0
		10-11-1999	5,3	8,9
	Raphanus raphanistrum L.	22-11-1996	0,0	0,0
		20-11-1997	9,9	30,5
		25-11-1998	0,1	0,2
		10-11-1999	1,2	2,0
	Spergularia purpurea (Pers.) G.	22-11-1996	15,2	17,5
		20-11-1997	0,0	0,0
		25-11-1998	0,0	0,0
		10-11-1999	0,0	0,0
	Total	22-11-1996	**86,4**	
		20-11-1997	**32,4**	
		25-11-1998	**83,7**	
		10-11-1999	**59,1**	

As datas de leitura indicadas decorreram 50, 44, 55 e 54 dias após o início das observações, respectivamente em 1996, 1997, 1998 e 1999.

Das leituras da densidade populacional efectuadas, utilizaram-se três na análise de variância, correspondendo, respectivamente, a uma data inicial, intermédia e final, as quais decorreram ao fim de aproximadamente um, dois e três meses, de se ter perturbado o solo e passam a ser designadas de primeira, segunda e terceira leitura após o primeiro controlo das plantas. Os valores médios dos parâmetros verificados, que se apresentam nos quadros deste subcapítulo, quando são diferentes estatisticamente indicam-se com letras diferentes ("teste Duncan").

Em qualquer das leituras, o aparecimento da nova população de plantas da flora espontânea foi condicionado pelo ano (Quadro 6.35 e Anexo VII), devido à variabilidade que caracteriza o clima, nomeadamente a precipitação (Anexo VI).

Quadro 6.35 - Efeito do ano nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas·0,5 m^{-2}) e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%) na segunda fase do ensaio.

PARÂMETROS		ANOS				
		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	Média
PLpc	Total de plantas	56,3 b	99,6 a	2,6 d	31,9 c	47,6
	Monocotiledóneas	5,1 b	12,3 a	0,0 b	13,5 a	7,7
	Dicotiledóneas	51,1 b	87,4 a	2,6 c	18,4 c	39,9
SLpc	Total de plantas cJ	569,3 a	62,2 c	227,6 b	125,6 bc	246,2
	Total de plantas sJ	443,4 a	62,2 c	227,6 b	125,6 c	214,7
	Monocotiledóneas cJ	140,3 a	19,3 b	21,4 b	17,3 b	49,5
	Dicotiledóneas	429,1 a	42,9 c	206,3 b	108,3 c	196,6
TLpc	Total de plantas cJ	317,9 a	62,6 b	297,0 a	112,6 b	197,5
	Total de plantas sJ	192,0 b	62,6 c	297,0 a	112,6 c	166,1
	Monocotiledóneas cJ	136,1 a	21,6 c	67,9 b	39,4 bc	66,3
	Monocotiledóneas sJ	10,2 c	21,6 c	67,9 a	39,4 b	34,8
	Dicotiledóneas	181,8 a	41,0 b	229,1 a	73,3 b	131,3
	Juncus bufonius L.	125,9 a	0,0 b	0,0 b	0,0 b	31,5
	Lolium sp.	1,6 b	21,1 a	30,0 a	38,1 a	22,7
	Phalaris sp.	8,4 b	0,0 b	34,6 a	0,0 b	10,8
	Chamaemelum sp.	0,3 b	1,2 b	68,5 a	0,0 b	17,5
	Polygonum aviculare L.	52,1 a	3,8 b	57,9 a	0,0 b	28,4
	Anagallis arvensis L.	55,1 a	0,0 b	0,0 b	0,0 b	13,8
	Spergularia purpurea Pers. (G.)	63,9 a	3,1 b	0,0 b	17,1 b	21,0
	Humidade volúmica	23,1 c	30,2 a	22,6 c	25,3 b	25,3

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **Total de plantas cJ** - - Total de plantas incluindo a espécie *Juncus bufonius* L.; **Total de plantas sJ** - Total de plantas sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L.; **Monocotiledóneas cJ** - Total de plantas Monocotiledóneas incluindo a espécie *Juncus bufonius* L.; **Monocotiledóneas sJ** - Total de plantas Monocotiledóneas sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L..

6.2.5.1 EM FUNÇÃO DA PERTURBAÇÃO DA CAMADA SUPERFICIAL DO SOLO

Como podemos constatar no Quadro 6.36, no solo perturbado, conforme também referem Jensen (1995), Marginet *et al.* (2000), Rahman *et al.* (2000) e Roberts (1984), há maior densidade de plantas. A influência da perturbação do solo na emergência das jovens plantas é significativa (Quadro 6.36 e Anexo VII), confirmando-se o que tinha sido verificado no ensaio instalado em ambiente condicionado e analisado no subcapítulo 6.1.

Quadro 6.36 - Efeito da perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas·0,5 m^{-2}) e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%) na segunda fase do ensaio (valores médios de quatro anos).

PARÂMETROS		PERTURBAÇÃO DO SOLO	
		COM	SEM
PLpc	Total de plantas	75,2 a	20,0 b
	Monocotiledóneas	14,0 a	1,4 b
	Dicotiledóneas	61,2 a	18,6 b
SLpc	Total de plantas cJ	272,4 a	220,0 b
	Total de plantas sJ	248,8 a	180,6 b
	Monocotiledóneas sJ	27,0 a	9,1 b
	Dicotiledóneas	221,8 a	171,4 b
TLpc	Total de plantas cJ	224,7 a	170,4 b
	Total deplantas sJ	201,2 a	131,0 b
	Monocotiledóneas cJ	74,6 a	57,9 b
	Monocotiledóneas sJ	51,1 a	18,5 b
	Dicotiledóneas	150,1 a	112,5 b
	Juncus bufonius L.	23,6 b	39,4 a
	Lolium sp.	32,9 a	12,6 b
	Phalaris sp.	16,8 a	4,7 b
	Calendula arvensis L.	7,6 a	1,2 b
	Polygonum aviculare L.	34,1 a	22,8 b
	Humidade volúmica	24,6 b	26,0 a

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **Total de plantas cJ** - - Total de plantas incluindo a espécie *Juncus bufonius* L.; **Total de plantas sJ** - Total de plantas sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L.; **Monocotiledóneas cJ** - Total de plantas Monocotiledóneas incluindo a espécie *Juncus bufonius* L.; **Monocotiledóneas sJ** - Total de plantas Monocotiledóneas sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L..

Na primeira leitura, o número de plantas verificado no solo perturbado foi significativamente superior ao do solo sem perturbação, excepto no ano de 1998/99 (Quadro 6.37). Por sua vez, tanto a segunda como a terceira leitura apresentam uma

tendência similar, embora na segunda só haja diferenças significativas no número de plantas sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L. no primeiro e último ano do ensaio e na terceira no segundo e terceiro ano (Quadro 6.37 e Anexo VII).

Na segunda leitura, verificou-se uma elevada população de plantas nos anos de 1996/97 e 1998/99 em solo perturbado ou não perturbado, ao contrário do que ocorreu em 1997/98. Estes valores foram influenciados pela emergência da população potencial na fase anterior do ensaio, tendo sido elevada no segundo ano (1997/98) e baixa no terceiro (1998/99).

Esta tendência manteve-se na terceira leitura, existindo uma densidade populacional elevada no terceiro ano (1998/99). Quer o número total de plantas quer o de plantas Monocotiledóneas, sem incluirem a família Juncaceae (espécie *Juncus bufonius* L.), foram superiores e significativamente diferentes dos restantes três anos, particularmente, quando se perturbou o solo (Quadro 6.37 e Anexo VII).

Quanto ao número médio de plantas da classe Monocotiledónea, sem considerar a espécie *Juncus bufonius* L., verifica-se o efeito significativo da perturbação do solo nos valores da primeira leitura, à excepção do ano de 1998/99, e nos da terceira leitura para os dois últimos anos (Quadro 6.37 e Anexo VII). Na terceira leitura, realizada numa data avançada das observações efectuadas nesta fase do ensaio (aproximadamente três meses após o início), constata-se a influência significativa da perturbação do solo no número médio de plantas de *Lolium* sp., excepto em 1996/97, e no terceiro ano (1998/99), nos valores médios de *Phalaris* sp. (Quadro 6.37 e Anexo VII). Aliás, no terceiro ano, verifica-se também o impacto positivo e significativo da perturbação do solo no número médio de plantas da espécie *Polygonum aviculare* L..

Quadro 6.37 - Efeito da interacção do ano com a perturbação solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas·0,5 m^{-2}) e da humidade volúmica da camada superficial do solo (%) na segunda fase do ensaio.

ANOS	PERTURBAÇÃO DO SOLO	PLpc			SLpc			TLpc
		T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	T. PLANsJ	MONOCsJ	DICOT.	T. PLANcJ
1996	COM	78,9 b	10,0 b	68,9 b	503,3 a	118,8 b	478,8 a	282,5 b
1997	SEM	33,6 cd	0,3 c	33,4 c	383,5 b	161,8 a	379,4 b	353,4 a
1997	COM	165,5 a	21,4 a	144,1 a	92,3 d	28,9 c	63,4 d	89,3 d
1998	SEM	33,8 cd	3,1 bc	30,6 c	32,1 d	9,6 c	22,5 d	36,0 e
1998	COM	3,5 e	0,0 c	3,5 d	217,3 c	29,8 c	187,5 c	394,5 a
1999	SEM	1,8 e	0,0 c	1,8 d	238,0 c	13,0 c	225,0 c	199,5 c
1999	COM	52,9 bc	24,8 a	28,1 c	182,6 c	24,9 c	157,8 c	132,6 d
2000	SEM	11,0 de	2,3 bc	8,8 cd	68,6 d	9,8 c	58,9 d	92,6 d

Quadro 6.37 - Continuação.

ANOS	PERTURBAÇÃO DO SOLO	TLpc						
		T. PLANsJ	MONOCcJ	MONOCsJ	DICOT.	JUNCUS	Lolium sp.	Phalaris sp.
1996	COM	188,3 b	111,5 b	17,3 cd	171,0 b	94,3 b	2,1 e	14,9 bc
1997	SEM	195,8 b	160,8 a	3,1 d	192,6 b	157,6 a	1,1 e	2,0 bc
1997	COM	89,3 c	31,9 cd	31,9 bc	57,4 cd	0,0 c	30,9 bc	0,0 c
1998	SEM	36,0 d	11,4 d	11,4 cd	24,6 d	0,0 c	11,4 de	0,0 c
1998	COM	394,5 a	101,5 b	101,5 a	293,0 a	0,0 c	46,3 ab	52,5 a
1999	SEM	199,5 b	34,3 cd	34,3 bc	165,3 b	0,0 c	13,8 ce	16,8 b
1999	COM	132,6 c	53,6 c	53,6 b	79,0 c	0,0 c	52,3 a	0,0 c
2000	SEM	92,6 c	25,1 cd	25,1 cd	67,5 c	0,0 c	24,0 cd	0,0 c

Quadro 6.37 - Continuação.

ANOS	PERTURBAÇÃO DO SOLO	TLpc			
		Calendula arvensis L.	*Polygonum* aviculare L.	Humidade volúmica 10 cm	Humidade volúmica 5 cm
1996	COM	1,0 b	48,3 bc	23,2 d	30,1 b
1997	SEM	1,0 b	56,0 b	23,0 d	32,9 a
1997	COM	21,0 a	6,0 d	29,5 b	25,5 c
1998	SEM	1,9 b	1,5 d	30,8 a	24,4 d
1998	COM	8,5 b	82,0 a	21,8 e	19,0 e
1999	SEM	2,0 b	33,8 c	23,4 d	24,5 d
1999	COM	0,0 b	0,0 d	23,9 d	
2000	SEM	0,0 b	0,0 d	26,7 c	

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **T. PLANcJ** - Total de plantas incluindo a espécie *Juncus bufonius* L.; **T. PLANsJ** - Total de plantas sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L.; **MONOCcJ** - Total de plantas Monocotiledóneas incluindo a espécie *Juncus bufonius* L.; **MONOCsJ** - Total de plantas Monocotiledóneas sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L.; **JUNCUS** - *Juncus bufonius* L..

Embora a espécie *Juncus bufonius* L. tenha sido observada unicamente no ano de 1996/97 (Quadro 6.35; pág. 209), acompanhando um valor alto de precipitação desde o início desta fase do ensaio até à terceira leitura analisada (Anexo VI), caracterizou-se por uma resposta à perturbação do solo diferente das restantes espécies vegetais (Quadro 6.37). A menor quantidade de plantas verificadas no solo perturbado, deveu-se, provavelmente, à mudança e ao enterramento das suas pequenas sementes. Estas, após os trabalhos efectuados para perturbar o solo, terão ficado em condições mais desfavoráveis para germinarem e, consequentemente, diminuiu o número de plântulas emergidas e a respectiva densidade populacional.

Por sua vez, a humidade volúmica dos dez centímetros superficiais do solo (%) beneficiou da não perturbação, sendo maior sem o desarranjo da estrutura (Quadro 6.36; pág. 210), como referem Fenster e Wicks (1982), Hoefer *et al.* (1981) e Wicks *et al.* (1988). De acordo com as médias obtidas na terceira leitura de cada um dos quatro anos, só não existem diferenças significativas em 1996/97 (Quadro 6.37).

No Quadro 6.38, também se apresentam valores médios da humidade volúmica da camada superficial do solo (%) com e sem perturbação, obtidos nas verificações realizadas nos três primeiros anos do ensaio (1996/97; 1997/98; 1998/99). Constata-se, que foram maiores no solo não perturbado e diferentes, significativamente, dos obtidos no solo perturbado, tanto para os cinco centímetros superficiais na primeira e na segunda leitura como para os dez centímetros na segunda leitura. Apesar da diferença ser significativa (Anexo VIII), todos os valores são similares ou mesmo superiores aos que caracterizam a capacidade de campo dos solos Pm e Vm utilizados no ensaio.

Quadro 6.38 - Efeito da perturbação do solo nos parâmetros da humidade volúmica da camada superficial do solo (%) na segunda fase do ensaio, para três anos analisados (1996/97, 1997/98 e 1998/99).

PARÂMETROS		PERTURBAÇÃO DO SOLO	
		COM	SEM
PLpc	Humidade volúmica nos 5 cm	24,9 b	27,3 a
SLpc	Humidade volúmica nos 5 cm	28,7 b	29,6 a
	Humidade volúmica nos 10 cm	21,3 b	26,3 a

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas.

Em síntese, a perturbação do solo realizada por mobilizações superficiais, pode beneficiar a emergência de plântulas espontâneas, permitindo aumentar desde o início a densidade populacional sobre o terreno e, esta atingirá rapidamente valores mais elevados dos que poderão ocorrer sob condições de solo não perturbado.

6.2.5.2 EM FUNÇÃO DA PRECIPITAÇÃO

A precipitação tinha sido determinante no aparecimento da flora espontânea e continuou a ser no restabelecimento da população de plantas durante esta fase de pós--controlo. Relembrando a relação encontrada entre a precipitação acumulada (mm) e a proporção do total de plantas (%), apresentada na Fig. 6.14 (pág. 204), constatamos que o valor de precipitação de 67,5 mm registado na fase inicial deste ensaio em 1998/99 (Anexo VI), foi insuficiente para garantir a emergência da população potencial de plantas espontâneas. De acordo com esse modelo, permitiu apenas a emergência de 67% da população máxima, que poderia ter atingido 90%, desde que a precipitação acumulada tivesse sido de 100 mm. Por isso, na terceira leitura desta fase (após o primeiro controlo das plantas) de 1998/99 verificou-se uma densidade de plantas mais elevada (Quadro 6.37; págs. 211 e 212).

Por outro lado, há também a influência da precipitação caída durante o período de pós-controlo, que foi maior em 1996/97 e 1998/99 (Anexo VI), resultando, nestes anos, numa população de plantas mais elevada. Aliás, como refere Karssen (1982), a humidade pode diminuir o efeito da dormência das sementes e em consequência aumentar o número de plantas emergidas.

Na Fig. 6.18, apresenta-se a relação entre a precipitação acumulada (mm) e o total de plantas verificado, quer em solo não perturbado (a), quer em solo perturbado (b), definida por equações quadráticas. Estas permitem constatar que a densidade populacional depende da precipitação, embora o número de plantas seja maior no solo sujeito à perturbação.

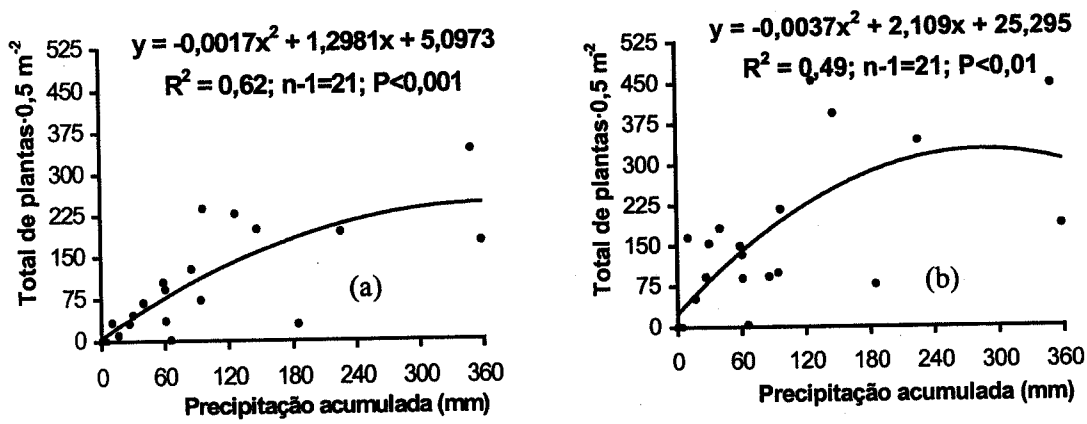


Fig. 6.18 - Relação entre a precipitação registada durante a segunda fase do ensaio e a densidade de plantas em solo não perturbado (a) e perturbado (b) (valores médios de quatro anos).

6.2.6 RESTABELECIMENTO DA FLORA APÓS O SEGUNDO CONTROLO DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS

Finalmente, decorreu uma terceira e última fase deste ensaio, com início na transição do Inverno para a Primavera, em que o objectivo era verificar a influência de um segundo controlo das plantas, recorrendo ou não à perturbação do solo, na emergência de plântulas espontâneas. Evidente que a flora emergida será pouco competitiva com as plantas de cereais de Outono-Inverno, uma vez que nesta época do ano se encontram já bastante desenvolvidas. No entanto, pode interferir na colheita, dificultando esta operação cultural e diminuir a própria qualidade do grão. Por outro lado, o conhecimento sobre o aparecimento das plantas espontâneas no início da Primavera, poderá ser útil na perspectiva dos sistemas de agricultura e das respectivas culturas de Primavera-Verão.

A análise de variância foi efectuada para três leituras da densidade populacional, correspondendo respectivamente a uma data inicial, intermédia e final, das verificações

realizadas nesta fase do ensaio. As três leituras decorreram nos quatro anos, aproximadamente vinte dias a um mês, um mês a dois meses e dois meses a três meses, depois de se ter perturbado o solo e passam a designar-se de primeira, segunda e terceira leitura após o segundo controlo das plantas espontâneas. Quaisquer dos períodos entre o início desta fase do ensaio e as datas de leitura, foram caracterizados pelos valores de precipitação e de temperatura apresentados no Anexo VI.

No Quadro 6.39 e Anexo IX, constatamos que há um efeito significativo do ano nos parâmetros da densidade populacional. Além disso, continuou a existir uma densidade elevada no ano de 1998/99, que se deveu, como nos outros anos, principalmente à ocorrência de plantas de *Chenopodium* sp. (Quadro 6.39 e Anexo IX), nomeadamente à espécie *Chenopodium album* L.. Relembra-se que o nascimento das suas plantas começa no início da Primavera, podendo, tal como mencionam Vleeshouwers e Bouwmeester (2001), prolongar-se durante o Verão.

Quadro 6.39 - Efeito do ano nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas·0,5 m^{-2}) na terceira fase do ensaio.

PARÂMETROS		ANOS				
		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	Média
PLsc	Total de plantas	10,8 ab	1,1 c	18,0 a	6,8 bc	9,2
	Monocotiledóneas	0,0 b	0,3 a	0,0 b	0,1 b	0,1
	Dicotiledóneas	10,8 ab	0,8 c	18,0 a	6,7 bc	9,1
SLsc	Total de plantas	32,4 b	36,0 b	156,6 a	118,8 a	86,0
	Monocotiledóneas	0,1 b	8,0 a	0,1 b	2,1 b	2,6
	Dicotiledóneas	32,3 b	28,0 b	156,5 a	116,7 a	83,4
TLsc	Total de plantas	38,7 b	47,9 b	118,3 a	113,1 a	79,5
	Monocotiledóneas	0,3 c	9,8 a	0,1 c	5,3 b	3,9
	Dicotiledóneas	38,4 b	38,2 b	118,1 a	107,8 a	75,6
	Lolium sp.	0,0 c	9,3 a	0,0 c	4,0 b	3,3
	Chenopodium sp.	30,3 b	11,7 b	105,8 a	0,9 b	37,2
	Calendula arvensis L.	1,8 b	7,8 a	0,0 b	0,9 b	2,6
	Polygonum aviculare L.	1,9 b	3,7 b	0,4 b	10,2 a	4,0
	Sonchus sp.	1,0 b	0,8 b	2,8 a	0,6 b	1,3
	Spergularia purpurea Pers. (G.)	0,0 b	0,0 b	2,3 b	19,1 a	5,3
	Rumex sp.	0,0 b	2,9 a	0,0 b	2,9 a	1,5

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **TLsc** - Terceira Leitura após o segundo controlo das plantas.

O género *Chenopodium* L. dominou no terceiro ano (1998/99), tendo sido fundamental para o número elevado de plantas verificado na segunda e na terceira leitura. Todavia, no quarto ano (1999/00), também caracterizado por densidades populacionais altas, existiu maior diversificação ao nível de espécies (*Polygonum aviculare* L.;

Spergularia purpurea Pers. (G.)), provavelmente, resultado da maior quantidade de precipitação registada durante esta fase do ensaio (Anexo VI).

Por vezes, a maior densidade foi verificada na segunda leitura, uma vez que na terceira já se fizeram sentir condições ambientais, resultantes do avanço da Primavera, que limitam a capacidade de sobrevivência e o respectivo sucesso de instalação das plantas espontâneas, principalmente, das mais exigentes, jovens e débeis, nos sistemas de sequeiro das regiões mediterrânicas.

6.2.6.1 EM FUNÇÃO DA PERTURBAÇÃO DA CAMADA SUPERFICIAL DO SOLO

Quanto ao impacto de uma segunda perturbação do solo realizada no fim do Inverno, início da Primavera, demonstra-se no Quadro 6.40 e Anexo IX, que esse efeito foi igualmente significativo na densidade populacional registada tanto na primeira como na segunda e terceira leituras.

Por outro lado, existem espécies cuja emergência das suas plântulas é essencialmente no Outono-Inverno. No entanto, apareceram ainda neste período (princípio de Primavera) com baixas densidades populacionais, sendo os valores médios superiores no solo perturbado e significativamente diferentes dos obtidos sem perturbação, como é o exemplo de *Lolium* sp. (Quadro 6.40).

Quadro 6.40 - Efeito da perturbação do solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas·0,5 m^{-2}) na terceira fase do ensaio (valores médios de quatro anos).

PARÂMETROS		PERTURBAÇÃO DO SOLO	
		COM	SEM
PLsc	Total de plantas	13,6 a	4,8 b
	Monocotiledóneas	0,2 a	0,0 b
	Dicotiledóneas	13,4 a	4,8 b
SLsc	Total de plantas	130,7 a	41,2 b
	Monocotiledóneas	4,1 a	1,1 b
	Dicotiledóneas	126,6 a	40,2 b
TLsc	Total de plantas	103,3 a	55,7 b
	Monocotiledóneas	5,7 a	2,0 b
	Dicotiledóneas	97,6 a	53,7 b
	Lolium sp.	5,2 a	1,5 b
	Calendula arvensis L.	3,5 a	1,8 b

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **TLsc** - Terceira Leitura após o segundo controlo das plantas.

A interacção do ano com a perturbação do solo, exerceu um efeito significativo no número de plantas observado na primeira leitura, tendo ocorrido maior densidade populacional no solo perturbado (Quadro 6.41 e Anexo IX). Nas outras duas leituras (segunda e terceira), é de referir, o aparecimento de uma população de Monocotiledóneas superior e significativamente diferente no solo perturbado em 1997/98, sobretudo de *Lolium* sp. (Quadro 6.41 e Anexo IX).

Quadro 6.41 - Efeito da interacção do ano com a perturbação solo nos parâmetros da densidade populacional (número de plantas·0,5 m^{-2}) na terceira fase do ensaio.

ANOS	PERTURBAÇÃO DO SOLO	PLsc			SLsc	TLsc		
		T. PLAN.	MONOC.	DICOT.	MONOC.	MONOC.	*Lolium* sp.	POLYG.
1996	COM	19,6 ab	0,0 b	19,6 ab	0,1 c	0,1 c	0,0 c	3,1 bc
1997	SEM	2,0 d	0,0 b	2,0 d	0,0 c	0,4 c	0,0 c	0,8 c
1997	COM	1,8 d	0,6 a	1,1 d	12,3 a	15,8 a	15,0 a	6,3 b
1998	SEM	0,5 d	0,0 b	0,5 d	3,8 b	3,8 bc	3,6 bc	1,1 c
1998	COM	22,3 a	0,0 b	22,3 a	0,3 c	0,3 c	0,0 c	0,8 c
1999	SEM	13,8 bc	0,0 b	13,8 bc	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c
1999	COM	10,8 c	0,1 b	10,6 c	3,8 b	6,8 b	5,6 b	7,5 b
2000	SEM	2,8 d	0,0 b	2,8 d	0,5 c	3,9 bc	2,4 bc	12,9 a

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **TLsc** - Terceira Leitura após o segundo controlo das plantas; **T. PLAN.** - Total de plantas; **MONOC.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **POLYG.** - *Polygonum aviculare* L..

Apesar do efeito significativo da perturbação do solo, verifica-se que a maior densidade de plantas Monocotiledóneas foi observada nos anos de 1997/98 e 1999/00, precisamente aqueles, em que a precipitação acumulada durante esta fase do ensaio foi superior (Anexo VI).

Quanto à humidade volúmica do solo, voltou-se a verificar uma diferença significativa com um valor médio inferior em solo perturbado (Quadro 6.42 e Anexo X), considerando os últimos três anos do ensaio (1997/98; 1998/99; 1999/00). Tal como na segunda fase, o teor de água registado em ambas as situações foi alto e não parece limitar a emergência de jovens plantas espontâneas.

Quadro 6.42 - Efeito da perturbação do solo nos parâmetros da humidade volúmica dos dez centímetros superficiais do solo (%) na terceira fase do ensaio, para três anos analisados (1997/98, 1998/99 e 1999/00).

PARÂMETROS		PERTURBAÇÃO DO SOLO	
		COM	SEM
PLsc	Humidade volúmica	30,8 b	32,3 a
SLsc	Humidade volúmica	30,7 b	32,0 a
TLsc	Humidade volúmica	26,0 b	27,8 a

PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **TLsc** - Terceira Leitura após o segundo controlo das plantas.

6.2.6.2 EM FUNÇÃO DA PRECIPITAÇÃO

No penúltimo ano (1998/99), registou-se uma fraca ocorrência de precipitação, tendo sido a mesma suficiente para promover a emergência de plantas de Primavera-Verão, como são, segundo Caixinhas (1988) e Vleeshouwers e Bouwmeester (2001), as de *Chenopodium* sp., que foram dominantes nesse período de 1998/99 (Quadro 6.39; pág. 215). Porém, no último ano (1999/00), a precipitação registada até à terceira leitura foi elevada (Anexo VI), verificando-se igualmente uma grande densidade populacional.

Embora exista a capacidade das plântulas de algumas espécies emergirem com teores de humidade do solo mais baixos, a precipitação ocorrida nesta fase do ensaio, continuou a ser determinante para aparecer a flora espontânea (Fig. 6.19 (a) e (b)). Por outro lado, como também já tinha sido verificado na fase anterior (segunda), permitiu a emergência de mais plantas em solo perturbado (Fig. 6.19 (b)) relativamente ao não perturbado (Fig. 6.19 (a)).

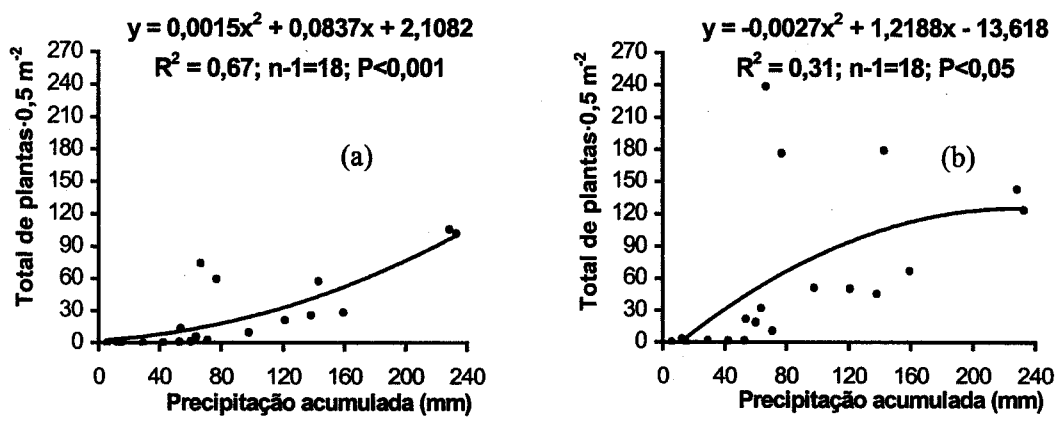


Fig. 6.19 - Relação entre a precipitação registada durante a terceira fase do ensaio e o total de plantas em solo não perturbado (a) e perturbado (b) (valores médios de quatro anos).

Além disso, como se pode verificar na Fig. 6.20 (a) e (b), a partir de 120 mm, possibilitou o nascimento de algumas plantas Monocotiledóneas.

6.2.7 CONSIDERAÇÕES E REFLEXÕES FINAIS

De acordo com a análise efectuada, é possível constatar a existência de condicionantes que influenciam a emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural, particularmente a precipitação. Por isso, a informação encontrada, pode ser um auxiliar para o maneio da infestação dos cereais de Outono-Inverno, sendo a seguir sintetisada.

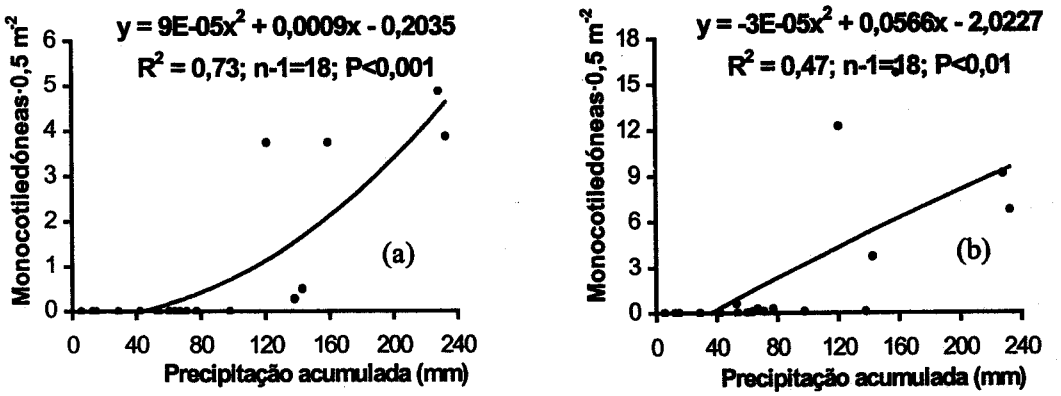


Fig. 6.20 - Relação entre a precipitação registada durante a terceira fase do ensaio e a densidade de plantas Monocotiledóneas em solo não perturbado (a) e perturbado (b) (valores médios de quatro anos).

O ano teve um efeito relevante, devido ao histórico da parcela, que faz variar a quantidade de sementes armazenadas na camada superficial do solo, e às condições ambientais, que podem promover ou inibir a germinação das sementes e a consequente emergência das plântulas.

No entanto, proporções elevadas de densidade populacional (aproximadamente 90% relativamente ao valor máximo verificado), obtiveram-se com uma precipitação acumulada desde o início de Setembro superior a 100 mm.

A probabilidade de se registar a quantidade de precipitação referida (>100 mm), considerando um período de dez anos (1994 a 2003), é de 60% no fim de Outubro e de 80% no segundo decêndio de Novembro. Em dois dos dez anos analisados (20%), o valor de 100 mm só foi alcançado entre o fim de Novembro e o fim de Dezembro.

Para a camada superficial do solo apresentar um teor de água similar ao da capacidade de campo, foi necessário acumular desde o início dos anos agrícolas estudados (Setembro de 1966, 1997, 1998 e 1999) mais de 60 mm de precipitação.

Com teores de humidade do solo próximos dos que caracterizam a capacidade de campo, foram obtidas elevadas densidades de plantas.

Ao aumentar a percentagem de água desde a capacidade de campo até aos valores de solo saturado, pode-se comprometer a sobrevivência de algumas jovens plantas espontâneas.

Maior rapidez na obtenção da população potencial de ervas espontâneas com temperaturas compreendidas entre 13,1 e 22,2 °C e o teor de humidade do solo a tender para a capacidade de campo.

Relativamente ao número de dias, foram necessários aproximadamente 30, desde o início das primeiras chuvas outonais, para se conseguirem proporções elevadas de densidade populacional, calculadas em relação ao valor médio mais alto.

A velocidade de emergência das jovens plantas Dicotiledóneas foi maior do que a das Monocotiledóneas.

O *Lolium* sp., nomeadamente *Lolium rigidum* Gaud., dominou na classe Monocotiledónea, enquanto *Calendula arvensis* L., *Chamaemelum* sp., *Diplotaxis catholica* (L.) DC., *Echium plantagineum* L. e *Raphanus raphanistrum* L., foram as espécies dominantes da classe Dicotiledónea nos solos Pm e Vm onde decorreu o estudo.

No primeiro controlo das plantas espontâneas, houve uma influência significativa da pertubação da camada superficial do solo no reaparecimento da flora.

Assim, com o acumular da precipitação emergiram mais plantas a partir do solo perturbado do que do solo sem perturbação.

Influência significativa da perturbação do solo, realizada para efectuar o segundo controlo da flora espontânea (período de transição do Inverno para a Primavera), no aparecimento de plantas de *Chenopodium* sp. (*Chenopodium album* L.) e *Polygonum aviculare* L., conforme já tinha sido verificada em ambiente condicionado.

Quando se perturbou a camada superficial do solo, verificou-se que a humidade volúmica nos primeiros cinco e dez centímetros (%) era menor relativamente à que caracterizou essa camada de solo não perturbado.

6.3 RESPOSTA DE TRIGO MOLE A DIFERENTES NÍVEIS DE INFESTAÇÃO

Neste estudo, procurou-se verificar durante quatro anos (1996/97 a 1999/00), a resposta do trigo mole, quantificada pela produção de grão e das suas componentes, à infestação, sendo esta, determinada através do número de plantas ou da sua produção de biomassa à colheita do trigo.

Quanto ao número de plantas, foi registado em meio metro quadrado (número de plantas·0,5 m^{-2}), tendo sido realizadas três datas de leitura. Como foi indicado no capítulo 5, a primeira leitura (PL) decorreu desde as duas folhas expandidas até ao início do afilhamento do trigo, a segunda (SL) ao emborrachamento e a terceira (TL) ao espigamento (códigos 12 a 20; 45, e 53 a 59 na escala de Zadoks *et al.*, 1974, respectivamente).

Embora o período de experimentação tivesse decorrido nos referidos quatro anos, a análise estatística mais pormenorizada efectuou-se para três anos (1996/97, 1998/99 e 1999/00), devido ao atraso da realização da sementeira do trigo em 1997/98 causado pelas condições ambientais e cujo o efeito é descrito no subcapítulo seguinte (6.3.1).

Deste modo, a análise de variância foi efectuada para três anos (1996/97, 1998/99 e 1999/00), com a qual se pretendia verificar, a influência dos tratamentos nos parâmetros do rendimento do trigo e da infestação. Quando foi estatisticamente significativa, fez-se a

separação de médias através do teste "Duncan" e a sua apresentação está em diversos quadros deste subcapítulo, representando as letras diferentes valores médios diferentes.

6.3.1 EFEITO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS SOBRE O RENDIMENTO

Através da Fig. 6.21 e do Anexo XI, podemos constatar que o rendimento da cultura do trigo variou fortemente entre anos, destacando-se o ano de 1997/98, em que a quantidade elevada de precipitação ocorrida no Outono (Novembro) e no Inverno (Fig. 5.5; pág. 134) atrasou a sementeira para o fim de Janeiro (Quadro 5.11; pág. 140).

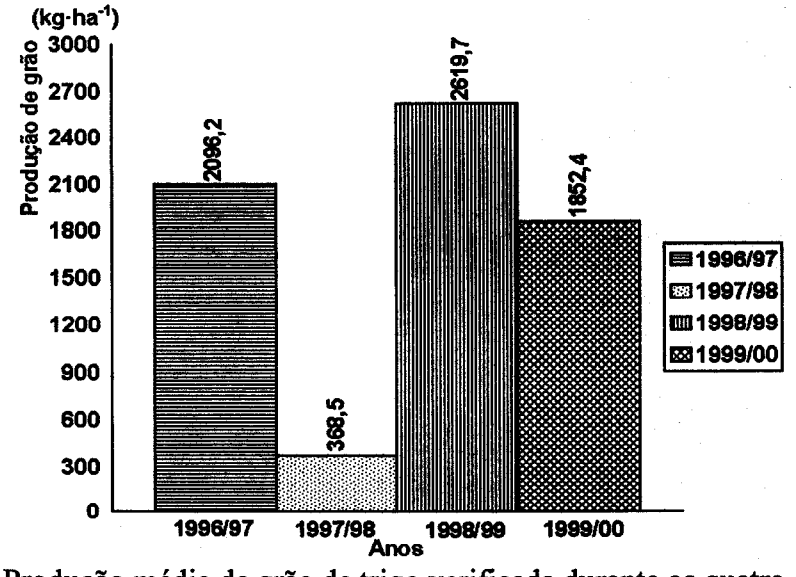


Fig. 6.21 - Produção média de grão de trigo verificada durante os quatro anos de ensaio.

Por este motivo, optou-se por excluir, conforme já foi referido, o ano de 1997/98 da análise de variância. Com base nos três anos de ensaio analisados, 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 (Quadros 6.43; 6.44 e Anexo XII).

Esta influência do ano, referida em alguns trabalhos (Basch, 1988; Calado *et al.*, 2002; Doucet *et al.*, 1999; Murphy *et al.*, 2002; Swanton *et al.*, 1999b; Wicks *et al.*, 1994), reflecte, nesta situação, a irregularidade das condições mediterrânicas, particularmente a quantidade e distribuição da precipitação, e a sua influência na emergência das jovens plantas infestantes, conforme se verificou no ensaio analisado no subcapítulo anterior (6.2) e também mencionada por outros autores (Caixinhas, 1984; 1988; Marginet *et al.*, 2000; Roberts, 1984; Spitters, 1989). Assim, afecta a capacidade de se efectuar o controlo da maior ou menor infestação potencial em pré-sementeira, sem prejudicar a época de instalação da cultura. Além deste período, também se faz sentir no de crescimento e

desenvolvimento das plantas cultivadas e das que lhes são nocivas, bem como na interacção estabelecida entre as respectivas populações (Quadro 6.44).

Quadro 6.43 - Efeito do ano nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas da cultura do trigo.

PARÂMETROS	ANOS			
	1996/97	1998/99	1999/00	Média
Taxa de afilhamento	0,283 b	0,486 a	0,427 a	0,399
Espigas produtivas	348,8 b	402,7 a	413,4 a	388,3
Taxa de sobrevivência	0,852 b	0,956 a	0,953 a	0,920
Nº grãos·espiga^{-1}	19,5 a	19,2 a	16,6 b	18,4
Nº grãos·m^{-2}	6718,9 b	7599,8 a	6521,7 b	6496,8
Peso do grão (mg)	31,11 b	34,29 a	28,24 c	31,21
Produção de grão (kg·ha^{-1})	2096,2 b	2619,7 a	1852,4 c	2189,4
Matéria seca (kg·ha^{-1})	5430,0 b	6463,4 a	5450,8 b	5781,4
Índice de colheita	0,385 b	0,407 a	0,339 c	0,4
Altura das plantas (cm)	63,2 a	56,3 b	57,9 b	59,2

6.3.2 EFEITO DO GRAU DE EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS INFESTANTES ANTES DA SEMENTEIRA DO TRIGO

Quanto ao factor grau de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo, verifica-se no nível sem emergência (solo seco), uma maior população de plantas de trigo emergidas (Quadro 6.45), devido à possibilidade da interacção da temperatura com a precipitação ocorrida após a sementeira, ter favorecido os estados iniciais do ciclo vegetativo da cultura. Em consequência da população ser mais elevada, foi maior o número de espigas potenciais e produtivas, uma vez que no nível com emergência de infestantes antes da sementeira da cultura não houve recuperação através do afilhamento do trigo (Quadro 6.45).

Todavia, o número de grãos por espiga e o peso do grão, foram mais elevados com a emergência de jovens plantas infestantes antes da sementeira do trigo (Quadro 6.45), não só porque há efeitos compensatórios na relação das componentes da produção formadas durante o crescimento e o desenvolvimento da cultura, mas também, devido à menor infestação verificada na segunda e terceira leituras. Estas realizaram-se com o trigo nos estados de emborrachamento e de espigamento (códigos 45 e 53 a 59 na escala de Zadoks *et al.*, 1974, respectivamente), quantificando o número total de plantas infestantes e de Monocotiledóneas em 0,5 m^2 (Quadro 6.46).

Quadro 6.44 - Efeito do ano nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) do trigo e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%).

PARÂMETROS		ANOS			
		1996/97	1998/99	1999/00	Média
PL	Infestantes	469,5 a	325,3 b	212,8 c	335,9
	Dicotiledóneas	416,5 a	251,1 b	148,06 c	271,9
SL	Infestantes cJ	139,6 a	75,1 b	47,7 b	87,5
	Infestantes sJ	78,6 a	75,1 a	47,7 b	67,1
	Monocotiledóneas cJ	77,6 a	33,6 b	41,5 b	50,9
	Monocotiledóneas sJ	16,6 b	33,6 a	41,5 a	30,6
	Dicotiledóneas	62,0 a	41,5 b	6,2 c	36,6
	Lolium sp.	3,1 b	11,3 b	41,2 a	18,5
	Phalaris sp.	12,4 a	4,8 b	0,3 b	5,8
	Juncus bufonius L.	61,0 a	0,0 b	0,0 b	20,3
	Chamaemelum sp.	0,2 b	8,8 a	0,3 b	3,1
	Calendula arvensis L.	4,4 a	2,9 a	0,2 b	2,5
	Polygonum aviculare L.	5,4 a	8,9 a	0,2 b	4,8
	Anagallis arvensis L.	39,0 a	5,3 b	0,0 b	14,8
	Spergularia purpurea (Pers.) G.	0,7 b	0,0 b	4,3 a	1,6
	Humidade volúmica 10 cm	21,8 a	22,9 a	14,2 b	19,6
TL	Monocotiledóneas	14,9 b	22,4 b	32,6 a	23,3
	Dicotiledóneas	47,7 a	23,9 b	6,8 b	26,1
	Lolium sp.	2,9 b	10,2 b	32,0 a	15,1
	Phalaris sp.	11,0 a	3,9 b	0,1 b	5,0
	Chamaemelum sp.	0,2 b	5,7 a	0,1 b	2,0
	Calendula arvensis L.	2,7 a	0,0 b	0,1 b	0,9
	Polygonum aviculare L.	6,5 a	4,7 a	0,4 b	3,8
	Anagallis arvensis L.	31,2 a	2,9 b	0,0 b	11,4
	MS infestantes ($g \cdot m^{-2}$)	52,1 b	104,8 a	130,2 a	95,7

PL - Primeira leitura; **SL** - Segunda leitura; **TL** - Terceira leitura; **Infestantes cJ** - Infestantes incluindo a espécie *Juncus bufonius* L; **Infestantes sJ** - Infestantes sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L.; **Monocotiledóneas cJ** - Monocotiledóneas incluindo a espécie *Juncus bufonius* L; **Monocotiledóneas sJ** - - Monocotiledóneas sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L.; **MS** - Matéria seca.

Quadro 6.45 - Efeito do grau de emergência de infestantes antes da sementeira do trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, e da altura das plantas da cultura (médias de três anos).

EM. INFEST. PRÉ SEMENTEIRA	PLANTAS EM·m^{-2}	ESPIGAS POT·m^{-2}	ESPIGAS PROD·m^{-2}	NÚMERO GRÃOS·ESP^{-1}	PESO GRÃO (mg)	PRODUÇÃO DE GRÃO ($kg \cdot ha^{-1}$)	ALTURA PLANTAS (cm)
COM	286,0 b	383,6 b	353,2 b	19,7 a	32,28 a	2246,6 a	60,3 a
SEM	329,5 a	457,3 a	423,4 a	17,1 b	30,15 b	2132,2 b	58,0 b

EM. INFEST. PRÉ-SEMENTEIRA - Emergência de infestantes antes da sementeira do trigo.
PLANTAS EM·m^{-2} - Plantas emergidas·m^{-2}; **ESPIGAS POT·m^{-2}** - Espigas potenciais·m^{-2}; **ESPIGAS PROD·m^{-2}** - Espigas produtivas·m^{-2}; **NÚMERO GRÃOS·ESP^{-1}** - Número de grãos·espiga^{-1}.

Quadro 6.46 - Efeito do grau de emergência de infestantes antes da sementeira do trigo nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) e da humidade volúmica (%) dos 10 cm superficiais do solo (médias de três anos).

EM. INFEST. PRÉ SEMENTEIRA	PL			SL			TL	
	INFEST.	MONOCOT.	DICOT.	INFEST.	MONOCOT.	HUMID. VOL. 10 cm	INFEST.	MONOCOT.
COM	228,0 b	182,5 b	45,5 b	55,5 b	24,8 b	21,2 a	41,6 b	18,4 b
SEM	443,8 a	361,3 a	82,5 a	78,8 a	36,3 a	18,1 b	57,3 a	28,2 a

EM. INFEST. PRÉ-SEMENTEIRA - Emergência de infestantes antes da sementeira do trigo.
PL - Primeira leitura; **SL** - Segunda leitura; **TL** - Terceira leitura; **INFEST.** - Infestantes; **MONOCOT.** - - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **HUMID. VOL.** - Humidade volúmica.

Aliás, logo à primeira leitura efectuada desde as duas folhas expandidas até ao início do afilhamento do trigo (código 12 a 20 na escala de Zadoks *et al.*, 1974), a população de plantas da flora nociva foi menor e significativamente diferente com a emergência das ervas daninhas antes de semear o trigo (Anexo XII), conforme está indicado no Quadro 6.46, quer no total, quer na subdivisão por classe. Conclui-se assim, que parte da infestação potencial tinha emergido antes da sementeira da cultura, permitindo aumentar, segundo Carvalho (1994), a eficácia do seu controlo na preparação da cama da semente.

6.3.3 INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE PREPARAÇÃO DA CAMA DA SEMENTE

O sistema de preparação da cama da semente não influenciou significativamente a produção de grão e as suas componentes (Anexo XII), no entanto, o seu efeito foi significativo para o número de plantas infestantes (total e por classe) observado na primeira leitura (Quadro 6.47). A menor infestação de plantas Monocotiledóneas caracterizou a sementeira directa nesse período, sendo esta observação considerada uma das vantagens da mobilização nula (Singh *et al.*, 1999). Nas duas leituras posteriores (segunda e terceira), este tratamento continuou, relativamente à mobilização do solo, com menos plantas de *Lolium* sp. (Quadro 6.47). Por isso, o sistema de sementeira directa parece ter sido mais desfavorável para a população de Monocotiledóneas, particularmente de *Lolium* sp..

Esta verificação é bastante importante, devido à relação entre as plantas nocivas da classe Monocotiledónea e a produtividade do trigo (produção de grão e suas componentes), como se demonstra no subcapítulo 6.3.8.1 (Figs 6.26, 6.27 e 6.28; págs. 235 e 236). Aliás, é clara a tendência para uma quebra nos valores médios da produção (Figs 6.26 e 6.27; pág. 235) e das suas componentes, como são o número de grãos (Fig 6.28; pág. 236), quando aumenta o número médio destas plantas infestantes.

Quadro 6.47 - Efeito do sistema de preparação da cama da semente nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) do trigo e da humidade volúmica (%) dos 10 cm superficiais do solo (médias de três anos).

PREPARAÇÃO DA CAMA SEMENTE	PL			SL			TL
	INFEST.	MONOCOT.	DICOT.	*Lolium* sp.	*Juncus bufonius* L.	HUMID. VOL. 10 cm	*Lolium* sp.
SD	374,5 a	53,9 b	320,6 a	13,7 b	30,1 a	21,8 a	11,3 b
MOB	297,3 b	74,1 a	223,2 b	23,4 a	10,6 b	17,5 b	18,8 a

SD - Sementeira directa; **MOB** - Mobilização do solo.
PL - Primeira leitura; **SL** - Segunda leitura; **TL** - Terceira leitura; **INFEST.** - Infestantes; **MONOCOT.** - - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **HUMID. VOL.** - Humidade volúmica.

Outro parâmetro beneficiado com a sementeira directa foi a humidade volúmica da camada superficial do solo (%), particularmente, dos primeiros dez centímetros (Quadro 6.47). A justificação encontra-se na menor perturbação da estrutura do solo (Fenster e Wicks, 1982; Hoefer *et al.*, 1981; Wicks *et al.*, 1988), que evita perdas de água por evaporação tão elevadas como no solo perturbado com os trabalhos de mobilização e, desta forma, ajuda a manter níveis mais favoráveis para o desenvolvimento das plantas da cultura.

6.3.4 CONSEQUÊNCIA DO CONTROLO DAS INFESTANTES EM PÓS--EMERGÊNCIA

A aplicação do herbicida em pós-emergência, foi um factor com efeito marcadamente significativo na produção de grão e respectivas componentes (Quadro 6.48 e Anexo XII), conforme também referem Buhler *et al.* (2000) e Burdôt *et al.* (1999), tal como no número de plantas infestantes (total e por classe) verificado ao emborrachamento e ao espigamento da cultura, e na matéria seca das infestantes obtida à colheita do trigo (Quadro 6.49).

Devido à acção exercida na infestação por este factor, verifica-se um decréscimo na produção de grão, nas duas componentes que a determinam (número de grãos e peso do grão), e na matéria seca (Quadro 6.48), sem a aplicação do herbicida em pós-emergência. Por sua vez, a população de infestantes e a matéria seca destas plantas à colheita do trigo, foram significativamente superiores quando não se empregou este meio de luta químico (Quadro 6.49).

Quadro 6.48 - Efeito da aplicação do herbicida em pós-emergência nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca e índice de colheita da cultura do trigo (médias de três anos).

HERBICIDA PÓS-EMERGÊNCIA	NÚMERO GÃOS·m^{-2}	PESO GRÃO (mg)	PRODUÇÃO GRÃO (kg·ha^{-1})	MATÉRIA SECA (kg·ha^{-1})	ÍNDICE COLHEITA
COM	7994,8 a	31,89 a	2556,2 a	6622,4 a	0,387 a
SEM	5898,8 b	30,54 b	1822,6 b	4940,5 b	0,367 b

Quadro 6.49 - Efeito da aplicação do herbicida em pós-emergência nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) do trigo (médias de três anos).

HERBICIDA PÓS EMERGÊNCIA	SL			TL			MS
	INFEST.	MONOCOT.	DICOT.	INFEST.	MONOCOT.	DICOT.	INFEST. (g·m^{-2})
COM	16,7 b	5,3 b	11,4 b	9,9 b	2,8 b	7,1 b	12,5 b
SEM	117,5 a	55,8 a	61,7 a	89,0 a	43,8 a	45,2 a	178,9 a

SL - Segunda leitura; **TL** - Terceira leitura; **INFEST.** - Infestantes; **MONOCOT.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **MS** - Matéria seca.

6.3.5 INTERACÇÃO DO ANO COM O GRAU DE EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS INFESTANTES ANTES DA SEMENTEIRA DO TRIGO

Ao analisar a interacção do ano com o grau de emergência de infestantes no período de pré-sementeira, verifica-se somente no ano 1999/00, uma produção de grão significativamente diferente entre com e sem emergência de jovens plantas, sendo menor o rendimento obtido perante a sementeira do trigo realizada sem o aparecimento da flora nociva (Quadro 6.50). Esta quebra resultou de um menor número de grãos por espiga e de um decréscimo no peso do grão, no entanto, quer o número de espigas potenciais quer o de espigas produtivas foi superior. Por esta razão, a interacção competitiva decorreu na fase reprodutiva e de formação e enchimento do grão de trigo, ou seja, a partir do estado de alongamento do caule (código 30 na escala de Zadoks *et al.*, 1974), onde se começa a definir a quantidade de grãos por inflorescência.

A competição para os recursos limitados, como a água (Attwood *et al.*, 1977; Bridges, 1995; Diehl, 1984; Iqbal e Wright, 1998; 1999; Post e Wijnands, 1993), decorreu em 1999/00 durante um período quase sem ocorrência de precipitação, sendo esta escassa desde a sementeira da cultura do trigo até ao seu estado de espigamento (Fig. 5.7; pág. 135 e Anexo XIII), afectando o teor de humidade do solo, conforme se pode constatar pela humidade volúmica dos 10 cm superficias do solo (%) registada na segunda leitura, realizada ao emborrachamento do trigo (Quadro 6.51). À limitação referida, esteve associada a capacidade de sobrevivência e de competição de plantas de espécies da classe

Monocotiledónea, nomeadamente das dominantes *Lolium* sp. (*Lolium rigidum* Gaud.), cuja população foi significativamente superior na segunda e na terceira leitura (Quadro 6.51), o que também deve ter contribuído para o decréscimo significativo da produção de grão verificada sem a emergência da flora daninha antes da sementeira da cultura. Portanto, a competição das plantas infestantes com as da cultura nota-se mais perante condições desfavoráveis.

Quadro 6.50 - Efeito da interacção do ano com o grau de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas da cultura.

ANOS	EM. INFEST. PRÉ SEMENTEIRA	ESPIGAS POT·m^{-2}	ESPIGAS PROD·m^{-2}	NÚMERO GRÃOS·ESP^{-1}	PESO GRÃO (mg)	PRODUÇÃO DE GRÃO (kg·ha^{-1})	MATÉRIA SECA (kg·ha^{-1})	ALTURA PLANTAS (cm)
1996	COM	383 cd	325 c	20,1 a	31,00 b	2033,2 b	5275,3 bc	63,2 a
1997	SEM	437 b	372 bc	18,8 a	31,21 b	2159,2 b	5584,8 bc	63,3 a
1998	COM	409 bc	395 b	19,1 a	34,32 a	2590,7 a	6407,6 a	56,2 b
1999	SEM	433 b	410 b	19,4 a	34,25 a	2648,6 a	6519,2 a	56,5 b
1999	COM	359 d	339 c	19,9 a	31,50 b	2116,0 b	6035,8 ab	61,4 a
2000	SEM	502 a	488 a	13,2 b	24,98 c	1588,8 c	4865,8 c	54,5 b

EM. INFEST. PRÉ-SEMENTEIRA - Emergência de infestantes antes da sementeira do trigo.
ESPIGAS POT·m^{-2} - Espigas potenciais·m^{-2}; **ESPIGAS PROD·m^{-2}** - Espigas produtivas·m^{-2}; **NÚMERO GRÃOS·ESP^{-1}** - Número de grãos·espiga^{-1}.

Quadro 6.51 - Efeito da interacção do ano com o grau de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%).

ANOS	EM. INFEST. PRÉ SEMENTEIRA	PL			SL		TL	
		INFEST.	MONOCOT.	DICOT.	*Lolium* sp.	HUMID. VOL. 10 cm	MONOCOT.	*Lolium* sp.
1996	COM	219,4 bc	14,8 b	204,7 b	1,6 c	21,8 a	9,9 b	1,6 c
1997	SEM	719,6 a	91,6 a	628,3 a	4,6 c	21,8 a	19,9 b	4,3 c
1998	COM	355,3 b	88,6 a	266,8 b	14,9 bc	23,3 a	23,3 b	13,8 bc
1999	SEM	295,3 b	59,8 ab	235,5 b	7,6 c	22,5 a	21,6 b	6,7 c
1999	COM	109,2 c	33,1 b	76,1 c	29,9 b	18,5 b	22,0 b	21,7 b
2000	SEM	316,4 b	96,4 a	220,0 b	52,4 a	10,0 c	43,3 a	42,3 a

EM. INFEST. PRÉ-SEMENTEIRA - Emergência de infestantes antes da sementeira do trigo.
PL - Primeira leitura; **SL** - Segunda leitura; **TL** - Terceira leitura; **INFEST.** - Infestantes; **MONOCOT.** - - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas; **HUMID. VOL.** - Humidade volúmica.

Quanto aos outros dois anos (1996/97 e 1998/99), não há diferenças nos parâmetros do rendimento do trigo (Quadro 6.50), porque além das condições ambientais serem

diferentes das que ocorreram em 1999/00, esta interacção não separa a influência dos dois sistemas de preparação da cama da semente (análise no subcapítulo 6.3.6).

No Quadro 6.51, destaca-se ainda, a diferença significativa dos valores médios da infestação entre os níveis com e sem emergência de plântulas infestantes antes da sementeira da cultura na primeira leitura dos anos agrícolas de 1996/97 e 1999/00. Contudo, em 1998/99 não houve diferenças significativas, permitindo concluir que não tinha emergido uma proporção elevada de plântulas potenciais da flora infestante antes da sementeira da cultura, mesmo no nível que procurava caracterizar esta situação (com emergência). Assim, o baixo valor de precipitação acumulada até à sementeira, que foi unicamente de 67,5 mm, parece ter sido insuficiente para promover a germinação e a consequente emergência da infestação potencial.

Em suma, quando a época de preparação da cama da semente permitiu controlar uma grande parte da população potencial da flora infestante, podem ter sido minimizados os efeitos da competição entre plantas de trigo e nocivas (Calado *et al.*, 2002; Christensen *et al.*, 1996; Forcella, 1993), principalmente, para o recurso limitado que é a água, e que se podem fazer sentir, por vezes, desde o fim do Inverno, afectando a fase reprodutiva dos cereais de Outono-Inverno. Este controlo é de extrema importância para as espécies da classe Monocotiledónea (Calado *et al.*, 2002), que exercem, geralmente, uma influência negativa e significativa no rendimento da cultura, o que nos é confirmado pela análise apresentada no subcapítulo 6.3.8.1 (Figs. 6.26, 6.27 e 6.28; págs. 235 e 236).

6.3.6 INTERACÇÃO DO ANO COM O SISTEMA DE PREPARAÇÃO DA CAMA DA SEMENTE

Por sua vez, na interacção do ano com o sistema de preparação da cama da semente, notou-se um claro efeito do ano, tendo sido maior a produtividade da cultura na sementeira directa em 1996/97, embora não diferente significativamente da que foi obtida a partir de solo mobilizado para preparar a cama da semente, e uma resposta de sentido oposto no ano de 1998/99, verificando-se neste, uma diferença significativa (Quadro 6.52). Em 1998/99, o rendimento da cultura foi mais elevado em solo mobilizado, resultante de um acréscimo nas componentes da produção, como o número de espigas e, sobretudo, o número de grãos por espiga (Quadro 6.52).

Nesta interacção, foi igualmente determinante o efeito do ano na infestação (Quadro 6.53), no entanto, mantém-se a tendência referida na análise efectuada para a produção de grão e suas componentes. Assim, nos parâmetros da flora infestante do ano de 1998/99, obteve-se um valor médio inferior para o número de plantas da classe Monocotiledónea no solo mobilizado relativamente à sementeira directa, tanto na leitura realizada ao

emborrachamento como ao espigamento do trigo, correspondendo a uma maior produção de grão, como já tinha sido mencionado anteriormente.

Quadro 6.52 - Efeito da interacção do ano com o sistema de preparação da cama da semente nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes.

ANOS	PREPARAÇÃO DA CAMA DA SEMENTE	ESPIGAS POT·m^{-2}	ESPIGAS PROD·m^{-2}	NÚMERO GRÃOS·ESP^{-1}	PRODUÇÃO DE GRÃO (kg·ha^{-1})
1996	SD	423,8 ab	355,8 b	20,7 a	2275,4 b
1997	MOB	395,9 b	341,8 b	18,2 b	1916,9 b
1998	SD	406,1 ab	391,8 a	17,9 b	2335,0 b
1999	MOB	435,6 a	413,7 a	20,6 a	2904,4 a
1999	SD	438,4 a	417,8 a	16,9 b	1865,4 c
2000	MOB	422,9 ab	409,1 a	16,3 b	1839,4 c

SD - Sementeira directa; **MOB** - Mobilização do solo.
ESPIGAS POT·m^{-2} - Espigas potenciais·m^{-2}; **ESPIGAS PROD·m^{-2}** - Espigas produtivas·m^{-2}; **NÚMERO GRÃOS·ESP^{-1}** - Número de grãos·espiga^{-1}.

Quadro 6.53 - Efeito da interacção do ano com o sistema de preparação da cama da semente nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) do trigo e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%).

ANOS	PREPARAÇÃO DA CAMA SEMENTE	SL				TL
		MONOCOT.	*Juncus bufonius* L.	CHAMAEM.	HUMID. VOL. 10 cm	MONOCOT.
1996	SD	13,4 d	90,3 a	0,4 b	21,3 b	10,1 d
1997	MOB	19,8 d	31,8 b	0,0 b	22,2 b	19,7 bc
1998	SD	42,9 ab	0,0 c	14,0 a	26,6 a	25,9 bc
1999	MOB	24,3 cd	0,0 c	3,6 b	19,2 c	18,9 c
1999	SD	34,2 bc	0,0 c	0,7 b	17,5 d	27,8 b
2000	MOB	48,8 a	0,0 c	0,0 b	11,0 e	37,5 a

SD - Sementeira directa; **MOB** - Mobilização do solo.
SL - Segunda leitura; **TL** - Terceira leitura; **MONOCOT.** - Monocotiledóneas; **CHAMAEM.** - - *Chamaemelum* sp; **HUMID. VOL.** - Humidade volúmica.

A quantidade de precipitação verificada nesse ano (1998/99) até à sementeira foi somente 67,5 mm (Anexo XIII), que é um valor insuficiente de acordo com o modelo apresentado no subcapítulo 6.2.1 (Fig. 6.11; pág. 201), para promover a emergência da população potencial de infestantes. Através da sua aplicação, constata-se que emergiram apenas 67,3% das plantas potenciais, por isso, várias sementes dessa população estariam ainda na camada superficial do solo e poderiam germinar, assim que, estivessem reunidas as condições necessárias. Porém, a mobilização do solo efectuada para preparar a cama da semente deve ter alterado a sua posição (Van Esso *et al.*, 1986), em consequência do

trabalho complexo de mistura realizado pela grade de discos, ficando uma proporção do banco de sementes, que estaria localizada na camada superficial do solo (Cardina *et al.*, 1991; Dias, 1999), mais dispersa (Besnier Romero, 1989; Dias, 1999; Ghersa e Martínez--Ghersa, 2000; Rahman *et al.*, 2000; Tørresen e Skuterud, 2002; Yenish *et al.*, 1992) e enterrada a uma maior profundidade. Nessas condições, terá sido mais difícil a ocorrência do estado germinativo.

Nos outros dois anos agrícolas (1996/97 e 1999/00), verifica-se que há uma inversão da situação e o número médio de plantas infestantes da classe Monocotiledónea sem considerar a espécie *Juncus bufonius* L., é inferior na sementeira directa com diferenças significativas na terceira leitura realizada em ambos os anos com o trigo no estado de espigamento (Quadro 6.53 e Anexo XII). Por esta razão, a agricultura de conservação, sobretudo a sementeira directa, pode permitir, conforme refere Melander (1988), um decréscimo de plantas infestantes da família Gramínea na cerealicultura portuguesa.

Quanto à espécie *Juncus bufonius* L., observada unicamente no ano de 1996/97, a sua densidade populacional foi mais elevada na sementeira directa (solo não perturbado) e significativamente diferente do valor médio registado no solo mobilizado quando o trigo estava no estado de emborrachamento (Quadro 6.53), devido à grande quantidade de precipitação acumulada desde a sementeira até esse estado vegetativo da cultura (Fig. 5.5, pág. 134).

6.3.7 INTERACÇÃO DO GRAU DE EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS INFESTANTES ANTES DA SEMENTEIRA DO TRIGO COM O SISTEMA DE PREPARAÇÃO DA CAMA DA SEMENTE

Na interacção do grau de emergência de infestantes antes da sementeira do trigo com o sistema de preparação da cama da semente, destaca-se a diferença do valor médio de produção de grão entre a sementeira directa e a preparação da cama da semente com mobilização do solo, quando a cultura do trigo foi semeada sem ter existido o nascimento de plântulas infestantes (Quadro 6.54). Nas condições de solo seco, onde não tinha emergido a população potencial de jovens plantas daninhas, a mobilização superficial permitiu que o rendimento da cultura fosse superior ao que caracterizou a sementeira directa, apesar da diferença dos valores absolutos não ser grande (191 $kg \cdot ha^{-1}$).

Além do pequeno acréscimo na produção, verificou-se um menor valor médio de infestação total, observado na primeira leitura (Quadro 6.55). Por isso, parece que numa sementeira realizada em solo seco, a mobilização de preparação da cama da semente pode ser mais desfavorável para a população da flora daninha, principalmente, pela acção que

exerce sobre a localização das suas sementes (Bàrberi e Cascio, 2001; Cardina *et al.*, 1991; Colbach *et al.*, 2000a; Dias, 1999; Forcella *et al.*, 2000; Ghersa e Martínez-Ghersa, 2000; Grundy *et al.*, 1999; Lutman *et al.*, 2002; Melander, 1994; Mulugeta e Stoltenberg, 1997; Rahman *et al.*, 2000; Tørresen e Skuterud, 2002; Van Esso *et al.*,1986; Yenish *et al.*, 1992), devido à mistura e ao enterramento, dificultando e inviabilizando a germinação das sementes (Boström, 1999; Forcella *et al.*, 1996). Este impacto, pode assim, ter beneficiado a resposta produtiva da cultura.

Quadro 6.54 - Efeito da interacção do grau de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo com o sistema de preparação da cama da semente nos parâmetros da produção de grão da cultura e das suas componentes (médias de três anos).

EM. INFEST. PRÉ SEMENTEIRA	PREPARAÇÃO DA CAMA DA SEMENTE	ESPIGAS POT·m^{-2}	ESPIGAS PROD·m^{-2}	NÚMERO GRÃOS·ESP^{-1}	PRODUÇÃO DE GRÃO (kg·ha^{-1})
COM	SD	375,1 b	342,7 b	20,6 a	2280,6 a
	MOB	392,1 b	363,8 b	18,8 ab	2212,7 a
SEM	SD	470,5 a	434,2 a	16,3 c	2036,7 b
	MOB	444,2 a	412,6 a	17,9 bc	2227,8 a

EM. INFEST. PRÉ-SEMENTEIRA - Emergência de infestantes antes da sementeira do trigo; **SD** - Sementeira directa; **MOB** - Mobilização do solo.
ESPIGAS POT·m^{-2} - Espigas potenciais·m^{-2}; **ESPIGAS PROD·m^{-2}** - Espigas produtivas·m^{-2}; **NÚMERO GRÃOS·ESP^{-1}** - Número de grãos·espiga^{-1}.

Quadro 6.55 - Efeito da interacção do grau de emergência de plântulas infestantes antes da sementeira do trigo com o sistema de preparação da cama da semente nos parâmetros da infestação (número de plantas·0,5 m^{-2}) da cultura (médias de três anos).

EM. INFEST. PRÉ SEMENTEIRA	PREPARAÇÃO DA CAMA DA SEMENTE	PL		SL	TL	
		INFEST.	MONOCOT.	*Juncus bufonius* L.	INFEST.	DICOT.
COM	SD	239,2 c	23,0 b	44,3 a	48,3 a	29,6 a
	MOB	216,8 c	68,0 a	9,9 b	35,0 b	28,5 a
SEM	SD	509,9 a	85,0 a	16,0 b	55,3 a	31,4 a
	MOB	377,8 b	80,2 a	11,3 b	59,2 a	15,0 b

EM. INFEST. PRÉ-SEMENTEIRA - Emergência de infestantes antes da sementeira do trigo; **SD** - Sementeira directa; **MOB** - Mobilização do solo.
PL - Primeira leitura; **SL** - Segunda leitura; **TL** - Terceira leitura; **INFEST.** - Infestantes; **MONOCOT.** - - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas.

Porém, no tratamento com emergência das plântulas infestantes antes da sementeira do trigo, verifica-se um efeito significativo da mobilização do solo nos valores médios do número de plantas daninhas da classe Monocotiledónea, registado na primeira leitura

(Quadro 6.55). Apesar do controlo das infestantes antes da sementeira, através da perturbação do solo realizada pelos trabalhos de mobilização será esperado um aumento na emergência de plântulas daninhas (Bräutigam e Tebrügge, 1997; Marginet *et al.*, 2000; Rahman *et al.*, 2000; Roberts, 1984). Estes trabalhos efectuados após o nascimento da população inicial, favorecem as condições para o reaparecimento das ervas nocivas, devido à alteração do meio onde decorre a germinação das suas sementes (Attwood *et al.*, 1997; Bräutigam e Tebrügge, 1997; Fenster e Wicks, 1982).

6.3.8 RELAÇÃO ENTRE A INFESTAÇÃO E O RENDIMENTO DO TRIGO

Os parâmetros do rendimento do trigo e da infestação verificada na cultura estão relacionados, conforme podemos constatar nas Figs. 6.22; 6.23 e 6.24, indicando-nos o efeito prejudicial das plantas daninhas na produtividade do trigo. Assim, as Figs. 6.22 e 6.23, representam as relações da biomassa das infestantes à colheita do trigo com a biomassa da cultura (Fig. 6.22 (a)), com o seu número de grãos por metro quadrado (Fig. 6.22 (b)), e com a sua produção de grão (Fig. 6.23 (a) e (b)). Excepto a que se verifica com a produção de grão obtida no subtalhão, onde há uma variação linear (Fig. 6.23 (a)), são expressas por equações exponenciais. Porém, em todas há uma tendência para ser afectado o rendimento da cultura através do aumento da matéria seca das plantas nocivas, principalmente, quando os seus valores médios são superiores a 40 $g \cdot m^{-2}$, ou seja, 400 $kg \cdot ha^{-1}$.

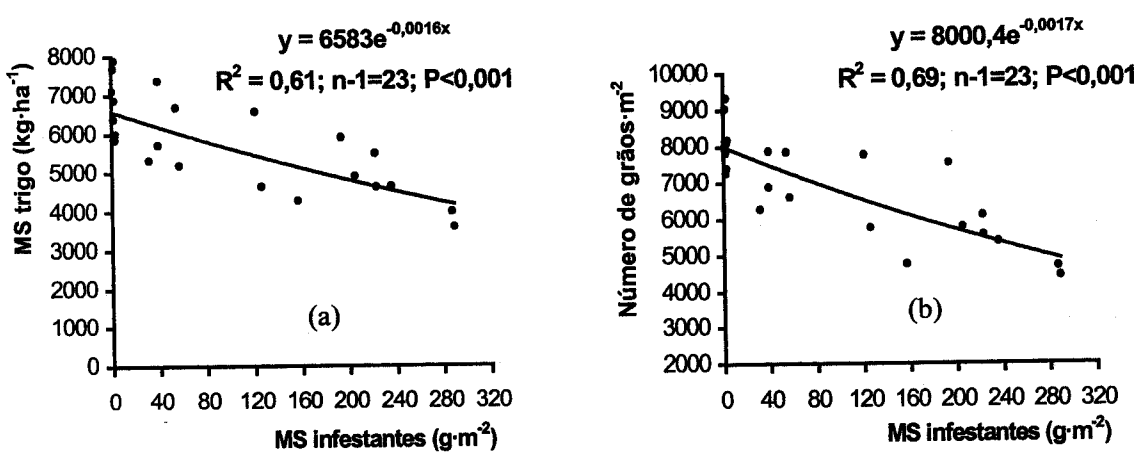


Fig. 6.22 - Relação da matéria seca das infestantes obtida à colheita do trigo com a matéria seca da cultura (a) e com o número de grãos por metro quadrado (b) (valores médios de três anos).

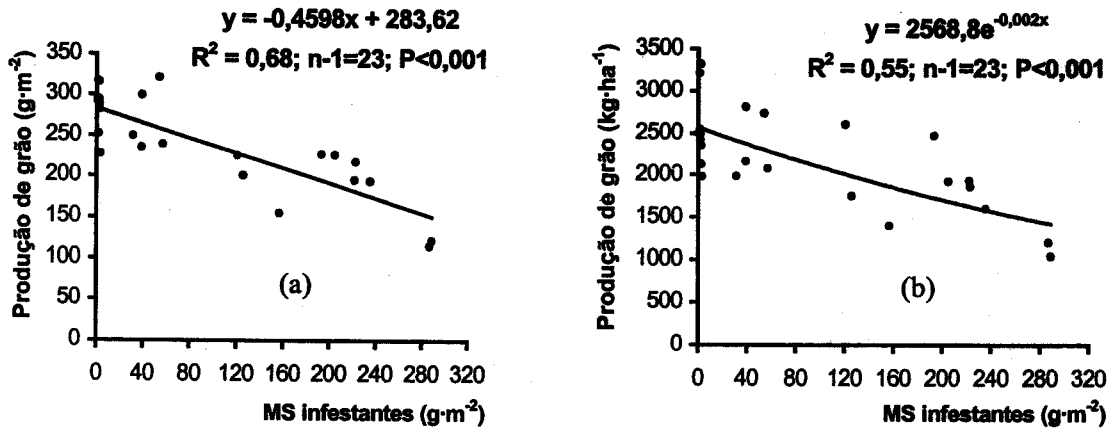


Fig. 6.23 - Relação entre a matéria seca das infestantes obtida à colheita do trigo e a produção de grão da cultura no subtalhão (a) e no talhão (b) (valores médios de três anos).

Quanto à densidade populacional, estabeleceram-se relações entre o número médio de plantas infestantes observadas nos estados de emborrachamento e de espigamento do trigo e a produção de grão da cultura (Figs. 6.24 (a) e 6.25), e o número de grãos por metro quadrado (Fig. 6.24 (b)), expressas por equações quadráticas. Constata-se que as plantas nocivas quantificadas ao emborrachamento e ao espigamento do trigo, sobretudo neste último estado da cultura, prejudicaram-lhe o rendimento, por via da componente número de grãos que se encontrava em formação. Segundo Iqbal e Wright (1999), esta é uma das componentes prejudicada pela flora infestante.

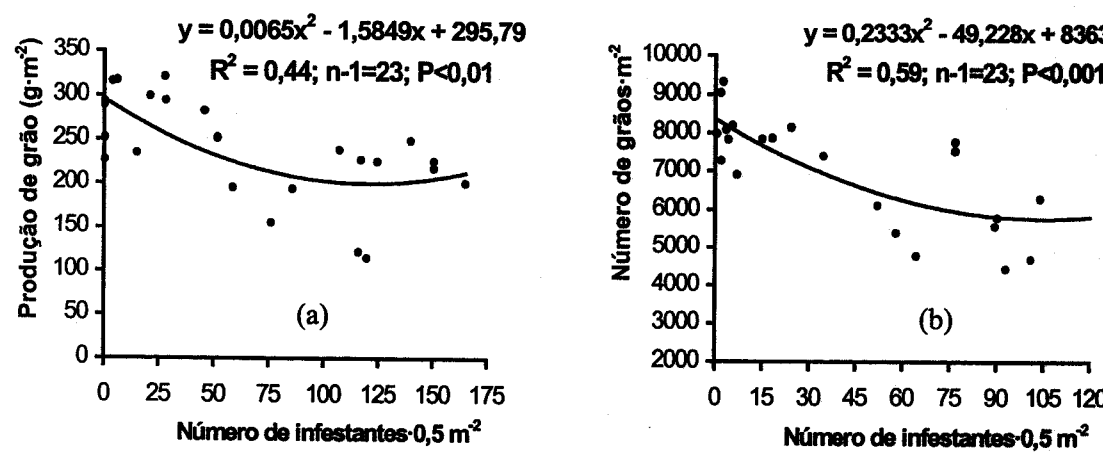


Fig. 6.24 - Relação da densidade de plantas infestantes registadas ao emborrachamento do trigo com a produção de grão da cultura no subtalhão (a) e ao espigamento com o número de grãos por metro quadrado (b) (valores médios de três anos).

Portanto, com o acréscimo da infestação ocorre uma quebra na produção de trigo (Wallinga, 1998). Todavia, através da análise das Figs 6.24 e 6.25, a diminuição dos valores médios do rendimento da cultura estimados pelos modelos é menos acentuada a

partir de determinado grau de infestação, sendo este limiar, de acordo com as respectivas curvas gráficas, o número de 75 plantas daninhas·0,5 m^{-2}, ou seja, 150 plantas·m^{-2}.

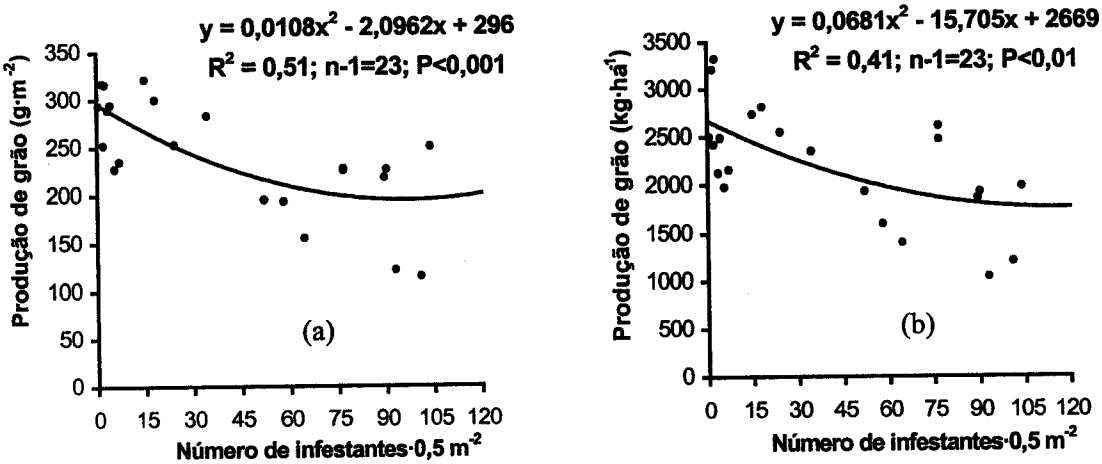


Fig. 6.25 - Relação entre a densidade de plantas infestantes registadas ao espigamento do trigo e a produção de grão da cultura no subtalhão (a) e no talhão (b) (valores médios de três anos).

6.3.8.1 PRODUÇÃO DE GRÃO EM FUNÇÃO DAS INFESTANTES MONOCOTILEDÓNEAS

Nas Figs. 6.26 e 6.27, apresentam-se as relações entre a densidade de plantas infestantes da classe Monocotiledónea e a produção de grão de trigo, constatando-se que o coeficiente de determinação das respectivas equações exponenciais é mais alto, quando se considera o número médio de plantas Monocotiledóneas obtido a partir da leitura efectuada ao espigamento do trigo (terceira leitura).

Por outro lado, nas referidas figuras (6.26 e 6.27), nota-se que a dispersão dos valores é maior para densidades populacionais menores, sobretudo, quando o número de plantas infestantes de folha estreita tende a aproximar-se do zero. Assim, a cultura de trigo com baixa infestação em Monocotiledóneas·0,5 m^{-2} apresentou respostas variáveis, devido a outros factores que a condicionaram e lhe causaram oscilações no rendimento, nomeadamente de ano para ano, ou seja, o já referido efeito anual de extrema importância nas regiões mediterrânicas.

A influência prejudicial das plantas infestantes da classe Monocotiledónea na produção de grão de trigo, é consequência de serem afectadas as componentes durante a sua formação, conforme se demonstra na Fig. 6.28, para o número de grãos por metro quadrado.

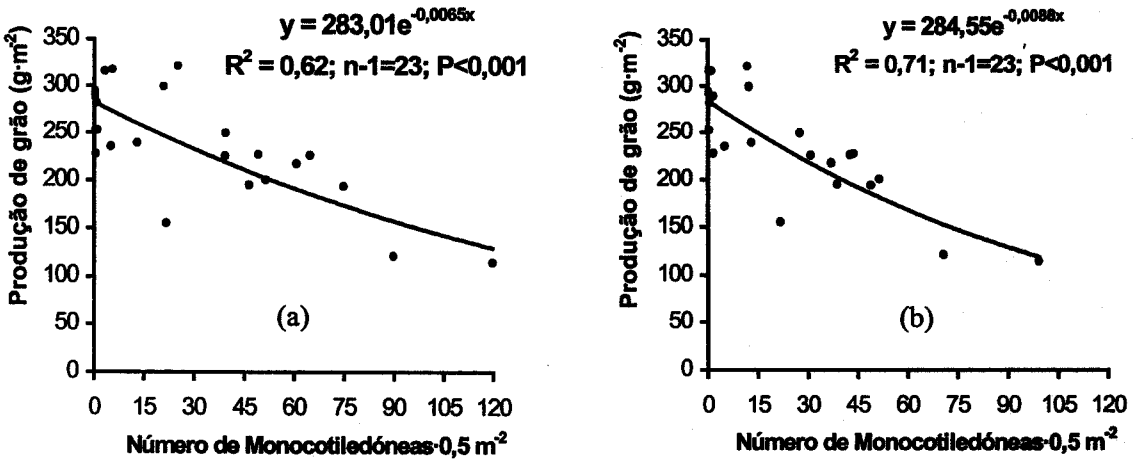


Fig. 6.26 - Relação do número de plantas Monocotiledóneas verificadas ao emborrachamento (a) e ao espigamento (b) do trigo com a produção de grão da cultura no subtalhão (valores médios de três anos).

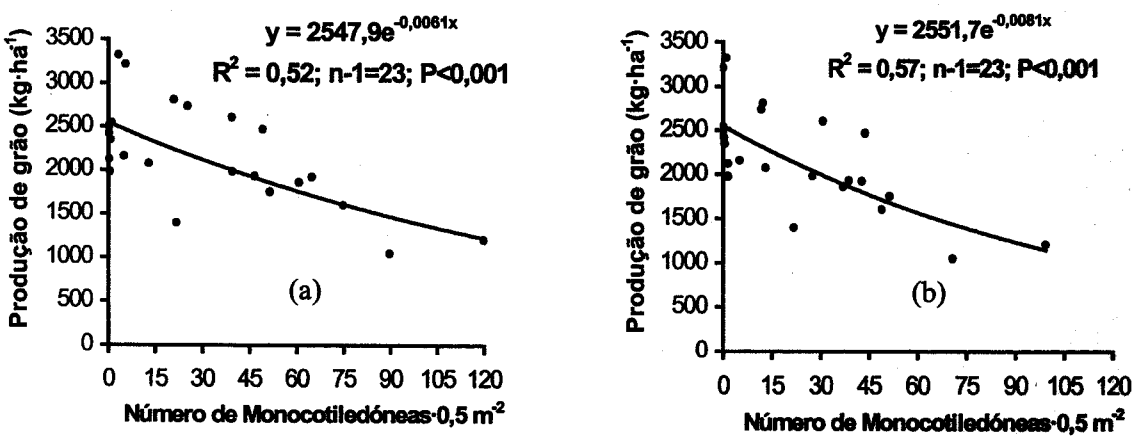


Fig. 6.27 - Relação do número de plantas Monocotiledóneas verificadas ao emborrachamento (a) e ao espigamento (b) do trigo com a produção de grão da cultura no talhão (valores médios de três anos).

Alguns trabalhos referem o impacto negativo de *Lolium* sp. (Jouy e Verdier, 1996), particularmente de *Lolium rigidum* Gaud. na produção de grão de trigo (Lemerle *et al.* 1979; 1995; 1996a; 1996b; Medd *et al.*, 1985). Segundo Lemerle *et al.* (1979; 1996b), a competição entre a espécie *Lolium rigidum* Gaud. e o trigo afectou a formação da inflorescência (espiga) e do grão das plantas da cultura. Por exemplo, Jouy e Verdier (1996) referem que 30 plantas por metro quadrado de *Lolium* sp. provocaram perdas de 5% na produção de grão de trigo, enquanto na relação da Fig. 6.27 (b), se verifica a quebra de 11,4% da produção de grão de trigo para o referido valor de densidade populacional de Monocotiledóneas quantificado ao espigamento da cultura.

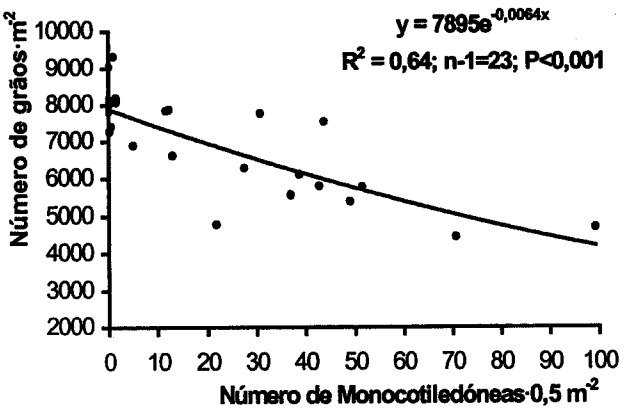


Fig. 6.28 - Relação entre o número de plantas Monocotiledóneas verificadas ao espigamento do trigo e o número de grãos da cultura por metro quadrado (valores médios de três anos).

Considerando a importância dos valores limiares (Gerowitt, 1997; Munier-Jolain *et al.*, 2002; Swanton *et al.*, 1999a; Wallinga e van Oijen, 1997), nomeadamente, quando é possível verificá-los e controlar a infestação da cultura (Colbach *et al.*, 2000b; Swanton *et al.*, 1999a), apresenta-se na Fig. 6.29, a relação entre o número de plantas infestantes Monocotiledóneas observadas na primeira leitura e a posterior produção de grão de trigo. Para as duas equações exponenciais, uma relativa à produção média no subtalhão (a) e a outra no talhão (b), usaram-se os valores verificados no trigo sujeito aos tratamentos sem emergência de plantas infestantes e sem aplicação do herbicida em pós-emergência.

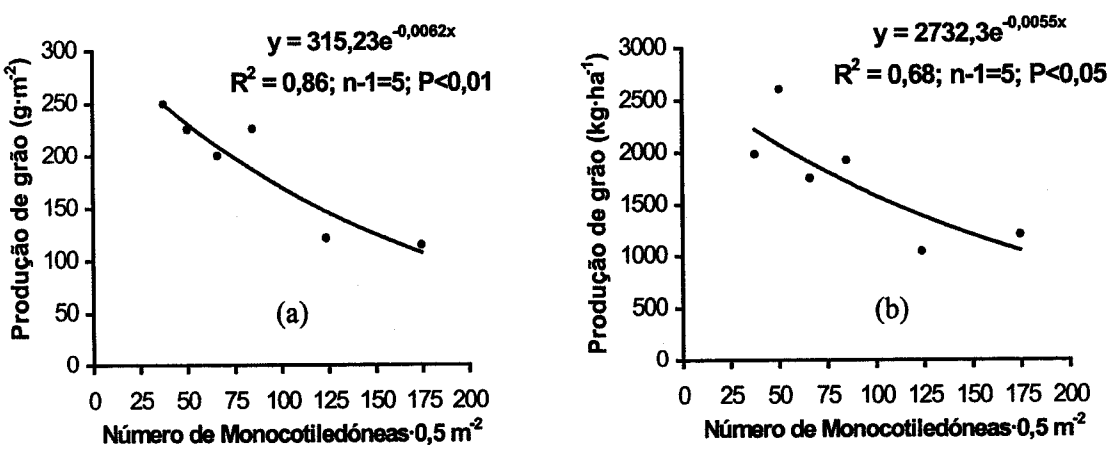


Fig. 6.29 - Relação entre o número de plantas Monocotiledóneas verificadas ao início do afilhamento do trigo e a produção de grão da cultura no subtalhão (a) e no talhão (b) (valores médios de três anos).

As equações indicam que a 25 plantas infestantes da classe Monocotiledónea (*Lolium* sp. e *Phalaris* sp.) por 0,5 m^2 (50 plantas·m^{-2}) presentes na cultura do trigo no estado de duas folhas expandidas até ao início do afilhamento corresponde a produção de

grão de 2700 kg·ha^{-1} no subtalhão e 2381 kg·ha^{-1} no talhão. Aplicando este modelo a infestações desta classe a tenderem para zero, embora não estejam incluídas neste intervalo de observações, obtêm-se produções absolutas de 3152 kg·ha^{-1} no subtalhão e 2732 kg·ha^{-1} no talhão, que até foram verificadas e se aproximam dos valores estimados nas Figs. 6.26 e 6.27 (pág. 235), para este grau de infestação de Gramíneas (zero) ao emborrachamento e ao espigamento do trigo após ter sido aplicado um herbicida em pós-emergência.

Partindo do decréscimo de rendimento verificado através dos modelos da Fig. 6.29, quando a infestação aumenta de zero para vinte e cinco plantas por meio metro quadrado, as perdas de produção são de 12,8% no talhão e de 14,4% no subtalhão. As perdas de produção resultantes destas proporções aplicadas a valores de 2500 kg·ha^{-1} a 3000 kg·ha^{-1} tendem para o limiar económico, com base no preço de intervenção do trigo e no custo dos herbicidas, utilizando-se as doses recomendadas pelos fabricantes para controlar as plantas daninhas da família Gramínea (Bridges, 1995; Swanton *et al.*, 1999a; Wilson *et al.*, 1990).

6.3.8.2 RENDIMENTO RELATIVO DO TRIGO E INFESTAÇÃO RELATIVA

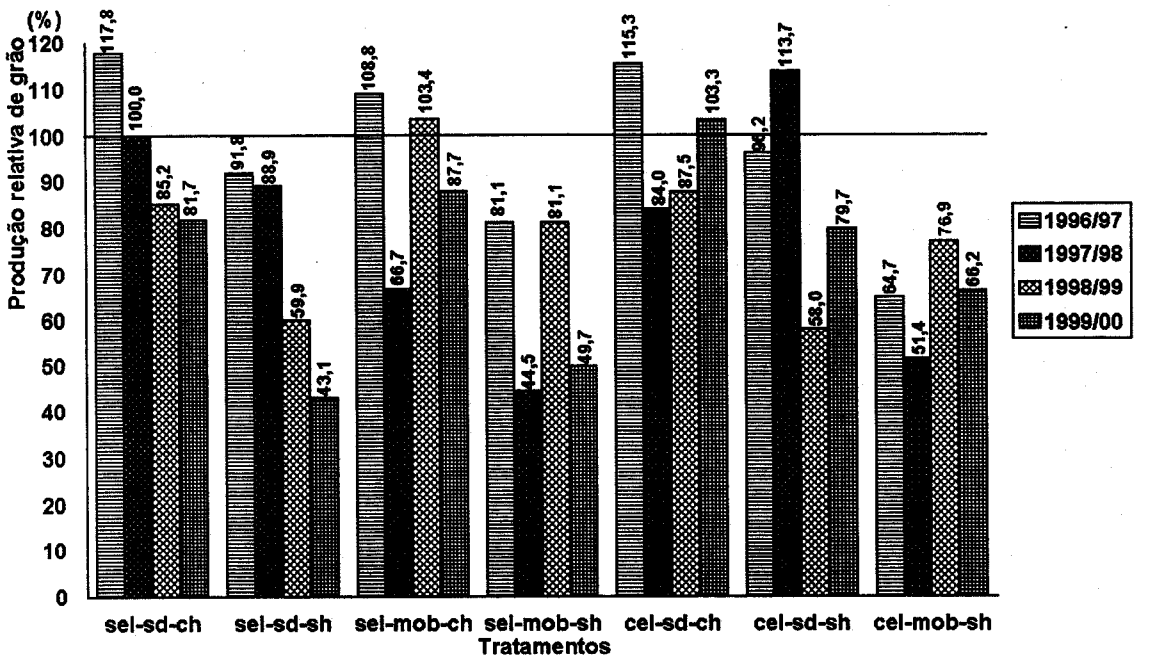
Em função das produções médias obtidas no ensaio (Anexo XI), e tendo sido considerado como padrão a emergência das plântulas infestantes antes da sementeira realizada sobre o solo mobilizado e com a aplicação à cultura do herbicida de pós-emergência, obtiveram-se valores de produções relativas (Boström, 1999; Munier-Jolain *et al.*, 2002). Nos anos agrícolas de 1996/97 e 1999/00, em que ocorreu a emergência de uma grande parte da população potencial de plantas infestantes antes da sementeira do trigo, a produção relativa da cultura sem aplicação do herbicida em pós-emergência no sistema de sementeira directa foi superior à verificada com a mobilização do solo para preparar a cama da semente (Fig. 6.30).

Também o ano de 1997/98, não utilizado na análise de variância, apresenta esta tendência (Fig. 6.30). Aliás, até é mais acentuada, porque além da influência das plantas daninhas, o elevado teor de humidade que caracterizava o solo na época de sementeira (Anexo XIII), fez com que a mobilização de preparação da cama da semente causasse maior compactação e danificasse mais a estrutura do solo do que a sementeira directa. Por isso, verificou-se, nessa situação de elevados teores de humidade do solo associados ao aparecimento da infestação potencial, com as respectivas plantas já muito desenvolvidas no período da sementeira da cultura, que o trigo respondeu melhor em sementeira directa.

Na sementeira directa realizada no ano de 1997/98, o trigo atingiu maior produtividade sem aplicação do herbicida em pós-emergência, uma vez que as condições ambientais verificadas depois da aplicação parecem ter favorecido a ocorrência de fitotoxicidade (Fig. 6.30).

Em síntese, o trigo semeado no solo onde já tinha emergido a população potencial de plântulas infestantes e sem aplicação do herbicida em pós-emergência apresentou, no sistema de sementeira directa, uma menor quebra de rendimento do que no sistema de mobilização do solo para preparar a cama da semente.

Por outro lado, quando no tratamento emergência de plantas infestantes antes da sementeira do trigo, o aparecimento da população potencial da flora nociva parece não ter sido elevado, como foi o exemplo do ano 1998/99, inverteu-se esta tendência e o rendimento da cultura sem aplicação do herbicida em pós-emergência foi menos prejudicado no solo mobilizado. Por isso, a produção relativa de trigo foi superior à obtida no sistema de sementeira directa (Fig. 6.30).



sei - Sem emergência de infestantes antes da sementeira; **cei** - Com emergência de infestantes antes da sementeira; **sd** - Sementeira directa; **mob** - Mobilização do solo; **ch** - Com herbicida de pós-emergência; **sh** - - Sem herbicida de pós-emergência.

Fig. 6.30 - Produção relativa de grão de trigo verificada na interacção dos tratamentos realizados, para os quatro anos de ensaio (—— **cei-mob-ch = 100%**).

Com base nos valores médios obtidos a partir do número de plantas infestantes registado (número de plantas·0,5 m^{-2}) ao espigamento do trigo e da matéria seca das plantas infestantes verificada à colheita da cultura ($g \cdot m^{-2}$), também se calculou a infestação relativa nos diferentes tratamentos (Figs. 6.31 e 6.32). Para isso, nos quatro anos consideraram-se como padrão os valores médios referentes à interacção dos tratamentos: sem emergência de plantas infestantes antes de semear o trigo; com mobilização de preparação da cama da semente, e não aplicação do herbicida em pós-emergência à cultura.

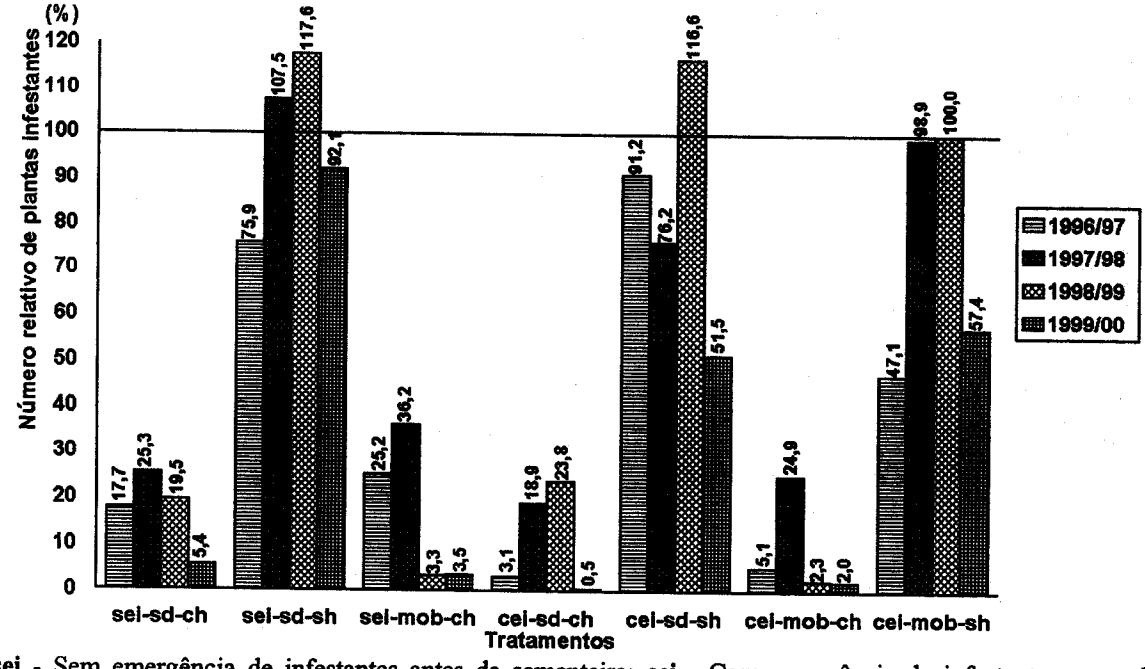
A opção de usar estes tratamentos como padrão, deve-se à maior probabilidade de existirem condições para ocorrer a máxima densidade de plantas infestantes dentro da

cultura, quando não há emergência das mesmas antes da sementeira e controlo em pós--emergência. Além disso, o tratamento com mobilização na preparação da cama da semente foi escolhido por ser a referência da prática mais usual na cerealicultura portuguesa.

Nas Figs. 6.31 e 6.32, indica-se a referida infestação relativa (número de plantas infestantes e sua produção de biomassa, respectivamente), a qual, tende em geral, a apresentar um comportamento inverso ao verificado na produção relativa de grão de trigo, ou seja, quando a infestação relativa foi menor a produção relativa de grão de trigo foi maior.

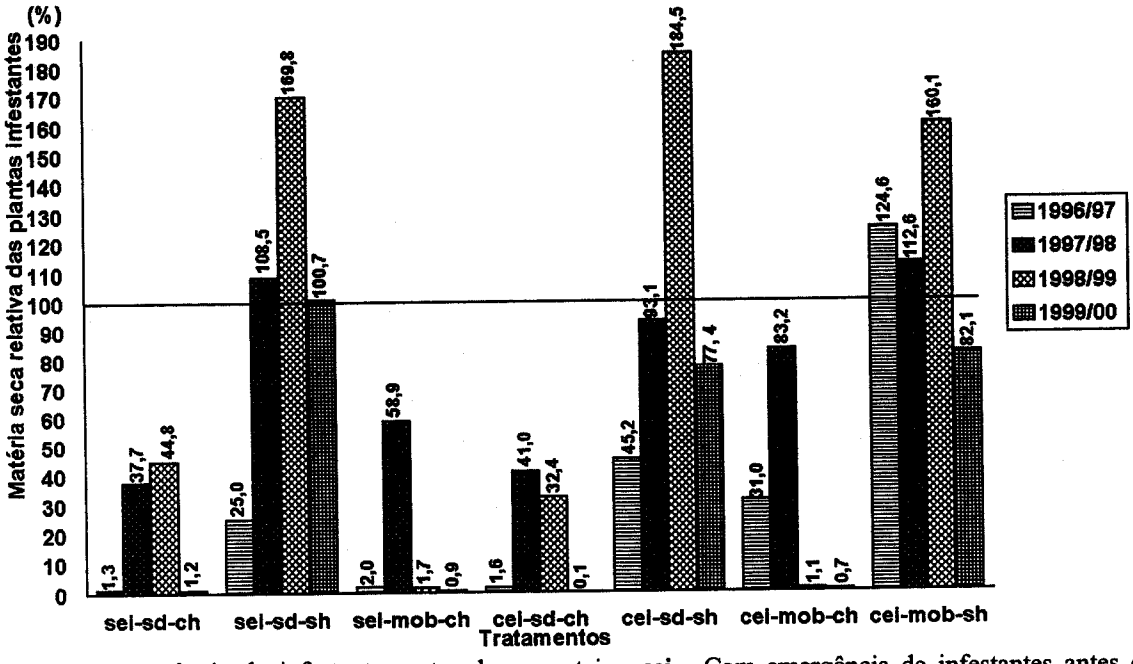
Como exemplo, na sementeira directa do trigo realizada no solo com emergência de plântulas infestantes e sem herbicida de pós-emergência, constata-se que a produção de matéria seca das plantas infestantes nos anos de 1996/97 e 1999/00 foi menor relativamente à obtida no solo mobilizado, sobretudo em 1996/97 (Fig. 6.32), enquanto a produção de grão foi maior (Fig. 6.30).

Quanto ao ano agrícola de 1998/99, na sementeira directa do trigo sem aplicação do herbicida em pós-emergência houve valores relativos elevados para o número médio de plantas infestantes e para a sua produção relativa de biomassa (Figs. 6.31 e 6.32). Deste modo, justifica-se em ambos os casos, a relação com a fraca produção de grão de trigo já referida e analisada.



sei - Sem emergência de infestantes antes da sementeira; **cei** - Com emergência de infestantes antes da sementeira; **sd** - Sementeira directa; **mob** - Mobilização do solo; **ch** - Com herbicida de pós-emergência; **sh** - - Sem herbicida de pós-emergência.

Fig. 6.31 - Infestação relativa com base no valor médio do número de plantas infestantes verificado ao espigamento do trigo na interacção dos tratamentos realizados, para os quatro anos de ensaio (— **sei-mob-sh = 100%**).



sei - Sem emergência de infestantes antes da sementeira; **cei** - Com emergência de infestantes antes da sementeira; **sd** - Sementeira directa; **mob** - Mobilização do solo; **ch** - Com herbicida de pós-emergência; **sh** - - Sem herbicida de pós-emergência.

Fig. 6.32 - Infestação relativa com base no valor médio da matéria seca das plantas infestantes verificada à colheita do trigo na interacção dos tratamentos realizados, para os quatro anos de ensaio (— **sei-mob-sh = 100%**).

Portanto, a comparação dos valores relativos da produção de trigo e das plantas infestantes, permite uma complementaridade da informação e aumenta a capacidade de justificação das considerações já efectuadas, sobretudo, a influência dos tratamentos, caracterizados por diferentes graus de infestação, na produção da cultura.

6.3.8.3 PRODUTIVIDADE RELATIVA DO TRIGO EM FUNÇÃO DA PRECIPITAÇÃO ACUMULADA

Sabendo que o teor de humidade do solo depende da precipitação e é determinante para a germinação das sementes (Baskin *et al.*, 1993; Ego *et al.*, 2000; Hadas, 1982) e a consequente emergência de jovens plantas infestantes (Caixinhas, 1988; Froud-Williams, 2001; Grundy e Mead, 2000), conforme também foi verificado e analisado nos subcapítulos 6.1 e 6.2, procurou-se verificar, se a tendência já descrita, poderia ser observada através de relações entre a precipitação acumulada desde o início de cada ano agrícola até à data de sementeira da cultura e a produção relativa de trigo.

Para obter os valores relativos da produção de grão e de biomassa de trigo, foram consideradas como padrão as médias obtidas a partir das verificações efectuadas no trigo cultivado em condições onde houve a emergência de plântulas infestantes antes da

sementeira e com aplicação do herbicida em pós-emergência. Apesar das limitações resultantes do número de observações, uma vez que cada ano representa, neste caso, somente um valor, podemos constatar nas Figs. 6.33 e 6.34, que a tendência apresenta o sentido referido no subcapítulo anterior para a cultura semeada nos dois sistemas utilizados (sementeira directa e mobilização de preparação da cama da semente) e que não beneficiou da aplicação do herbicida em pós-emergência.

De facto, na Fig. 6.33, tanto a produção relativa de grão como de matéria seca da cultura do trigo em sementeira directa, aumentam com o acumular de precipitação no período de pré-sementeira, sendo a relação expressa por uma equação exponencial para os valores do grão (a) e linear para os da biomassa (b), mas só são significativas para uma probabilidade menor que 10%, ou seja, um intervalo de confiança de 90%.

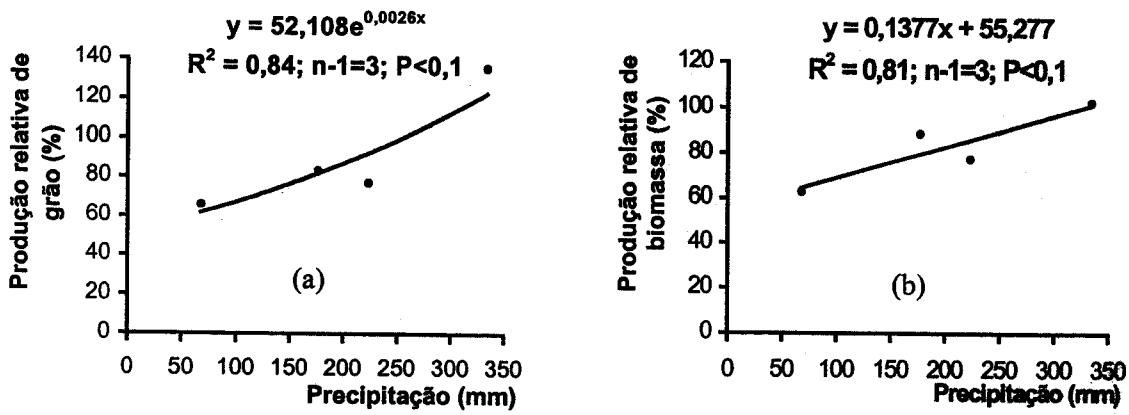


Fig. 6.33 - Relação da precipitação acumulada (mm) antes da sementeira directa da cultura do trigo com a sua produção relativa de grão (a) e com a de biomassa (b) (valores médios de quatro anos).

Conforme já foi mencionado, o aumento da precipitação acumulada antes da sementeira do trigo, permitiu a emergência de uma proporção elevada de ervas daninhas e o seu controlo em pré-sementeira. Como na sementeira directa só houve perturbação do solo na linha da cultura, a promoção da germinação das sementes e a consequente emergência de plântulas daninhas após a sementeira foi baixa, verificando-se um acréscimo do rendimento do trigo sem aplicação do herbicida em pós-emergência com o aumento da precipitação registada antes da sementeira, relativamente ao que se obteve com a aplicação do herbicida (Fig. 6.33).

Quanto aos valores que caracterizaram o rendimento relativo do trigo semeado em solo mobilizado e que não beneficiou do herbicida em pós-emergência, variam de forma inversa, diminuindo a produção relativa de grão e de matéria seca com o aumento da precipitação acumulada (Fig. 6.34). Nestas relações, quer a equação linear que estima os valores relativos do grão (a), quer a quadrática para os da biomassa (b), são significativas para uma probabilidade menor que 5%.

Com o acréscimo da precipitação registada antes da sementeira da cultura, há a hipótese de diminuir a eficácia do controlo das plantas infestantes emergidas realizado pelas alfaias de mobilização superficial utilizadas na preparação da cama da semente (escarificador e grade de discos), devido ao grande desenvolvimento de algumas ervas. Desta maneira, essas plantas conseguem reinstalar-se e continuar o crescimento dentro da cultura, tornando-se muito competitivas. Em consequência, limitam o desenvolvimento das plantas cultivadas e o respectivo rendimento do trigo (Fig. 6.34).

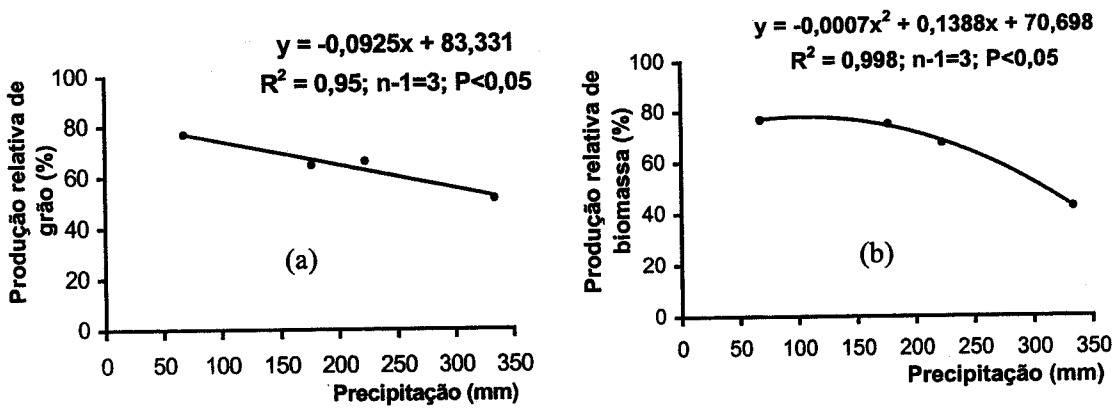


Fig. 6.34 - Relação da precipitação acumulada (mm) antes da realização da mobilização de preparação da cama da semente para a cultura do trigo com a sua produção relativa de grão (a) e com a de biomassa (b) (valores médios de quatro anos).

Por outro lado, como se verifica na Fig. 6.34, quando os valores da precipitação registada na pré-sementeira foram baixos, o rendimento relativo do trigo foi maior. Isto deve-se ao aumento da eficácia do controlo mecânico do potencial de infestação, porque há enterramento de sementes não germinadas, que lhes inibe a capacidade de germinarem, e também o controlo de ervas daninhas emergidas é mais eficaz, uma vez que a densidade populacional é baixa e as plantas estão pouco desenvolvidas.

Quando a precipitação ocorrida durante o período de pré-sementeira é muito elevada, como foi no ano de 1997/98, pode haver um atraso acentuado da sementeira e também um controlo eficaz da infestação potencial em pré-sementeira, o que parece ter permitido uma maior produtividade ao trigo em sementeira directa sem o herbicida aplicado em pós-emergência (Figs. 6.33 e 6.34). Relembra-se que na sementeira directa diminui a compactação do solo relativamente à mobilização de preparação da cama da semente, principalmente quando o solo tem um teor de humidade alto. O atraso da sementeira também condiciona a época de aplicação do herbicida em pós-emergência e, por vezes, as condições ambientais são desfavoráveis, as quais realçam a fitotoxicidade do produto químico e afectam o rendimento da cultura.

6.3.9 CONSIDERAÇÕES E REFLEXÕES FINAIS

Perante valores de precipitação superiores a 100 mm registados antes da sementeira da cultura do trigo, constatou-se que a proporção de plântulas infestantes emergidas em solos Mediterrâneos relativamente ao potencial verificado foi elevada. Nestas condições, o emprego de sistemas de baixo custo, nomeadamente a sementeira directa, permitiu controlar a infestação na pré-sementeira através da luta química (herbicida total, não residual e preferencialmente sistémico) e as perdas de produção do trigo, sem o controlo das infestantes em pós-emergência, não ultrapassaram os 21% em relação ao sistema de preparação da cama da semente com mobilização e a respectiva aplicação do herbicida em pós-emergência (Fig. 6.30; pág. 238).

O valor médio das perdas de produção dos quatro anos é de 13,1%, sendo influenciado pelos valores obtidos em 1997/98 (acréscimo de 13,7%) e 1998/99 (perda de 42%), que estão muito afastados da média (Fig. 6.30; pág. 238). Este afastamento, é resultante de diferentes condições ambientais, nomeadamente da grande quantidade de precipitação registada no Outono do ano agrícola de 1997/98, atrasando a sementeira do trigo, e da baixa precipitação acumulada na pré-sementeira em 1998/99, que limitou o aparecimento da população potencial de infestantes antes da sementeira da cultura.

Apesar do efeito da aplicação do herbicida em pós-emergência nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, e da infestação, ser significativo, o custo da sua utilização pode representar praticamente a receita bruta obtida da produtividade equivalente à quebra relativa de produção referente ao valor médio (13,1%) ou ao dos anos 1996/97 e 1999/00, caracterizados por condições ambientais que ocorrem com mais frequência no Sul de Portugal do que as condições registadas nos outros dois anos (1997/98 e 1998/99). Isto, aplicando a dose por unidade de superfície recomendada pelos fabricantes e considerando um limiar aceitável de produção de trigo para o sequeiro extensivo praticado nas condições edafo-climáticas semelhantes aquelas onde decorreu a experimentação próximo de 2500 $kg \cdot ha^{-1}$ e o actual preço de intervenção.

Por outro lado, quando a cama da semente foi preparada através dos trabalhos de mobilização do solo realizados após ocorrer uma acumulação de precipitação superior a 100 mm e, consequentemente, uma elevada proporção do potencial de plântulas infestantes emergidas, as perdas de produção ocorridas, sem aplicação do herbicida de pós-emergência, atingiram 33,8%, 35,3% e quase 50% nos anos agrícolas de 1996/97, 1999/00 e 1997/98, respectivamente, em relação ao tratamento que consistiu na aplicação do herbicida em pós-emergência (Fig. 6.30; pág. 238). Perante estes valores, e com base nos rendimentos atrás referidos e as perspectivas sobre a evolução dos preços dos cereais, justificar-se-á a rendibilidade obtida com a aplicação do herbicida em pós-emergência.

A partir do solo sem emergência de infestantes (solo seco), a produção relativa em ambos os sistemas usados para semear o trigo (sementeira directa e preparação da cama da semente com mobilização) variou de ano para ano (influência significativa do ano), devido ao potencial de infestação que depende do banco de sementes (Cardina *et al.*, 1991; Forcella *et al.*, 1996; Marshall e Arnold, 1944; Yenish *et al.*, 1992) e, sobretudo, às condições ambientais após a sementeira que garantem o aparecimento e o desenvolvimento da população potencial de infestantes, e a consequente competição entre plantas cultivadas e nocivas.

Embora se faça sentir a influência anual, na cultura do trigo semeada em solo onde não há emergência de jovens plantas infestantes (solo seco) e se prepara a cama da semente com mobilizações superficiais, podem emergir menos plantas infestantes na pós--sementeira do que no sistema de sementeira directa, ou seja, a infestação da cultura tende a ser menor. Por esta razão, pode existir uma melhor resposta produtiva do trigo semeado em solo mobilizado para preparar a cama da semente.

Em suma, quando há um atraso das primeiras chuvas, aumenta a dificuldade de efectuar um controlo eficiente da flora infestante dos cereais de Outono-Inverno em pré--sementeira, utilizando o sistema de sementeira directa (Basch, 1988).

Todavia, se a precipitação outonal registada antes da sementeira permitir maximizar o aparecimento da infestação potencial, esta é controlada no sistema de sementeira directa através da aplicação do herbicida em pré-sementeira sem perturbar de forma acentuada a camada superficial do solo. Nestas condições, a população de plantas infestantes emergidas depois da sementeira da cultura não parece causar perdas no rendimento do trigo, que justifiquem de forma clara, o resultado dos benefícios e dos custos da aplicação de herbicidas em pós-emergência.

6.4 RESPOSTA DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE TRIGO MOLE À DATA DE SEMENTEIRA

De acordo com a análise de variância efectuada a partir dos valores da produção e das respectivas componentes, verificados no ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole realizado no ano de 1994/95 em dois locais, constata-se no Anexo XIV, a influência significativa do local, da data de sementeira e dos genótipos, nos parâmetros atrás referidos.

Com a substituição do local pelo ano, ou seja, a experimentação realizou-se no mesmo local (herdade da Revelheira) ao longo do tempo (1996/97, 1998/99 e 1999/00), continuam a verificar-se efeitos significativos (Anexos XV e XVI). Isto, apesar da

diminuição, nalguns anos, do espaço temporal que decorreu entre a primeira e a última data de sementeira devido à impossibilidade da realização de todas as datas.

Quando as diferenças foram significativas, efectuou-se a separação de médias pelo teste "Duncan", sendo os valores médios diferentes indicados por letras diferentes nos quadros deste subcapítulo.

6.4.1 IMPACTO DO LOCAL OU DO ANO

Como o clima mediterrânico é caracterizado por uma distribuição errática da precipitação, sendo assim, variável de ano para ano, também o crescimento, o desenvolvimento e a resposta produtiva de qualquer cultura, oscilarão devido ao efeito ano. Além disso, o local pode influenciar o comportamento das culturas, através da própria heterogeneidade dos solos cultivados no Sul de Portugal com cereais de Outono-Inverno.

No Quadro 6.56, constata-se o efeito do local, embora seja referente a um só ano, que foi seco (Figs. 5.10 e 5.11; pág. 143). Essa escassez de precipitação foi mais acentuada em Beja (Fig. 5.10; pág. 143), e limita, segundo Martin *et al.* (1987) e Reeves *et al.* (1999), a produtividade do trigo. A partir desta restrição, mesmo que as condições edáficas sejam mais favoráveis, a produtividade potencial da cultura fica limitada pelo factor água (Maçãs *et al.*, 1996). Por isso, apesar do rendimento ter sido em geral baixo, o local de Beja apresentou uma produção de trigo inferior, resultante de valores mais baixos para o número de grãos por unidade de superfície e para o peso do grão (Quadro 6.56).

Quadro 6.56 - Efeito do local nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca e índice de colheita no ensaio realizado em 1994/95.

PARÂMETROS	LOCAL		
	ÉVORA	BEJA	MÉDIA
Taxa de afilhamento	1,071 b	1,438 a	1,255
Nº grãos·espiga^{-1}	31,6 a	25,0 b	28,3
Nº grãos·m^{-2}	6076,4 a	4664,3 b	5370,3
Peso grão (mg)	25,20 a	22,97 b	24,08
Produção de grão (kg·ha^{-1})	1492,8 a	1062,1 b	1277,5
Matéria seca (kg·ha^{-1})	5881,9 b	6648,3 a	6265,1
Índice de colheita	0,259 a	0,162 b	0,210

Quanto ao efeito do ano no local da Revelheira, é igualmente significativo (Anexos XV e XVI), quer na análise de três anos com duas datas de sementeira quer na de dois anos em que se realizaram três datas (Quadros 6.57 e 6.58).

Aliás, esta influência do ano faz-se sentir logo no estabelecimento da população, tendo sido obtido um número de plantas de trigo significativamente superior em 1996/97 (Quadro 6.57) e até maior que a população pretendida, devido a condições excepcionalmente favoráveis para a germinação das sementes e emergência das plântulas.

Por outro lado, no ano de 1999/00 ocorreu um extenso período seco na fase vegetativa e início da fase reprodutiva, condicionando o número de espigas potenciais na transição dos estados de encanamento para emborrachamento (Quadro 6.57). Todavia, a elevada precipitação caída na Primavera, nomeadamente em Abril, associada à descida da temperatura (Fig. 5.7; pág. 135), permitiu uma renovação e rebentação bastante significativa de caules e, por isso, a quantificação do número de espigas produtivas foi superior ao que tinha sido verificado para as potenciais (Quadros 6.57 e 6.58). Isto reflecte a irregularidade do nosso clima, sendo, no entanto, baixa a probabilidade de ocorrerem condições atmosféricas como as de 1999/00.

Porém, essa humidade durante a Primavera favoreceu a formação de uma componente determinante da produção, como é o número de grãos por unidade de superfície (Fischer, 2001), o qual foi significativamente superior e, consequentemente, também a produção de grão (Quadros 6.57 e 6.58).

Quadro 6.57 - Efeito do ano nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas com a realização de duas datas de sementeira na Revelheira.

PARÂMETROS	ANOS			
	1996/97	1998/99	1999/00	MÉDIA
Nº plantas emergidas·m^{-2}	395,9 a	182,2 b	198,7 b	258,9
Nº espigas potenciais·m^{-2}	552,7 a	378,6 b	276,0 c	402,4
Taxa de afilhamento	0,406 b	1,433 a	0,581 b	0,807
Nº espigas produtivas·m^{-2}	379,2 a	283,8 b	365,4 a	342,8
Taxa de sobrevivência	0,717 b	0,745 b	1,366 a	0,943
Nº grãos·espiga^{-1}	21,6 b	26,0 a	26,1 a	24,6
Nº grãos·m^{-2}	8068,0 b	6977,6 c	9299,8 a	8115,1
Peso grão (mg)	29,99 b	31,83 a	30,11 b	30,64
Produção de grão (kg·ha^{-1})	2411,0 b	2222,2 b	2777,3 a	2470,2
Matéria seca (kg·ha^{-1})	6971,9 b	6383,1 c	7508,9 a	6954,6
Índice de colheita	0,346 b	0,348 b	0,372 a	0,355
Altura das plantas (cm)	72,6 a	66,5 b	65,6 b	68,2

Quadro 6.58 - Efeito do ano nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas com a realização de três datas de sementeira na Revelheira.

PARÂMETROS	ANOS		
	1998/99	1999/00	MÉDIA
Nº plantas emergidas·m^{-2}	183,8 b	208,1 a	196,0
Taxa de afilhamento	1,131 a	0,677 b	0,904
Nº espigas produtivas·m^{-2}	268,7 b	360,3 a	314,5
Taxa de sobrevivência	0,810 b	1,212 a	1,011
Nº grãos·espiga^{-1}	24,1 b	26,2 a	25,1
Nº grãos·m^{-2}	6184,3 b	9063,3 a	7623,7
Peso grão (mg)	32,26 a	28,19 b	30,22
Produção de grão (kg·ha^{-1})	1982,8 b	2541,8 a	2262,3
Matéria seca (kg·ha^{-1})	5464,3 b	7208,2 a	6336,3
Índice de colheita	0,370 a	0,353 b	0,362
Altura das plantas (cm)	62,7 b	65,0 a	63,9

Confirma-se desta maneira, a importância do número de grãos por unidade de superfície (Carvalho, 1991), que está muito dependente da quantidade de espigas produtivas, para a determinação da produção nas regiões mediterrânicas. Como consequência do acréscimo do número de grãos, por vezes, também aumenta a razão entre a produção de grão e a de biomassa total, devido ao acréscimo do peso do grão relativamente ao peso da palha (folhas mais caules), conforme se pode verificar pelos valores do índice de colheita (Quadro 6.57).

6.4.2 IMPORTÂNCIA DA ÉPOCA DE SEMENTEIRA

Perante as nossas condições climáticas, as sementeiras de trigo realizadas após meados de Dezembro podem limitar a produção de grão da cultura, particularmente em sistemas de sequeiro e, sobretudo, em anos secos caracterizados por valores baixos de precipitação. Este facto é verificado a partir das quatro datas realizadas no ano de 1994/95 em Évora e Beja (Quadros 6.59 e 6.60).

Embora haja diferenças significativas entre as médias da produção de grão das duas datas iniciais, devido aos valores de algumas componentes, particularmente do peso do grão, poder-se-á considerar, que o intervalo de variação é muito pequeno, sendo o rendimento em biomassa similar e não diferente, estatisticamente (Quadro 6.59).

A diferença significativa da produção de grão deve-se ao local de Évora, registando-se um decréscimo de 326,8 kg·ha^{-1} da primeira para a segunda data (Quadro 6.60).

Quanto às duas últimas datas (terceira e quarta), são caracterizadas por perdas significativas ao nível do rendimento relativamente às duas primeiras, quer seja considerada a produção de grão ou de matéria seca (Quadro 6.59). Para isso, contribuiu o menor número de espigas produtivas, verificado nestas duas datas, e o consequente número de grãos por unidade de superfície (Quadro 6.59). O atraso para esta época de sementeira limita a fase vegetativa, havendo um decréscimo significativo das espigas potenciais, conforme referem Spink *et al.* (2000), resultante de uma quebra significativa da taxa de afilhamento (Quadro 6.59), devido ao encurtamento do perído temporal com condições favoráveis para o respectivo estado vegetativo (afilhamento).

O avanço da data de sementeira diminuiu significativamente o número de espigas produtivas (Quadro 6.59), sendo o decréscimo causado pelas sementeiras tardias também referido noutros trabalhos (Donaldson *et al.*, 2001; Kerr *et al.*, 1992).

Quadro 6.59 - Efeito da data de sementeira nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas no ensaio realizado em Évora e Beja no ano de 1994/95.

PARÂMETROS	DATA DE SEMENTEIRA			
	31-10-1994	16-11-1994	15-12-1994	29-12-1994
Nº plantas emergidas·m^{-2}	210,0 a	195,9 a	149,1 b	159,8 b
Nº espigas potenciais·m^{-2}	533,7 a	523,8 a	222,2 b	235,3 b
Taxa de afilhamento	1,754 a	1,885 a	0,685 b	0,694 b
Nº espigas produtivas·m^{-2}	231,0 a	244,6 a	139,4 b	143,6 b
Taxa de sobrevivência	0,464 b	0,498 b	0,651 a	0,631 a
Nº grãos·espiga^{-1}	36,9 a	31,7 ab	26,7 b	17,7 c
Nº grãos·m^{-2}	7851,2 a	7594,1 a	3556,4 b	2479,8 c
Peso grão (mg)	24,05 a	22,65 b	24,77 a	24,87 a
Produção de grão (kg·ha^{-1})	1895,1 a	1723,4 b	868,7 c	622,7 d
Matéria seca (kg·ha^{-1})	8933,4 a	8759,4 a	4388,7 b	2978,9 c
Altura das plantas (cm)	77,8 a	72,5 b	50,8 c	43,1 d

Qualquer dos locais apresenta esta tendência (Quadro 6.60), tendo sido a quarta data (29-12-1994) em Beja ainda mais limitativa e até com uma produção de grão significativamente inferior à da terceira (15-12-1994), devido a um reduzido número de grãos por unidade de superfície (Quadro 6.60). Todavia, no local de Évora, as duas últimas datas (terceira e quarta) apresentaram um comportamento semelhante, com pequena

variação nos valores médios da produção e das suas componentes e similares aos que foram verificados na terceira data (15-12-1994) em Beja (Quadro 6.60). Porém, neste período de sementeira de meados a fim de Dezembro, os rendimentos foram baixos e condicionam qualquer estratégia agronómica.

No entanto, como estes resultados são referentes a quatro datas realizadas num só ano, caracterizado por condições de secura, poder-se-ão verificar respostas diferentes do trigo em anos chuvosos e a sua produtividade ser superior no solo de Beja, mesmo em datas de sementeira mais tardias.

Quadro 6.60 - Efeito da interacção do local com a data de sementeira nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas no ensaio realizado em 1994/95.

PARÂMETROS	ÉVORA				BEJA			
	31-10-1994	16-11-1994	15-12-1994	29-12-1994	31-10-1994	16-11-1994	15-12-1994	29-12-1994
Nº plantas emergidas m^{-2}	259,2 a	219,7 ab	145,2 de	125,6 e	160,7 ce	172,1 cd	153,1 ce	194,0 bc
Nº espigas potenciais m^{-2}	614,8 a	470,8 b	229,5 c	227,6 c	452,7 b	576,8 a	214,8 c	243,0 c
Taxa de afilhamento	1,424 b	1,194 bc	0,733 cd	0,934 bd	2,085 a	2,576 a	0,638 cd	0,453 d
Taxa de sobrevivência	0,390 d	0,538 bc	0,645 ab	0,715 a	0,538 bc	0,457 cd	0,657 ab	0,546 bc
Nº grãos espiga $^{-1}$	45,7 a	35,5 b	25,7 c	19,3 cd	28,1 bc	27,8 bc	27,8 bc	16,2 d
Nº grãos m^{-2}	9310,8 a	8507,0 b	3591,6 d	2896,2 d	6391,6 c	6681,2 c	3521,1 d	2063,4 e
Produção de grão (kg·ha $^{-1}$)	2332,8 a	2006,0 b	878,0 d	754,6 d	1457,5 c	1440,8 c	859,4 d	480,8 e
Matéria seca (kg·ha $^{-1}$)	9333,6 ab	7698,6 c	3617,5 e	2878,1 e	8533,3 b	9820,2 a	5160,0 d	3079,8 e
Altura das plantas (cm)	78,9 a	73,4 b	48,7 d	45,3 e	76,7 a	71,7 b	53,0 c	40,9 f

Ao analisarmos duas datas de sementeira realizadas em três anos (1996/97, 1998/99 e 1999/00) na região de Reguengos de Monsaraz (herdade da Revelheira), confirma-se a diferença significativa na produção de trigo (Quadro 6.61), mas com uma pequena amplitude (232,2 kg·ha^{-1}). A matéria seca também apresenta uma tendência semelhante e a variação entre os valores verificados é igualmente baixa (Quadro 6.61). Destaca-se, ainda, a compensação do menor número de plantas emergidas na primeira data pelo afilhamento, garantindo que as diferenças entre as duas datas na quantidade de espigas potenciais e produtivas não seja significativa.

Geralmente, parece haver condições para uma resposta produtiva mais favorável da cultura do trigo, quando a sua sementeira nas regiões alentejanas é realizada desde o fim de Outubro até ao fim da primeira quinzena de Novembro, tendo sido este, o período em que foram semeadas as primeiras datas nos três anos (30-10-1996, 10-11-1998 e 15-11-1999). Esta tendência, constata-se através dos valores médios do rendimento, apresentados no Quadro 6.62. Contudo, nas segundas datas que decorreram no fim de Novembro (26-11--1996 e 30-11-1998) e mesmo na segunda quinzena de Dezembro (20-12-1999), a

produção de grão atingiu ainda limiares que parecem ser viáveis (aproximadamente ≥ 2000 $kg \cdot ha^{-1}$).

Quadro 6.61 - Efeito da data de sementeira nos parâmetros da produção de grão de trigo e de algumas das suas componentes, matéria seca e altura das plantas no ensaio realizado em 1996/97, 1998/99 e 1999/00 na Revelheira.

PARÂMETROS	DATA DE SEMENTEIRA	
	PRIMEIRA	SEGUNDA
Nº plantas emergidas·m^{-2}	235,1 b	282,7 a
Taxa de afilhamento	1,079 a	0,534 b
Peso grão (mg)	32,03 a	29,3 b
Produção de grão ($kg \cdot ha^{-1}$)	2586,3 a	2354,0 b
Matéria seca ($kg \cdot ha^{-1}$)	7163,1 a	6746,1 b
Altura das plantas (cm)	70,9 a	65,6 b

Primeira data de sementeira: 30-10-1996; 10-11-1998; 15-11-1999.
Segunda data de sementeira: 26-11-1996; 30-11-1998; 20-12-1999.

Por esta razão, a variabilidade das condições de cada ano, sobretudo as atmosféricas, exercem um efeito bastante acentuado no desenvolvimento da cultura desde os estados iniciais (Carvalho, 1994), sendo determinantes na formação do seu rendimento. Em 1996/97, a escassez de precipitação no fim do Inverno e no início da Primavera, particularmente nos meses de Fevereiro e Março (Fig. 5.4; pág. 133), prejudicou o número de grãos e o peso do grão de trigo na sementeira realizada no fim de Novembro relativamente ao início deste mês (Quadro 6.62). No ano de 1998/99, houve um melhor comportamento da cultura na segunda data de sementeira, porque a fraca precipitação nos meses de Outubro e de Novembro (Fig. 5.6; pág. 134) prejudicou a emergência da população pretendida na primeira data, sendo este, um condicionalismo, referido por Carvalho (1994) e Kerr *et al.* (1992), para o estabelecimento adequado da cultura. Apesar de uma maior taxa de afilhamento, esta não foi suficiente para compensar o número de plantas por unidade de superfície, resultando uma menor quantidade tanto de espigas potenciais e produtivas como de grãos (Quadro 6.62). Quanto ao ano de 1999/00, a elevada precipitação caída na Primavera, principalmente no mês de Abril, em que duplicou o valor médio de trinta anos (Fig. 5.7; pág. 135), parece ter sido bastante favorável ao trigo, que apresentou um bom rendimento, mesmo numa data de sementeira já dentro da segunda quinzena de Dezembro (20-12-1999) com uma produção média de 2484,7 $kg \cdot ha^{-1}$ (Quadro 6.62).

Quadro 6.62 - Efeito da interacção do ano com a data de sementeira nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas no ensaio realizado na Revelheira.

PARÂMETROS	1996/97		1998/99		1999/00	
	PRIMEIRA (30-10-96)	SEGUNDA (26-11-96)	PRIMEIRA (10-11-98)	SEGUNDA (30-11-98)	PRIMEIRA (15-11-99)	SEGUNDA (20-12-99)
Nº plantas emergidas·m^{-2}	404,1 a	387,7 a	137,0 c	227,3 b	164,2 c	233,1 b
Nº espigas potenciais·m^{-2}	569,4 a	536,1 a	333,3 c	423,8 b	294,3 cd	257,7 d
Taxa de afilhamento	0,410 c	0,402 c	1,833 a	1,032 b	0,993 b	0,169 c
Nº espigas produtivas·m^{-2}	399,8 a	358,6 ab	235,8 c	331,7 b	376,9 ab	353,9 ab
Taxa de sobrevivência	0,745 c	0,690 c	0,710 c	0,780 c	1,310 b	1,423 a
Nº grãos·m^{-2}	8861,7 b	7274,2 d	5914,2 e	8041,1 c	9662,2 a	8937,4 ab
Peso grão (mg)	32,43 a	27,54 b	31,45 a	32,21 a	32,20 a	28,02 b
Produção de grão (kg·ha^{-1})	2830,6 ab	1991,5 d	1858,5 d	2585,9 bc	3069,9 a	2484,7 c
Matéria seca (kg·ha^{-1})	7580,6 b	6363,1 d	5564,8 e	7201,3 bc	8343,9 a	6673,9 cd
Índice de colheita	0,377 a	0,315 c	0,338 bc	0,358 ab	0,371 a	0,373 a
Altura das plantas (cm)	76,8 a	68,5 b	68,4 b	64,6 c	67,5 b	63,7 c

Dentro dos três anos referidos, houve dois com três datas de sementeira de trigo, tendo sido obtido um rendimento similar nas duas primeiras (aproximadamente 2500 kg·ha^{-1}) e diferente, estatisticamente, da terceira data (Quadro 6.63). Nesta, a produção de grão teve um decréscimo de aproximadamente 700 kg·ha^{-1} e este menor rendimento foi também influenciado pela formação de menos grãos por unidade de superfície (Quadro 6.63).

Quadro 6.63 - Efeito da data de sementeira nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas no ensaio realizado em 1998/99 e 1999/00 na Revelheira.

PARÂMETROS	DATA DE SEMENTEIRA		
	PRIMEIRA	SEGUNDA	TERCEIRA
Nº plantas emergidas·m^{-2}	150,6 b	230,2 a	207,1 a
Taxa de afilhamento	1,413 a	0,600 b	0,699 b
Taxa de sobrevivência	1,010 b	1,101 a	0,921 c
Nº grãos·espiga^{-1}	26,6 a	25,5 ab	23,2 b
Nº grãos·m^{-2}	7788,2 b	8489,2 a	6593,9 c
Peso grão (mg)	31,82 a	30,11 b	28,73 c
Produção de grão (kg·ha^{-1})	2464,2 a	2535,3 a	1787,4 b
Matéria seca (kg·ha^{-1})	6954,4 a	6937,6 a	5116,8 b
Altura das plantas (cm)	67,9 a	64,1 b	59,6 c

Primeira data de sementeira: 10-11-1998; 15-11-1999. Segunda data de sementeira: 30-11-1998; 20-12-1999. Terceira data de sementeira: 15-01-1999; 10-01-2000.

Na interacção dos dois anos com as três datas de sementeira, verificamos que na terceira e última, correspondendo a uma época da primeira quinzena de Janeiro, mais precisamente a 15/01/1999 (1998/99) e a 10/01/2000 (1999/00), o rendimento do trigo foi significativamente diferente das duas primeiras (Quadro 6.64). Todavia, a ocorrência de precipitação nos meses de Março, Abril e Maio, foi semelhante à média de trinta anos em 1998/99 (Fig. 5.6; pág. 134) e até superior em 1999/00 (Fig. 5.7; pág. 135), tendo sido obtida uma produção média de 1504 $kg \cdot ha^{-1}$, no primeiro destes dois anos, e de 2070,7 $kg \cdot ha^{-1}$, no último (Quadro 6.64).

Quadro 6.64 - Efeito da interacção do ano com a data de sementeira nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas no ensaio realizado na Revelheira.

PARÂMETROS	1998/99			1999/00		
	PRIMEIRA (10-11-98)	SEGUNDA (30-11-98)	TERCEIRA (15-01-99)	PRIMEIRA (15-11-99)	SEGUNDA (20-12-99)	TERCEIRA (10-01-00)
Nº espigas potenciais·m^{-2}	333,3 b	423,9 a	253,7 c	294,3 bc	257,7 c	387,6 a
Taxa de afilhamento	1,833 a	1,032 b	0,529 c	0,993 b	0,169 d	0,868 b
Nº espigas produtivas·m^{-2}	235,7 b	331,7 a	238,5 b	376,9 a	353,9 a	350,2 a
Taxa de sobrevivência	0,710 d	0,780 d	0,940 c	1,310 b	1,423 a	0,903 c
Nº grãos·espiga^{-1}	26,9 a	25,1 a	20,2 b	26,3 a	25,9 a	26,3 a
Nº grãos·m^{-2}	5914,2 d	8041,1 c	4597,5 e	9662,2 a	8937,4 ab	8590,2 bc
Peso grão (mg)	31,45 b	32,21 ab	33,11 a	32,20 ab	28,02 c	24,35 d
Produção de grão ($kg \cdot ha^{-1}$)	1858,5 c	2585,9 b	1504,2 d	3069,9 a	2484,7 b	2070,7 c
Matéria seca ($kg \cdot ha^{-1}$)	5564,8 c	7201,3 b	3626,8 d	8343,9 a	6673,9 b	6606,9 b
Índice de colheita	0,338 c	0,358 b	0,415 a	0,371 b	0,373 b	0,315 d
Altura das plantas (cm)	68,4 a	64,6 b	55,2 c	67,5 a	63,7 b	64,0 b

Sendo o número de grãos por unidade de superfície determinante para a produção de grão, na Fig. 6.35, relacionam-se as datas de sementeira realizadas até ao fim de Dezembro com os valores médios da componente número de grãos (a) e com os da produção de grão da cultura (b). Apesar de não haver uma grande qualidade nos ajustamentos (coeficiente de determinação baixo e significativo somente para $P \leq 0,06$), devido à própria variabilidade anual, quando as datas de sementeira permitiram uma melhor formação do número de grãos (Fig. 6.35 (a)), obtiveram-se produções mais elevadas (Fig. 6.35 (b)).

Assim, as datas de sementeira de trigo desde o fim de Outubro até à segunda quinzena de Novembro, podem permitir rendimentos viáveis desta cultura relativamente à média da região, variando o valor com as próprias condições climáticas do ano. Geralmente, a cultura semeada no início deste período (fim de Outubro e princípio de Novembro) tende a atingir produções mais altas. No entanto, quando a humidade do solo

no período de sementeira não é suficiente para garantir a germinação das sementes e a emergência das plantas, pode apresentar rendimentos inferiores relativamente aos verificados no trigo semeado até à segunda quinzena de Novembro (exemplo de 1998/99).

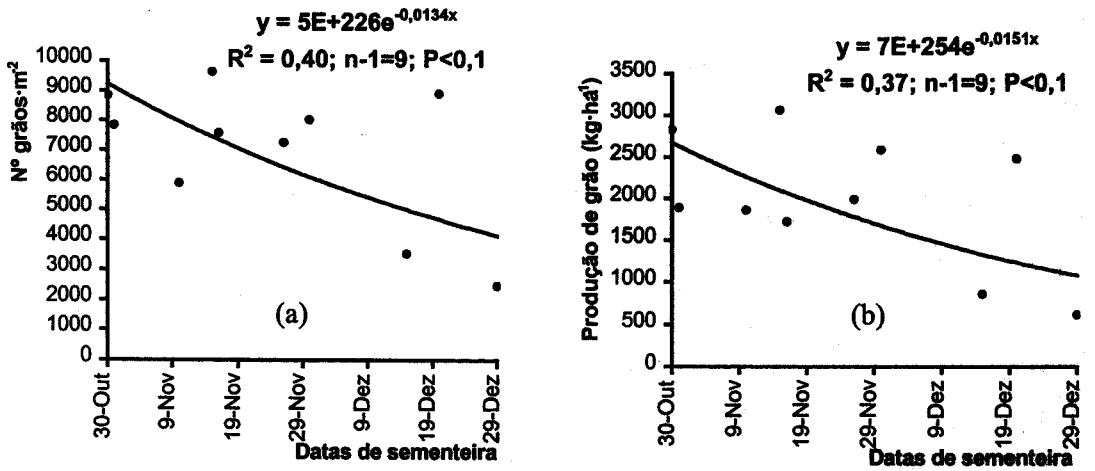


Fig. 6.35 - Relação das datas de sementeira do trigo dos vários anos de ensaio com os valores médios do número de grãos por m^2 (a) e com os da produção de grão (b).

Por outro lado, é provável, que as sementeiras tardias possam limitar a produção de grão de trigo, conforme referem Benbella e Paulsen (1998b) e Coventry *et al.* (1993), sobretudo as realizadas em Dezembro de anos agrícolas que sejam secos no período entre o fim do Inverno e o início da Primavera. Porém, o efeito negativo destas sementeiras tardias sobre a produtividade, será minimizado, quando ocorrem Primaveras húmidas.

6.4.3 COMPORTAMENTO DE DIFERENTE GERMOPLASMA

A partir das análises de variância, constata-se a influência significativa dos genótipos nos parâmetros da produção e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas (Anexos XIV, XV e XVI).

No Quadro 6.65, verifica-se que existiu uma melhor adaptação dos genótipos TE 9114, TE 9405, HAHN"S"*2/PRL"S", que atingiram produções mais elevadas e são diferentes, estatisticamente, de todos os outros, excepto do TE 9202 (Sever) e do TE 9403, no ensaio que decorreu em Évora e Beja no ano de 1994/95.

Para o ensaio realizado na herdade da Revelheira durante três anos com duas datas de sementeira, continuou a haver um melhor comportamento de alguns genótipos, nomeadamente o TE 9111 (Nabão), com uma produção média significativamente diferente dos restantes (Quadro 6.66). Contudo, existem outros, que tiveram uma boa resposta

produtiva, como são os exemplos: TE 9113; TE 9114; TE 9301; TE 9009 (Eufrates); TE 9202 (Sever); Anza; TE 9104; HAHN"S"*2/PRL"S" (Quadro 6.66).

Quadro 6.65 - Efeito do genótipo de trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas no ensaio realizado em Évora e Beja no ano de 1994/95.

GENÓTIPOS	Nº plantas emerg·m^{-2}	Nº espigas pot·m^{-2}	Taxa de afilham.	Nº espigas prod·m^{-2}	Taxa de sobrev.	Nº grãos espiga^{-1}
TE 9202 (SEVER)	198,3 ab	346,8 eg	0,973 eg	190,3 bc	0,598 ac	24,7 df
ANZA	163,3 eg	377,4 de	1,507 cd	182,1 bc	0,546 ce	26,6 bf
TE 9304	190,6 ad	348,4 eg	0,883 eg	184,7 bc	0,561 cd	28,0 bf
TX/AMI (JORDÃO)	194,6 ac	604,0 a	2,267 a	231,5 a	0,466 f	23,3 ef
CENTAURO	156,8 fg	420,0 c	1,768 bc	200,2 b	0,536 ce	23,7 df
TE 9009 (EUFRATES)	184,8 be	512,8 b	1,946 b	202,9 b	0,462 f	25,6 cf
TE 9111 (NABÃO)	164,4 eg	375,7 de	1,367 d	189,3 bc	0,534 de	32,9 ac
TE 9104	188,8 ad	365,5 ef	1,019 eg	170,1 cd	0,494 ef	21,8 f
TE 9301	158,5 fg	284,5 h	0,867 fg	160,5 d	0,581 bd	36,6 a
TE 9113	170,6 df	285,8 h	0,802 g	168,4 cd	0,644 a	29,0 bf
TE 9114	172,0 cf	314,4 gh	0,918 eg	188,5 bc	0,650 a	31,1 ad
TE 9112	210,9 a	328,6 fg	0,718 g	192,8 b	0,629 ab	26,8 bf
TE 9403	183,8 be	385,4 ce	1,193 df	199,6 b	0,558 cd	30,4 ae
TE 9405	147,7 g	327,3 fg	1,368 d	181,2 bd	0,593 ad	33,8 ab
HAHN"S"*2/PRL"S"	195,6 ab	404,8 cd	1,222 de	202,4 b	0,560 cd	29,9 ae

emerg. - emergidas; pot. - potenciais; afilham. - afilhamento; prod. - produtivas; sobrev. - sobrevivência.

Quadro 6.65 – Continuação.

GENÓTIPOS	Nº grãos m^{-2}	Peso grão (mg)	Produção grão (kg·ha^{-1})	Matéria seca (kg·ha^{-1})	Índice colheita	Altura das plantas (cm)
TE 9202 (SEVER)	4934,8 fg	28,89 a	1433,9 ab	6558,3 ab	0,221 cf	67,8 ab
ANZA	5147,5 eg	22,41 g	1130,3 e	5177,1 d	0,231 ac	60,4 f
TE 9304	5400,4 de	25,02 e	1313,8 cd	6509,1 ab	0,200 gi	55,0 i
TX/AMI (JORDÃO)	5357,5 df	19,49 i	1041,5 ef	5336,0 cd	0,199 gi	51,5 j
CENTAURO	4735,0 g	20,81 h	981,6 f	6266,0 ab	0,183 i	49,4 k
TE 9009 (EUFRATES)	5103,6 eg	20,92 h	1082,4 ef	6048,0 bc	0,195 hi	55,9 hi
TE 9111 (NABÃO)	6512,4 a	20,54 h	1290,2 d	6308,6 ab	0,209 eh	62,7 e
TE 9104	3998,6 h	27,20 bc	1098,0 e	6955,9 a	0,157 j	58,6 g
TE 9301	4991,4 eg	26,18 d	1307,0 cd	6176,5 ab	0,214 dg	67,8 ab
TE 9113	4941,7 fg	26,93 c	1325,8 bd	6423,4 ab	0,206 fh	65,4 cd
TE 9114	5734,0 cd	27,68 b	1526,4 a	6619,7 ab	0,240 ab	64,7 d
TE 9112	5203,2 ef	24,83 e	1262,2 d	6444,9 ab	0,201 gi	66,6 bc
TE 9403	6007,1 bc	23,21 f	1410,9 ac	6359,2 ab	0,228 bd	63,8 de
TE 9405	6192,8 ab	23,81 f	1487,1 a	6210,3 ab	0,247 a	69,0 a
HAHN"S"*2/PRL"S"	6295,3 ab	23,38 f	1471,1 a	6583,8 ab	0,225 be	57,3 gh

Quadro 6.66 - Efeito do genótipo de trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas com duas datas de sementeira realizadas em 1996/97, 1998/99 e 1999/00 na Revelheira.

GENÓTIPOS	N° plantas emerg·m^{-2}	N° espigas pot·m^{-2}	Taxa de afilham.	N° espigas prod·m^{-2}	Taxa de sobrev.	N° grãos espiga^{-1}
TE 9202 (SEVER)	277,1 ac	371,4 ef	0,474 ef	356,0 cd	1,008 bd	20,2 f
ANZA	276,5 ac	412,5 d	0,692 e	383,5 bf	1,055 ab	23,0 df
TE 9304	283,6 ab	375,5 e	0,462 ef	316,1 ef	0,905 ef	24,2 be
TX/AMI (JORDÃO)	272,1 ac	603,0 a	1,397 a	423,7 a	0,776 h	22,9 df
CENTAURO	260,1 be	488,2 c	1,108 bc	370,6 bc	0,877 eg	22,9 df
TE 9009 (EUFRATES)	258,1 be	546,0 b	1,297 ab	401,2 ab	0,861 fg	22,4 ef
TE 9111 (NABÃO)	298,7 a	460,1 c	0,709 de	426,4 a	1,031 ac	25,5 ae
TE 9104	242,8 ce	359,1 eg	0,950 cd	268,9 g	0,820 gh	27,5 a
TE 9301	261,9 ad	332,2 fg	0,393 f	294,9 fg	0,927 df	27,3 ab
TE 9113	265,7 ac	341,3 eg	0,520 ef	301,0 eg	0,925 df	26,4 ac
TE 9114	245,7 be	325,5 g	0,461 ef	324,2 df	1,103 a	23,9 ce
TE 9112	244,1 ce	331,1 fg	0,563 ef	300,0 eg	0,959 ce	25,8 ad
TE 9403	226,8 de	353,6 eg	1,445 a	316,1 ef	0,941 df	25,5 ae
TE 9405	247,7 be	365,2 eg	0,592 ef	330,5 de	1,004 bd	25,2 ae
HAHN"S"*2/PRL"S"	222,8 e	371,7 ef	1,038 c	328,5 df	0,951 ce	25,9 ad

Emerg. - emergidas; pot. - potenciais; afilham. - afilhamento; prod. - produtivas; sobrev. - sobrevivência.

Quadro 6.66 - Continuação.

GENÓTIPOS	N° grãos m^{-2}	Peso grão (mg)	Produção grão (kg·ha^{-1})	Matéria seca (kg·ha^{-1})	Índice colheita	Altura das plantas (cm)
TE 9202 (SEVER)	7065,4 h	35,06 a	2510,2 be	7196,2 ac	0,345 ab	69,7 cd
ANZA	8724,5 cd	28,25 d	2467,3 bf	6878,6 be	0,361 ab	68,1 d
TE 9304	7532,9 fh	31,33 c	2364,3 df	6706,2 ce	0,354 ab	63,8 ef
TX/AMI (JORDÃO)	9522,4 b	24,68 f	2352,4 df	6571,2 ce	0,357 ab	64,6 ef
CENTAURO	8377,5cd	27,04 e	2263,5 fg	6334,9 de	0,356 ab	61,5 g
TE 9009 (EUFRATES)	8728,7 c	29,06 d	2563,7 bd	6865,2 be	0,369 a	69,4 cd
TE 9111 (NABÃO)	10629,8 a	26,72 e	2851,5 a	7663,8 a	0,375 a	69,8 cd
TE 9104	7102,2 h	34,75 a	2445,9 bf	7234,4 ac	0,337 b	72,3 a
TE 9301	7737,5 eg	33,68 b	2612,1 bc	7211,9 ac	0,365 ab	72,3 a
TE 9113	7476,3 gh	35,57 a	2660,3 b	7698,8 a	0,348 ab	72,0 ab
TE 9114	7579,0 fh	34,79 a	2641,9 b	7408,8 ab	0,359 ab	70,3 ac
TE 9112	7556,6 fh	30,62 c	2317,3 ef	6913,7 bd	0,336 b	70,8 ac
TE 9403	7350,0 gh	28,54 d	2099,0 g	6223,7 e	0,337 b	65,5 e
TE 9405	8234,2 ce	29,15 d	2419,3 cf	6582,5 ce	0,365 ab	70,0 bd
HAHN"S"*2/PRL"S"	8110,0 df	30,37 c	2483,8 bf	6829,0 be	0,365 ab	63,4 fg

Igualmente, em dois destes anos com três datas, houve genótipos que expressaram maior capacidade produtiva, destacando-se também o TE 9111 (Nabão), que é diferente, estatisticamente, dos outros catorze (Quadro 6.67). Por sua vez, o rendimento do TE 9114,

TE 9009 (Eufrates), TE 9301 e HAHN"S"*2/PRL"S", foi superior ao dos restantes, embora não diferente, estatisticamente, de alguns (Quadro 6.67).

Quadro 6.67 - Efeito do genótipo de trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas com três datas de sementeira realizadas em 1998/99 e 1999/00 na Revelheira.

GENÓTIPOS	Nº plantas emerg·m^{-2}	Nº espigas pot·m^{-2}	Taxa de afilham.	Nº espigas prod·m^{-2}	Taxa de sobrev.	Nº grãos espiga^{-1}
TE 9202 (SEVER)	214,7 ac	317,3 de	0,591 fg	315,3 df	1,032 ce	20,6 e
ANZA	207,2 ac	364,2 bc	0,912 ce	374,4 ab	1,121 ab	22,2 de
TE 9304	225,8 ab	322,5 de	0,534 fg	304,8 df	0,981 df	24,2 bd
TX/AMI (JORDÃO)	217,4 ac	452,2 a	1,308 b	403,8 a	0,914 fg	22,7 ce
CENTAURO	184,3 bc	372,8 b	1,184 bc	352,2 bc	0,991 df	22,7 ce
TE 9009 (EUFRATES)	184,1 bc	370,4 b	1,253 b	333,7 cd	0,949 eg	25,5 bd
TE 9111 (NABÃO)	240,3 a	384,6 b	0,765 df	395,4 a	1,092 ac	25,9 bc
TE 9104	176,3 cd	279,3 fg	1,018 bd	240,4 h	0,895 g	29,4 a
TE 9301	220,9 ab	276,7 fg	0,389 g	268,4 gh	0,982 df	27,5 ab
TE 9113	193,0 bc	258,9 g	0,580 fg	243,3 h	0,952 eg	29,1 a
TE 9114	206,9 ac	279,5 fg	0,512 fg	299,5 eg	1,145 a	24,2 bd
TE 9112	193,7 bc	290,7 eg	0,630 eg	288,6 fg	1,029 ce	25,6 bd
TE 9403	144,0 d	274,7 fg	1,798 a	280,8 fg	1,017 ce	25,6 bd
TE 9405	188,4 bc	332,3 cd	0,814 df	326,7 ce	1,060 bd	24,2 bd
HAHN"S"*2/PRL"S"	142,6 d	299,8 df	1,274 b	290,2 fg	1,003 de	27,5 ab

emerg. - emergidas; pot. - potenciais; afilham. - afilhamento; prod. - produtivas; sobrev. - sobrevivência.

Quadro 6.67 - Continuação.

GENÓTIPOS	Nº grãos m^{-2}	Peso grão (mg)	Produção grão (kg·ha^{-1})	Matéria seca (kg·ha^{-1})	Índice colheita	Altura das plantas (cm)
TE 9202 (SEVER)	6357,0 j	34,82 a	2213,2 ce	6257,4 bd	0,356 bd	62,9 ef
ANZA	8242,7 c	27,84 fg	2267,9 ce	6360,9 bc	0,363 bd	63,5 df
TE 9304	7405,9 dg	30,20 d	2209,5 ce	6191,7 bd	0,361 bd	59,9 gh
TX/AMI (JORDÃO)	9052,0 b	23,87 i	2139,3 de	6206,0 bd	0,347 d	62,0 f
CENTAURO	7901,7 cd	26,72 h	2087,7 e	5752,0 de	0,368 ac	59,0 h
TE 9009 (EUFRATES)	8165,9 c	29,11 e	2385,3 bc	6423,3 bc	0,373 ab	66,3 bc
TE 9111 (NABÃO)	10075,8 a	27,20 gh	2713,2 a	7169,5 a	0,386 a	64,7 ce
TE 9104	6974,0 gi	32,33 c	2219,5 ce	6492,7 bc	0,343 d	70,7 a
TE 9301	7174,6 fh	33,56 b	2389,9 bc	6515,7 bc	0,374 ab	67,8 b
TE 9113	6635,7 hj	34,35 a	2263,6 ce	6714,8 ab	0,344 d	66,0 bc
TE 9114	7125,0 gh	35,11 a	2480,1 b	6763,2 ab	0,370 ac	65,1 cd
TE 9112	7263,1 eg	30,89 d	2215,1 ce	6388,5 bc	0,352 bd	66,5 bc
TE 9403	6410,6 ij	28,62 ef	1788,4 f	5262,0 e	0,349 cd	61,5 fg
TE 9405	7822,5 ce	28,51 ef	2219,5 ce	6034,0 cd	0,369 ac	63,5 df
HAHN"S"*2/PRL"S"	7749,9 cf	30,21 d	2342,4 bd	6512,4 bc	0,370 ac	58,8 h

6.4.3.1 DURAÇÃO DO CICLO VEGETATIVO

Para existir melhor adaptabilidade dos genótipos a determinado ambiente, deve a duração do seu ciclo vegetativo, definido pelo espaço temporal necessário até um determinado estado vegetativo, permitir-lhes um desenvolvimento adequado em função das suas características e do habitat (Kirby *et al.*, 1999).

Na Fig. 6.36, verifica-se que as produções de grão de trigo superiores a 2300 $kg \cdot ha^{-1}$ obtidas no ensaio realizado na herdade da Revelheira desde 1996/97 a 1999/00, correspondem a um intervalo de 120 a 145 dias desde a sementeira até ao espigamento da cultura (a) e de 165 a 197 dias até à maturação (b). Qualquer das relações está condicionada ao ambiente da região.

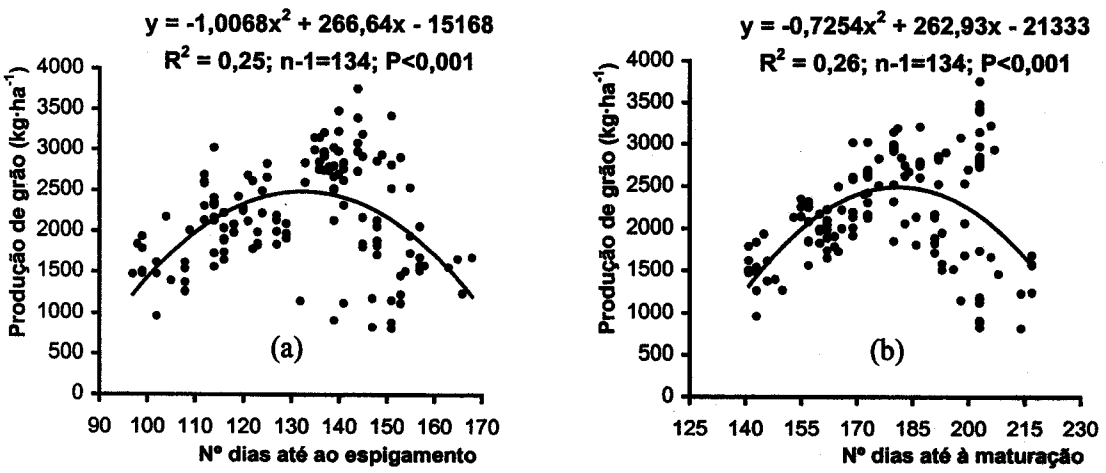


Fig. 6.36 - Relação do número de dias ao espigamento (a) e à maturação (b) com a produção média de grão (Revelheira de 1996/97 a 1999/00).

Recorrendo também às observações efectuadas em 1994/95 (Évora e Beja), cujas condições climáticas limitaram a produtividade do trigo, sobretudo em Beja, sendo no entanto, os rendimentos superiores a 2000 $kg \cdot ha^{-1}$ obtidos com valores de 176 a 205 dias até à maturação do grão (Fig. 6.37).

De acordo com os intervalos de tempo atrás referidos, conclui-se que a variação de aproximadamente um mês desde a sementeira ao aparecimento da inflorescência do trigo mole, e à maturação do seu grão, permitiu um bom comportamento produtivo da cultura, indicando a existência de flexibilidade na duração do seu ciclo vegetativo.

Com base nesta resposta, é possível identificar genótipos flexíveis, nomeadamente em relação à data de sementeira, capazes de adaptarem o seu crescimento, de forma a variar o espaço temporal até ao espigamento e até à maturação dentro desses limiares e em função das condicionantes do meio (Kirby *et al.*, 1999), sem causar perdas significativas às componentes da produção. Portanto, a partir destas verificações e da análise já efectuada

no subcapítulo 6.4.2, o trigo mole semeado desde o fim de Outubro até ao fim de Novembro fica com tempo suficiente para o desenvolvimento adequado do seu ciclo vegetativo, de maneira a obter um rendimento superior à média da região.

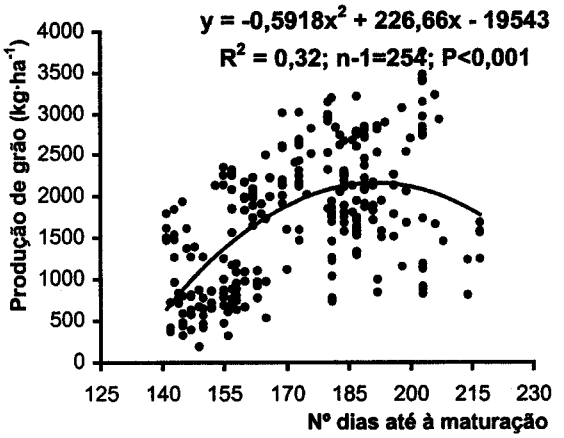


Fig. 6.37 - Relação entre o número de dias à maturação e a produção média de grão, considerando as observações desde 1994/95 até 1999/00 (Évora, Beja e Revelheira).

6.4.3.2 COMPONENTES DA PRODUÇÃO

Conforme tem sido referido durante a análise deste ensaio, perante as condicões mediterrânicas, o rendimento está muito dependente do número de grãos por unidade de superfície, o qual, depende do número de espigas produtivas, que também se relacionam com o rendimento da cultura (Fig. 6.38 (a) e (b)).

Com o acréscimo do número de espigas produtivas até ao limiar definido pelo valor de quatrocentos por metro quadrado, houve um aumento acentuado da produção de grão nas nossas condições de experimentação (Fig. 6.38 (a)). A partir deste limite, existiu uma resposta de menor crescimento do rendimento, começando a curva gráfica da Fig. 6.38 (a), que representa a respectiva relação, a ter um comportamento mais assimptótico relativamente ao eixo das abcissas, indicando compensações negativas entre o número de espigas e o número de grãos por cada uma.

É evidente, que a obtenção de um determinado número de espigas produtivas, resulta do número de plantas emergidas e do número de espigas potenciais (Bellido, 1991). Por isso, depois de garantir a população à emergência, devem-se procurar genótipos com uma boa taxa de afilhamento e que tenham, sobretudo, capacidade de suportar o crescimento dos filhos, evitando a sua mortalidade (Iqbal e Wright, 1999). Assim, em ambientes mediterrânicos, caracterizados por uma elevada frequência de condições

adversas quer na altura da emergência quer em fases mais avançadas do ciclo vegetativo da cultura do trigo, poder-se-á obter um número adequado de espigas produtivas à colheita.

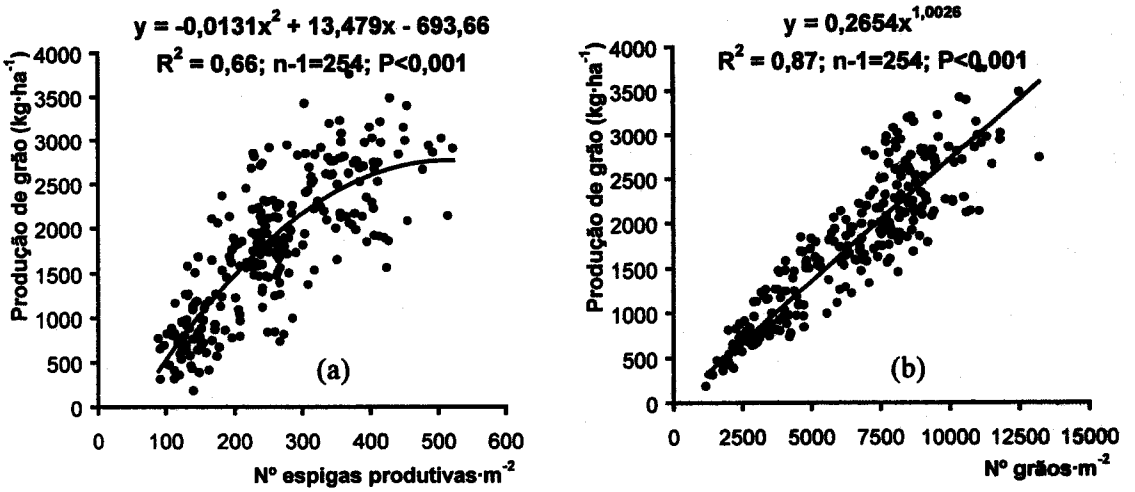


Fig. 6.38 - Relação do número médio de espigas produtivas (a) e do número médio de grãos (b) com a produção média de grão, a partir das verificações efectuadas desde 1994/95 a 1999/00 (Évora, Beja e Revelheira).

Nesta situação e tal como refere Fischer (2001), o aumento no rendimento do trigo deveu-se, em primeiro lugar, ao acréscimo do número de grãos. Ao obter-se um valor elevado desta componente, mesmo com a ocorrência de condicionantes ambientais, garantir-se-á um boa produtividade da cultura (Wardlaw *et al.*, 1989b).

Relativamente ao peso do grão, não foi verificada nenhuma relação com a produção, havendo até uma grande variabilidade. Por isso, parece que esta componente, nos sistemas cerealíferos portugueses, é menos influente que a quantidade de grãos por unidade de superfície na formação do rendimento do trigo, estando muito associada, conforme também referem Calderini *et al.* (1999b), às características dos genótipos.

No entanto, as variedades com capacidade de utilizarem para a formação do grão os assimilados produzidos antes da ântese e armazenados nos orgãos vegetativos (Fukai e Trenbath, 1993), podem mostrar melhor adaptação à irregularidade climática verificada nas regiões portuguesas.

6.4.3.3 CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO À VARIAÇÃO AMBIENTAL

Dos genótipos com melhor adaptabilidade, obtêm-se produções mais elevadas (Fukai e Trenbath, 1993), o que foi verificado e referido no início do subcapítulo 6.4.3. De acordo com a resposta produtiva, seleccionaram-se seis genótipos, que apresentaram capacidade de adaptação à variação ambiental. No conjunto dos seis genótipos, há três que

já são variedades, reforçando a opção da escolha, enquanto os outros três, apesar de não serem variedades, apresentaram uma boa produtividade e estabilidade no seu rendimento.

TE 9202 (Sever) e TE 9009 (Eufrates) estavam inicialmente referenciados como tendo hábitos de crescimento alternativo. Porém, nas verificações realizadas neste trabalho, o Sever demonstrou um comportamento que se pode classificar de Primavera, justificado pela duração do seu ciclo vegetativo até ao espigamento. Além disso, no estudo realizado por Dias *et al.* (1998), o Sever revelou estabilidade na produção sob situação de stress durante o enchimento do grão.

TE 9111 (Nabão), TE 9113, TE 9114 e HAHN"S"*2/PRL"S", caracterizados por hábitos de crescimento de Primavera.

Nas Figs. 6.39, 6.40, 6.41 e 6.42, verifica-se a flexibilidade dos genótipos escolhidos, permitindo-lhes esta característica, atingirem um rendimento mais elevado perante a variabilidade das condições (Bellido, 1991; Maçãs *et al.*, 1996), sobretudo as climáticas, não só pela irregularidade natural como a provocada pelos diferentes períodos de sementeira. Este comportamento, foi quantificado pela média da produção de grão destes genótipos relativamente à dos quinze em cada data de sementeira ou à média global do ensaio.

Assim, na Fig. 6.39, constata-se que dois genótipos com hábitos de crescimento de Primavera, o TE 9111 (Nabão) e o HAHN"S"*2/PRL"S", tiveram uma resposta produtiva superior à média da primeira data de sementeira e mais elevada que os outros quatro. Na segunda data, continuaram com uma produtividade maior do que a média da respectiva data, apresentando o HAHN"S"*2/PRL"S" essa capacidade também na terceira e na quarta data. Todavia, nas duas últimas datas, o TE 9114 foi o que mostrou melhor adaptabilidade, sendo o de rendimento mais elevado.

Quanto à região de Beja, verifica-se na Fig. 6.40, a boa adaptibilidade dos genótipos TE 9114 e HAHN"S"*2/PRL"S", tal como na região de Évora, aos quais se associa a variedade Sever (TE 9202).

Assim, a partir de variedades de trigo que apresentam melhor adaptação a diferentes condições ambientais, há uma melhor resposta produtiva e garante-se uma maior regularidade no rendimento.

Durante os três anos em que foram realizadas duas datas de sementeira (herdade da Revelheira), correspondendo a um período alargado a todo o mês de Novembro em 1996/97 e 1998/99, e a uma parte de Dezembro em 1999/00, parece haver uma boa flexibilidade na variedade Nabão (TE 9111), devido ao rendimento ter sido superior aos das médias de qualquer das datas e do próprio ensaio (Fig. 6.41). Além disso, o valor da produção que a caracterizou nas duas datas foi superior a 2500 $kg \cdot ha^{-1}$ (Fig. 6.41), apresentando assim, uma boa adaptação a um amplo espaço temporal de sementeira,

definido pelo início da segunda metade do Outono até a duas semanas do fim desta estação, podendo mesmo, prolongar-se até ao começo do Inverno.

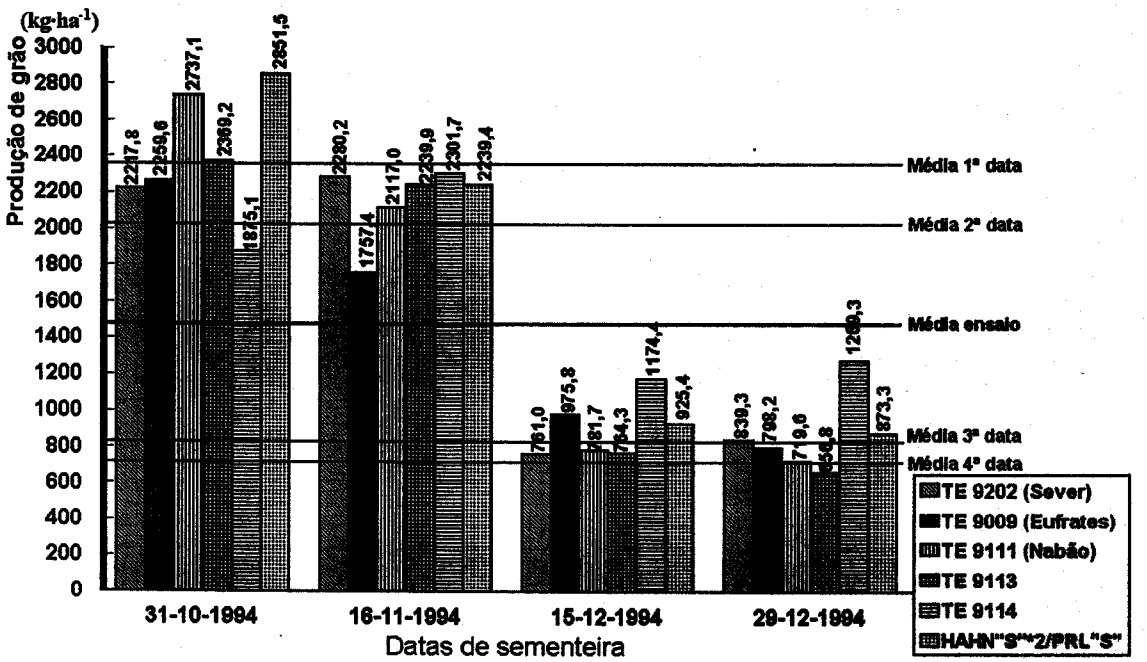


Fig. 6.39 - Produção média de grão de trigo verificada em genótipos flexíveis comparativamente à obtida nas diferentes datas de sementeira no ensaio realizado em 1994/95 no local de Évora.

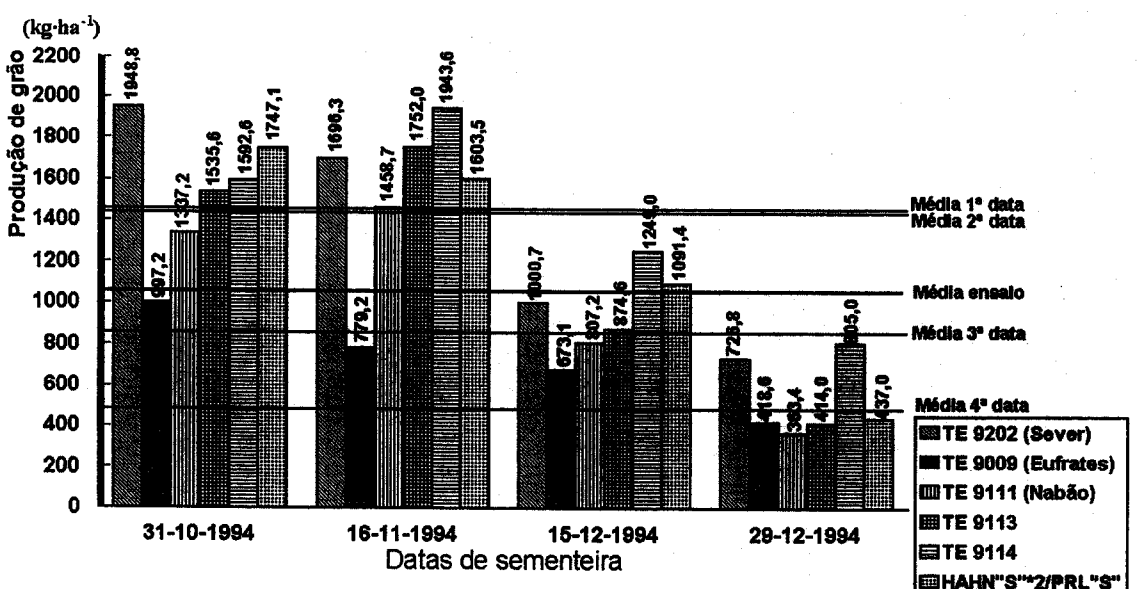


Fig. 6.40 - Produção média de grão de trigo verificada em genótipos flexíveis comparativamente à obtida nas diferentes datas de sementeira no ensaio realizado em 1994/95 no local de Beja.

Além dessa adaptabilidade, a variedade Nabão (TE 9111) é caracterizada por hábitos de crescimento de Primavera. Esta capacidade de adaptação demonstrada por

genótipos de Primavera, é mencionada por Connor *et al.* (1992), permitindo a sua utilização, obter produções mais estáveis relativamente às cultivares de Inverno.

Fenotipicamente, a referida variedade Nabão possui folhas estreitas capazes de se fecharem sobre si (enrolarem-se) perante o stress causado pelas temperaturas altas registadas na Primavera nas nossas condições. Portanto, é mais um mecanismo de defesa, que lhe permite suportar o stress hídrico e térmico, frequente no clima mediterrânico, no final da fase reprodutiva e na formação do grão.

No entanto, as variedades Eufrates (hábitos de crescimento alternativo) e Sever, também apresentaram flexibilidade, porque na segunda data produziram mais do que a média obtida para esse período de sementeira e o rendimento foi ainda similar à média do ensaio (Fig. 6.41). Por outro lado, os valores parecem ser agronomicamente viáveis, uma vez que tendem para os 2500 kg·ha^{-1} em qualquer das datas (Fig. 6.41), permitindo a existência de um espaço temporal de certo modo extenso (mês de Novembro e até parte de Dezembro) para a realização da sementeira, sem inviabilizar o seu rendimento.

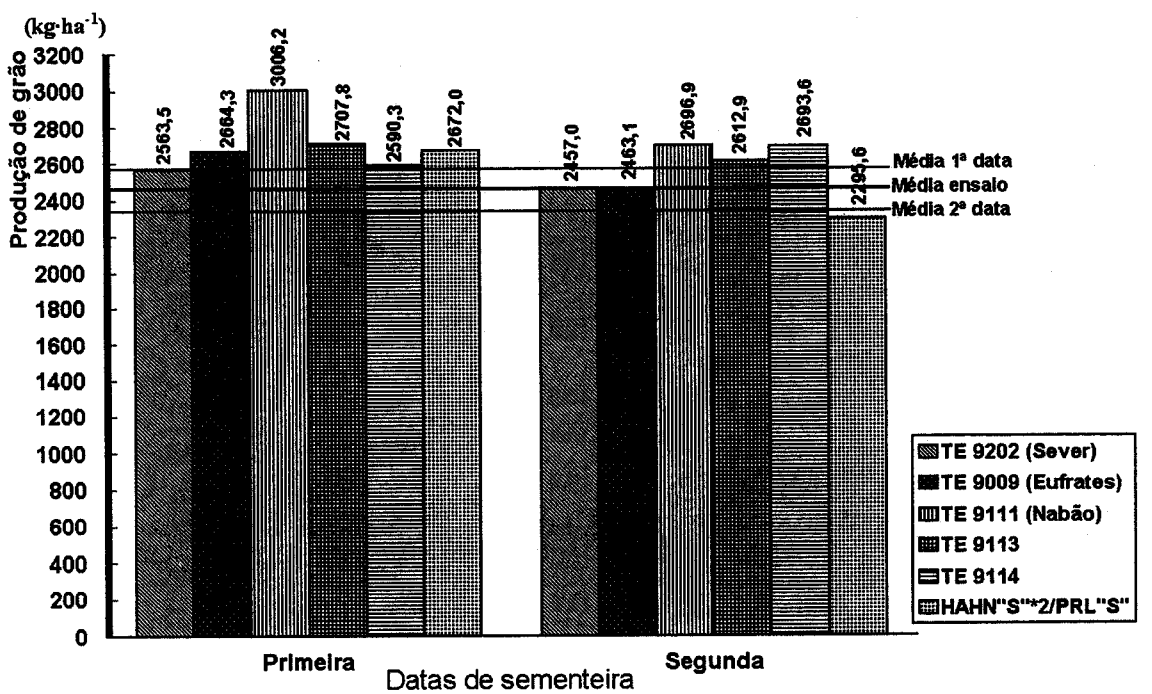


Fig. 6.41 - Produção média de grão de trigo verificada em genótipos flexíveis comparativamente à obtida nas duas datas de sementeira no ensaio realizado em 1996/97, 1998/99 e 1999/2000 (Revelheira).

Nos anos de 1998/99 e de 1999/00 em que foram efectuadas três datas de sementeira, confirma-se a flexibilidade do Nabão, com produções de grão elevadas (Fig. 6.42). Mesmo na terceira data de sementeira, realizada em meados de Janeiro, a sua produção de grão ultrapassou o nível de 2000 kg·ha^{-1} (Fig. 6.42). Também o Eufrates continuou com rendimentos mais elevados na primeira e na segunda data do que a média de cada uma delas e a do respectivo ensaio (Fig. 6.42), o que é indicador de boa adaptação.

Este genótipo com hábitos de crescimento alternativo demonstrou ainda, nestes anos, ter alguma flexibilidade perante o atraso da sementeira para o mês de Janeiro, uma vez que a sua produção até foi superior à média da terceira data (Fig. 6.42). No entanto, este período já pode condicionar e até inviabilizar a cultura nos sistemas de sequeiro do Alentejo.

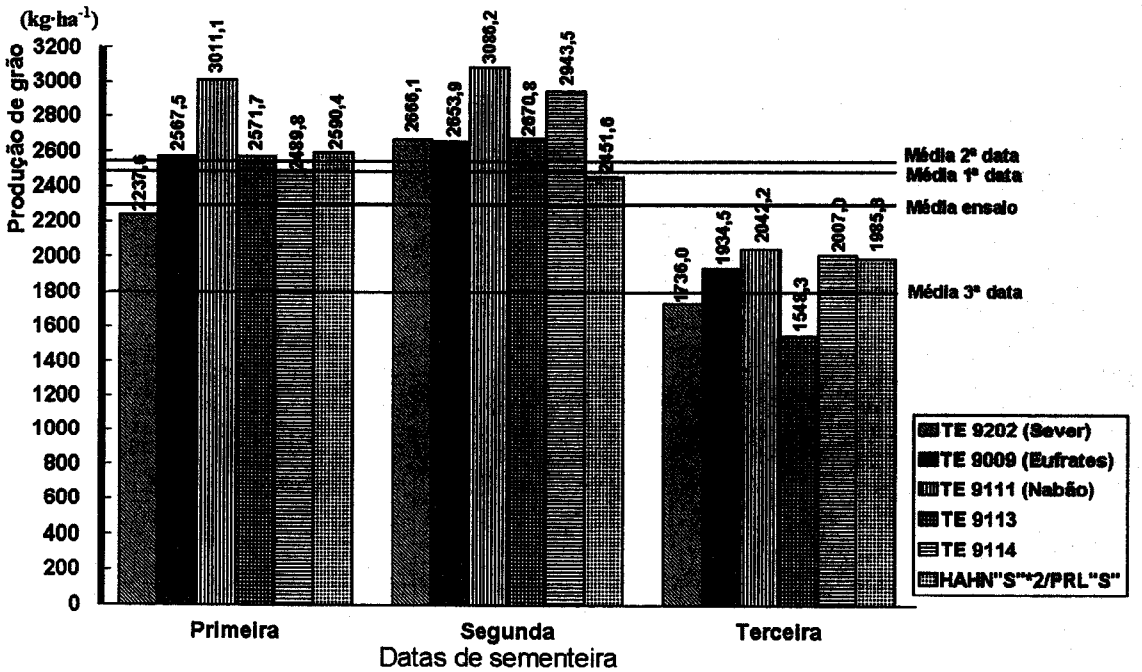


Fig. 6.42 - Produção média de grão de trigo verificada em genótipos flexíveis comparativamente à obtida nas três datas de sementeira no ensaio realizado em 1998/99 e 1999/2000 (Revelheira).

Como é evidente, o ciclo vegetativo é determinante para haver um desenvolvimento favorável face às condicionantes ambientais. O agrónomo observa, geralmente, o período de ocorrência dos estados de aparecimento da inflorescência e da maturação do grão, que além de serem facilmente identificáveis, marcam etapas importantes na adaptabilidade das plantas. O primeiro, tem sido uma das características trabalhadas, segundo Richards *et al.* (2001), no melhoramento do rendimento do trigo.

Neste trabalho, já foi referida a importância de um determinado intervalo de tempo desde a sementeira até ao aparecimento da inflorescência, para a obtenção de produções de grão mais elevadas. Assim, a variedade Nabão (TE 9111) apresenta um comportamento com estabilidade ao nível do número de dias até ao espigamento em diferentes datas de sementeira (Fig. 6.43). Por esta razão, não há grande oscilação no número de dias necessários para o aparecimento da inflorescência, particularmente nas sementeiras realizadas entre o fim de Outubro e de Novembro, conforme se constata no modelo apresentado na Fig. 6.43.

Também a variedade Sever (TE 9202, referenciada inicialmente como tendo hábitos de crescimento alternativo, apresentou um ciclo não muito longo até ao

espigamento, o que está dentro do padrão de Primavera. Caracteriza-se, igualmente, pela estabilidade quanto à duração do seu ciclo vegetativo até ao aparecimento da inflorescência, desde que a sementeira decorra no mês de Novembro (Fig. 6.43).

Por outro lado, a variedade Eufrates (TE 9009), de ciclo claramente alternativo, já se caracterizou por maior variabilidade ao espigamento em função das diferentes datas de sementeira desde o fim de Outubro até ao fim de Novembro (Fig. 6.43), podendo assim, o seu potencial produtivo ser mais prejudicado em sementeiras tardias, devido à sua fase reprodutiva poder terminar perante maior stress hídrico e térmico.

Deste conjunto de seis genótipos, o TE 9114 de Primavera demonstrou ter um ciclo mais curto (Fig. 6.43), o que lhe facilita a adaptação às épocas de sementeiras tardias. Nestas condições, como foi verificado, consegue expressar melhor, relativamente aos outros cinco genótipos, o seu potencial produtivo (terceira e quarta data de 1994/95, Figs. 6.39 e 6.40, pág. 261; terceira data em 1998/99 e 1999/00, Fig. 6.42, pág. 263).

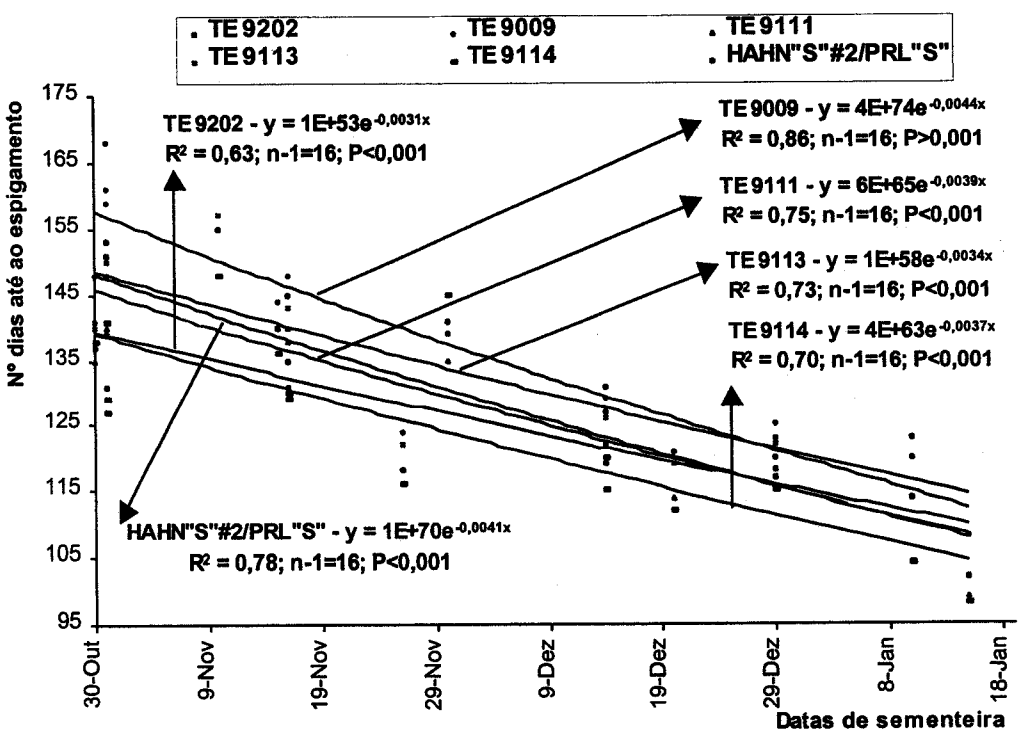


Fig. 6.43 - Relação entre a data de sementeira e o número de dias até ao espigamento em seis genótipos de trigo observados no período de 1994/95 a 1999/00.

Quanto ao número de dias desde a sementeira até à maturação do grão, confirma-se a maior duração do ciclo vegetativo do TE 9009, variedade Eufrates (Fig. 6.44). Os outros cinco genótipos estão muito próximos e quaisquer datas de sementeira entre os finais de Outubro e de Novembro garantem um número de dias incluído no intervalo de 170 a 200, similar ao que foi mencionado no subcapítulo 6.4.3.1 para obter os rendimentos mais

elevados (Fig. 6.44). Até a variedade Eufrates de ciclo mais comprido, demonstrou estar dentro do período, que se relaciona com a obtenção de produções mais altas (Fig. 6.44).

Aliás, a pequena diferença verificada entre o número de dias até à maturação em quase todos estes genótipos, reflecte os condicionalismos térmicos e hídricos que, geralmente, ocorrem na fase de formação e maturação dos grãos dos cereais de Outono--Inverno em Portugal.

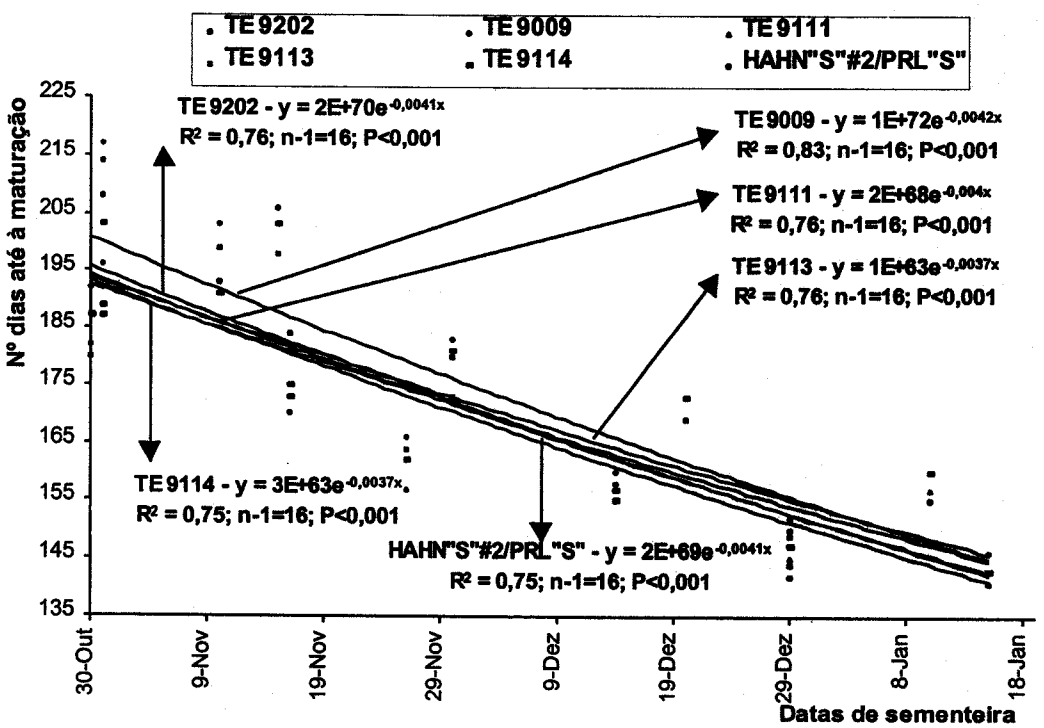


Fig. 6.44 - Relação entre a data de sementeira e o número de dias até à maturação do grão em seis genótipos de trigo observados no período de 1994/95 a 1999/00.

6.4.4 CONSIDERAÇÕES E REFLEXÕES FINAIS

Perante a variação anual das condicionantes climáticas, sobretudo a distribuição da precipitação (Maçãs *et al.*, 1996), fez-se sentir a influência significativa do ano na produção de grão de trigo mole e nas suas componentes. Devido a essa irregularidade climática e à heterogeneidade das condições edáficas, existiu igualmente o efeito significativo do local.

Ao optar por diferentes datas de sementeira, submeteu-se o desenvolvimento da cultura a diferentes condições ambientais. Por isso, conforme também referem Benbella e Paulsen (1998b), o período de sementeira influenciou significativamente o rendimento do trigo. No entanto, a influência diminuiu com o encurtamento do tempo que decorreu entre as datas iniciais e finais e, consequentemente, entre duas datas sucessivas, nomeadamente nas componentes determinantes da produção de grão.

Apesar do efeito significativo da data de sementeira na produção de grão, constata-se que o trigo semeado entre os fins de Outubro e de Novembro, se caracterizou, geralmente, por uma boa resposta produtiva. O rendimento diminuiu ao avançar a sementeira para o mês de Dezembro e quando foi realizada em Janeiro acentuou-se, ainda mais, o decréscimo da produtividade, limitando neste período a viabilidade da cultura.

Para obter a produção de grão, é preciso formar as respectivas componentes, sobretudo o número de grãos por unidade de superfície (Fischer, 2001; Kerr *et al.*, 1992). Embora esta relação tenha sido evidente, também existiu uma forte correlação com a quantidade de espigas produtivas. Portanto, o valor destas componentes, principalmente o dos grãos formados, tal como mencionam Carvalho *et al.* (1991), determina o rendimento.

Recorrendo a diversos genótipos, verificou-se a existência de diferenças significativas. Assim, esta variabilidade do material dá-nos a possibilidade de seleccionar os que melhor se adaptam a determinado objectivo e, simultaneamente, garantem uma maior regularidade da produção de grão.

Através deste conhecimento e sabendo que a variação da época de sementeira em quase um mês (fim de Outubro a fim de Novembro) pode permitir um desenvolvimento adequado ao trigo, expresso por rendimentos viáveis para as zonas cerealíferas do Alentejo, conclui-se que dispomos de germoplasma de trigo mole flexível, para pôr em prática estratégias mais apropriadas à sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Maçãs *et al.*, 1996). Relembra-se que a capacidade de adaptação de alguns genótipos, cuja sementeira foi realizada nesse período, permitiu-lhes atingirem rendimentos superiores aos dos valores médios das datas de sementeira e do ensaio.

A adaptabilidade desses genótipos, deve-se também à duração adequada do ciclo vegetativo perante os condicionalismos do clima, parecendo ser importante, a estabilidade do tempo necessário até ao espigamento. Nas nossas condições de ensaio, quando o número de dias esteve compreendido entre 133 a 145 em resposta à referida variação de um mês da data de sementeira, verificou-se uma boa capacidade de adaptação, justificada pela produtividade.

Deste modo, variedades com este comportamento (exemplo Nabão), podem ser utilizadas, por exemplo, para a estratégia de controlo da infestação potencial em pré-sementeira (Calado *et al.*, 2002; Carvalho, 1994; Kerr *et al.*, 1992), particularmente, nos sistemas de sementeira directa de cereais de Outono-Inverno.

6.5 RESPOSTA DE DUAS VARIEDADES DE TRIGO MOLE À DATA DE SEMENTEIRA E AO CONTROLO DAS INFESTANTES

Sabendo da importância da capacidade competitiva dos genótipos para o maneio da flora infestante, procurou-se neste estudo, realizado na herdade da Revelheira desde 1996/97 a 1999/00, verificar a influência da data de sementeira e do controlo das infestantes em duas variedades de trigo mole, que à partida, apresentavam características diferentes ao nível da altura das plantas e da capacidade de afilhamento (Sever com maior altura e menor afilhamento do que a variedade Centauro). Relativamente às datas analisadas, foram as duas primeiras dos anos de ensaio (1996/97, 1998/99 e 1999/00), uma vez que decorreram numa época (entre fins de Outubro e de Novembro, excepto a segunda data de 1999/00), que permitiu obter boas respostas produtivas, conforme se constata na análise da resposta de diferentes genótipos de trigo mole à data de sementeira (subcapítulo 6.4).

A análise foi efectuada a partir das verificações da produção de grão e das suas componentes, de biomassa e da altura das plantas de trigo nas variedades Sever e Centauro, e da biomassa das plantas infestantes obtida à colheita do trigo e do seu número registado em duas datas de leitura no subtalhão de 0,6 m^2 (análise efectuada ao nível do número de plantas·m^{-2}), tendo decorrido a primeira (PL) desde as duas folhas expandidas até ao início do afilhamento do trigo e a segunda (SL) ao espigamento (códigos 12 a 20 e 53 a 59 na escala de Zadoks *et al.*, 1974, respectivamente). Na análise de variância, usou-se o teste "Duncan" para efectuar a separação de médias e nos quadros apresentados neste subcapítulo, as letras diferentes indicam valores médios diferentes.

Como também foi verificado nas análises anteriores, existe a influência significativa do ano em diversos parâmetros da infestação e das componentes da produção (Anexo XVII). Isto observa-se com muita frequência, devido à irregularidade interanual no clima mediterrânico.

Assim, a elevada precipitação caída durante a Primavera de 2000 (Fig. 5.7; pág. 135), fez com que a matéria seca da flora infestante obtida à colheita do trigo, fosse significativamente superior nesse ano, apesar do número total de plantas registado antes do afilhamento (primeira leitura) e ao espigamento (segunda leitura) não ter sido o mais elevado (Quadro 6.68). No entanto, considerando unicamente a classe Monocotiledónea, encontra-se nesse ano agrícola de 1999/00, um valor médio significativamente mais alto (Quadro 6.68). Isto demonstra, a boa capacidade de sobrevivência das Gramíneas durante o período seco que caracterizou o Inverno, seguida de uma boa resposta produtiva de biomassa à grande quantidade de precipitação registada na Primavera (Fig. 5.7; pág. 135).

Quanto ao efeito do ano no rendimento do trigo, é evidente a diferença entre as médias de algumas componentes da produção (Quadro 6.69). No entanto, as da produção

de grão não são estatisticamente diferentes (Anexo XVII), até porque a amplitude do intervalo de variação do número de grãos por metro quadrado é pequena (Quadro 6.69), e o peso do grão também não difere significativamente (Anexo XVII).

Quadro 6.68 - Efeito do ano nos parâmetros da infestação (número de plantas·m^{-2}) do trigo e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%).

PARÂMETROS		ANOS			
		1996/97	1998/99	1999/00	Média
PL	Infestantes	1133,1 a	323,4 b	367,2 b	607,9
	Monocotiledóneas	14,2 c	123,9 b	171,0 a	103,1
	Dicotiledóneas	1118,8 a	199,4 b	196,1 b	504,8
SL	Infestantes	91,4 b	169,7 a	91,1 b	117,4
	Monocotiledóneas	14,1 c	51,9 b	61,2 a	42,4
	Dicotiledóneas	77,3 b	117,8 a	30,0 c	75,0
	Humidade volúmica	13,3 b	20,1 a	14,9 b	16,1
Matéria seca infestantes à colheita (g·m^{-2})		22,9 c	71,7 b	155,2 a	83,2

PL - Primeira leitura; **SL** - Segunda leitura.

Quadro 6.69 - Efeito do ano nos parâmetros de algumas componentes da produção de grão e da altura das plantas de trigo.

PARÂMETROS	ANOS			
	1996/97	1998/99	1999/00	Média
Nº plantas emergidas·m^{-2}	408,0 a	220,2 b	223,5 b	283,9
Nº espigas potenciais·m^{-2}	568,1 a	384,5 b	268,1 c	406,9
Taxa de afilhamento	0,396 b	0,856 a	0,410 b	0,554
Nº espigas produtivas·m^{-2}	390,8 a	329,4 b	300,3 b	340,2
Taxa de sobrevivência	0,724 c	0,860 b	1,155 a	0,913
Nº grãos·m^{-2}	7367,1 a	6230,3 b	6759,8 ab	6785,7
Altura das plantas (cm)	69,4 a	63,3 b	62,6 b	65,1

6.5.1 EFEITO DA DATA DE SEMENTEIRA

No ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole, tinha sido verificado, que o trigo semeado durante o mês de Novembro apresentava uma boa resposta produtiva, particularmente, os genótipos com maior flexibilidade. Assim, na análise deste factor, foram usadas as duas datas iniciais (primeira e segunda) dos anos de 1996/97, 1998/99 e 1999/00. Embora a influência da data de sementeira em vários parâmetros da infestação (Quadro 6.70 e Anexo XVII) e das componentes da produção seja significativa (Quadro 6.71 e Anexo XVII), não é na produção de grão (Anexo XVII).

Porém, no Quadro 6.70, verifica-se que a infestação quantificada pelo número de plantas, sobretudo ao espigamento do trigo (códigos 53 a 59 na escala de Zadoks *et al.*, 1974), e pela produção de matéria seca obtida à colheita da cultura, foi significativamente superior no trigo semeado mais cedo. Devido a essa maior infestação e às plantas de trigo estarem durante mais tempo no terreno, registou-se um teor de água inferior na camada superficial do solo no início da Primavera (segunda leitura), ou seja, na fase reprodutiva da cultura (Quadro 6.70).

Quadro 6.70 - Efeito da data de sementeira do trigo nos parâmetros da infestação (número de plantas·m^{-2}) da cultura e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%), para os três anos de ensaio analisados.

PARÂMETROS		DATA DE SEMENTEIRA	
		PRIMEIRA	SEGUNDA
PL	Monocotiledóneas	129,5 a	76,7 b
SL	Infestantes	143,8 a	91,0 b
	Monocotiledóneas	50,4 a	34,4 b
	Dicotiledóneas	93,5 a	56,6 b
	Humidade volúmica	11,9 b	20,3 a
Matéria seca infestantes à colheita (g·m^{-2})		96,6 a	69,9 b

PL - Primeira leitura; **SL** - Segunda leitura.
Primeira data de sementeira: 30-10-1996; 10-11-1998; 15-11-1999.
Segunda data de sementeira: 26-11-1996; 30-11-1998; 20-12-1999.

Desta maneira, confirma-se que o controlo de uma maior proporção da população potencial na pré-sementeira com meios físicos e/ou químicos, permite diminuir o nível de infestação na espécie cultivada (Diehl, 1984; Christensen *et al.*, 1996; Forcella, 1993; Matthews, 1996). Portanto, a espera pelo aparecimento da flora daninha e uma acção eficaz sobre ela, pode garantir um ambiente mais favorável para o desenvolvimento da cultura (Calado *et al.*, 2002; Carvalho, 1994).

Além disso, as datas de sementeira incluídas na segunda quinzena de Novembro podem favorecer o estabelecimento da cultura, como se verificou na segunda data do ensaio, através de maior sucesso na respectiva emergência de plântulas (Quadro 6.71). Todavia, os mecanismos de compensação permitiram que a menor população verificada na primeira data de sementeira, fosse compensada pelo maior afilhamento (Quadro 6.71), e assim, não houve diferenças significativas entre as espigas potenciais (Anexo XVII). Por sua vez, nas espigas produtivas e no número de grãos, constata-se um acréscimo na segunda data relativamente à primeira, que é estatisticamente significativo mas pouco acentuado, enquanto o peso do grão tem um comportamento inverso (Quadro 6.71). Deste modo, existiram compensações e não se obtiveram diferenças estatísticas na produção de grão (Anexo XVII).

Quadro 6.71 - Efeito da data de sementeira do trigo nos parâmetros das componentes da produção de grão, matéria seca e altura das plantas da cultura, para os três anos de ensaio analisados.

PARÂMETROS	DATA DE SEMENTEIRA	
	PRIMEIRA	SEGUNDA
Nº plantas emergidas·m^{-2}	254,9 b	312,9 a
Taxa de afilhamento	0,736 a	0,373 b
Nº espigas produtivas·m^{-2}	317,4 b	362,9 a
Taxa de sobrevivência	0,864 b	0,962 a
Nº grãos·m^{-2}	6389,4 b	7182,0 a
Peso do grão (mg)	31,88 a	29,75 b
Matéria seca (kg·ha^{-1})	5905,5 b	6756,1 a
Altura das plantas (cm)	67,6 a	62,5 b

Primeira data de sementeira: 30-10-1996; 10-11-1998; 15-11-1999.
Segunda data de sementeira: 26-11-1996; 30-11-1998; 20-12-1999.

Como já foi referido, as sementeiras realizadas sem a emergência de uma proporção elevada da população potencial da flora espontânea e o controlo eficaz dessas plantas antes de semear a cultura, deixam a espécie cultivada sujeita a níveis mais altos de infestação. No Quadro 6.72, é possível constatar que o número de ervas daninhas tende a ser maior nas primeiras datas de 1996/97 e 1999/2000 e similar nas duas datas de 1998/99, em que também a sementeira na segunda data terá sido efectuada sem o aparecimento de uma proporção elevada da população potencial de infestantes, devido a ter ocorrido pouca acumulação de precipitação, conforme já foi analisado e pormenorizado nos subcapítulos 6.2 e 6.3.

Para a menor infestação registada, geralmente, no trigo semeado nas segundas datas, contribuiu a sucessão das mobilizações superficiais para preparar a cama da semente. Os primeiros trabalhos de mobilização permitiram, simultaneamente, o controlo das jovens plantas e a promoção da germinação de sementes enterradas no solo e a consequente emergência de plantas, que foram eliminadas pela mobilização antes da sementeira. Enquanto nas primeiras datas, os vários trabalhos efectuados, mesmo com a utilização de alfaias diferentes, decorreram com pequeno distanciamento temporal e, em geral, a acção fez-se sentir sobre uma menor proporção da população potencial de ervas daninhas.

Apesar deste comportamento, o número de plantas infestantes da classe Monocotiledónea na primeira data de sementeira de 1996/97 foi significativamente inferior ao verificado nos outros dois anos (Quadro 6.72). Por sua vez, a produção de grão foi mais elevada, confirmando a relação das Gramíneas, referida por Lemerle *et al.* (2001a; 2001b), com o rendimento do trigo. No entanto, também há outros factores muito importantes, principalmente de origem climática (Olesen *et al.*, 2000; Maçãs *et al.*, 1996), que podem

condicionar o desenvolvimento e a resposta produtiva da cultura. O exemplo encontra-se em 1998/99, cujas condições para a emergência e estabelecimento das jovens plantas de trigo semeado na primeira data, condicionaram, desde logo, os números de espigas potenciais e de grãos por unidade de superfície e, consequentemente, a produção de grão (Quadro 6.73). Assim, esta e a de biomassa, foram significativamente menores relativamente às da segunda data de sementeira (Quadro 6.73), perante um nível de infestação similar (Quadro 6.72).

Quanto à humidade volúmica do solo, confirma-se a tendência da camada superficial do solo apresentar um valor mais baixo ao espigamento do trigo, quando a sementeira tinha sido realizada na primeira data. A diferença relativamente ao valor que pode caracterizar o solo com trigo semeado posteriormente (segunda data), aumentará, se os Invernos forem secos como foi o de 1999/00 (Quadro 6.72).

Quadro 6.72 - Efeito da interacção do ano com a data de sementeira do trigo nos parâmetros da infestação (número de plantas·m^{-2}) da cultura e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%).

ANOS	DATA DE SEMENTEIRA	PL	SL			
		MONOCOT.	INFESTANTES	MONOCOT.	DICOTILEDÓNEAS	HUMIDADE VOLÚMICA (%)
1996	PRIMEIRA	23,1 c	158,5 a	26,1 c	132,4 a	13,7 c
1997	SEGUNDA	5,4 c	24,4 d	2,1 d	22,3 b	12,9 c
1998	PRIMEIRA	122,8 b	159,6 a	51,8 b	107,6 a	14,3 c
1999	SEGUNDA	125,1 b	179,9 a	51,9 b	127,9 a	25,9 a
1999	PRIMEIRA	242,6 a	113,4 b	73,2 a	40,3 b	7,7 d
2000	SEGUNDA	99,5 b	68,8 c	49,2 b	19,7 b	22,1 b

PL - Primeira leitura; **SL** - Segunda leitura; **MONOCOT.** - Monocotiledóneas.

Quadro 6.73 - Efeito da interacção do ano com a data de sementeira do trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas da cultura.

ANOS	DATA DE SEMENTEIRA	ESPIGAS POT·m^{-2}	TAXA DE AFIL.	TAXA DE SOB.	NÚMERO GRÃOS·m^{-2}	PESO GRÃO (mg)	PRODUÇÃO GRÃO (kg·ha^{-1})	MATÉRIA SECA (kg·ha^{-1})	ALTURA PLANTAS (cm)
1996	PRIMEIRA	571,3 a	0,432 bc	0,723 d	8058,1 a	33,10 a	2659,5 a	7286,1 ab	74,2 a
1997	SEGUNDA	564,8 a	0,360 cd	0,725 d	6676,1 bc	28,09 b	1882,5 bc	6116,2 bc	64,6 b
1998	PRIMEIRA	317,9 c	0,987 a	0,854 cd	4692,5 d	30,53 ab	1450,7 c	4769,3 d	64,8 b
1999	SEGUNDA	451,1 b	0,725 ac	0,867 c	7768,0 ab	33,02 a	2571,1 a	7966,7 a	61,7 bc
1999	PRIMEIRA	286,4 c	0,788 ab	1,016 b	6417,8 c	32,01 a	1983,6 b	5661,1 cd	63,9 bc
2000	SEGUNDA	249,8 c	0,033 d	1,293 a	7101,8 ac	28,15 b	1969,2 b	6185,2 bc	61,2 c

POT. - potenciais; **AFIL.** - afilhamento; **SOB.** - sobrevivência.

6.5.2 CARACTERÍSTICAS RELATIVAS À CAPACIDADE COMPETITIVA DO TRIGO

As duas variedades utilizadas apresentam algumas características diferentes, nomeadamente, no que respeita à capacidade de afilhamento e à altura das plantas, características estas, que contribuem para a capacidade competitiva perante as plantas daninhas (Challaiah *et al.*, 1986; Légère e Bai, 1999; Lemerle *et al.*, 1996a; 1996c; 2001a). No Quadro 6.74, constata-se a existência de diferenças na taxa de afilhamento e na altura das plantas, apesar das duas variedades estarem incluídas na classificação das semi-anãs.

Embora a conjugação na mesma variedade do maior afilhamento com plantas mais altas, não ocorra nas que foram estudadas, verifica-se no Quadro 6.74, que a Sever apresentou um melhor comportamento produtivo, com produções de grão e de matéria seca significativamente superiores. Por sua vez, a altura das plantas foi maior e a infestação de Monocotiledóneas registada ao espigamento do trigo (segunda leitura) foi significativamente mais baixa.

Quadro 6.74 - Efeito da variedade de trigo nos parâmetros da infestação, da produção de grão e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas da cultura, para os três anos de ensaio analisados.

PARÂMETROS	VARIEDADES	
	Sever (TE 9202)	Centauro
Monocotiledóneas·m^{-2} (SL)	38,6 b	46,1 a
Dicotiledóneas·m^{-2} (SL)	83,4 a	66,7 b
Nº espigas potenciais·m^{-2}	366,4 b	447,4 a
Taxa de afilhamento	0,358 b	0,750 a
Taxa de sobrevivência	0,978 a	0,848 b
Nº grãos·espiga^{-1}	18,7 b	22,0 a
Nº grãos·m^{-2}	6349,9 b	7221,5 a
Peso do grão (mg)	34,62 a	27,01 b
Produção de grão (kg·ha^{-1})	2222,5 a	1949,7 b
Matéria seca (kg·ha^{-1})	6769,8 a	5891,8 b
Altura das plantas (cm)	69,2 a	60,9 b

SL - Segunda leitura.

No Quadro 6.75, constata-se que existiram algumas diferenças na produtividade destas duas variedades. Porém, em 1996/97 e 1999/00 produziram um número de espigas similar e nos anos de 1996/97 e 1998/99 um número de grãos não diferente estatisticamente. Por isso, a Sever expressou um maior potencial produtivo em 1996/97 e 1998/99, principalmente, devido à componente peso do grão. Aliás, um atributo desta variedade, parece ser a capacidade de suportar situações de stress durante o enchimento do

grão, o que lhe permite, nas nossas condições mediterrânicas, apresentar um elevado potencial ao nível desta componente da produção (Dias *et al.*, 1998).

Quadro 6.75 - Efeito da interacção do ano com a variedade de trigo nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, matéria seca e altura das plantas da cultura, para os três anos de ensaio analisados.

ANOS	VARIEDADES	NÚMERO PLANTAS EMm^{-2}	ESPIGAS POTm^{-2}	ESPIGAS PRODm^{-2}	TAXA DE SOB.	NÚMERO GRÃOSm^{-2}	PESO GRÃO (mg)	PRODUÇÃO GRÃO ($kg.ha^{-1}$)	MATÉRIA SECA ($kg.ha^{-1}$)	ALTURA PLANTAS (cm)
1996	SEVER	392,4 a	455,2 b	396,0 a	0,872 b	7158,4 a	34,28 a	2492,1 a	7230,0 a	76,1 a
1997	CENTAURO	423,7 a	681,0 a	385,7 a	0,576 c	7575,7 a	26,91 c	2049,9 bc	6172,3 b	62,6 c
1998	SEVER	245,9 b	396,1 c	358,1 ab	0,901 b	6275,2 b	34,97 a	2230,9 b	7214,0 a	69,3 b
1999	CENTAURO	194,4 c	372,9 c	300,7 c	0,819 b	6185,3 b	28,58 b	1790,9 c	5522,0 b	57,2 d
1999	SEVER	224,0 bc	247,8 d	280,7 c	1,162 a	5616,2 b	34,62 a	1944,6 c	5865,3 b	62,2 c
2000	CENTAURO	222,9 bc	288,4 d	319,9 c	1,148 a	7903,4 a	25,54 c	2008,2 bc	5981,0 b	62,9 c

EM. - emergidas; **POT.** - potenciais; **PROD.** - produtivas; **SOB.** - sobrevivência.

6.5.2.1 AFILHAMENTO

Quando as sementeiras do trigo são realizadas até ao início de Novembro, há maior probabilidade de ocorrerem infestações mais elevadas na cultura, sobretudo se ainda não apareceu uma grande proporção da população potencial. Nesta situação, será de extrema importância a capacidade competitiva da variedade de trigo, que dependerá do vigor e do crescimento inicial (Froud-Williams, 1997; Kpropff *et al.*, 1997), de maneira a ocupar o espaço rapidamente (Froud-Williams, 1997).

Isto pode ser conseguido, mais facilmente, nas variedades com maior capacidade de afilhamento (Korres e Froud-Williams, 2002). De facto, na Fig. 6.45 (a), verifica-se a relação entre os valores médios da taxa de afilhamento e do número de plantas infestantes da classe Monocotiledónea registado nas duas variedades semeadas na primeira data dos quatro anos de ensaio (1996/97 a 1999/00), sem ter sido aplicado um herbicida em pós-emergência. Também existe uma correlação com a matéria seca das plantas infestantes obtida à colheita do trigo, conforme referem Korres e Froud-Williams (2002), cuja variação tem tendência semelhante embora a qualidade do ajustamento seja menor (Fig. 6.45 (b)).

A partir destas relações e sabendo que as plantas daninhas da classe Monocotiledónea têm uma acção muito negativa sobre o rendimento da cultura (subcapítulo 6.3), há também uma correlação com os parâmetros da produção de grão e de matéria seca. Qualquer dos modelos indicados na Fig. 6.46, dá-nos a imagem gráfica de como o acréscimo da taxa de afilhamento do trigo permitiu obter maiores produções de grão e de biomassa da cultura, quando não se controlaram as infestantes em pós-emergência.

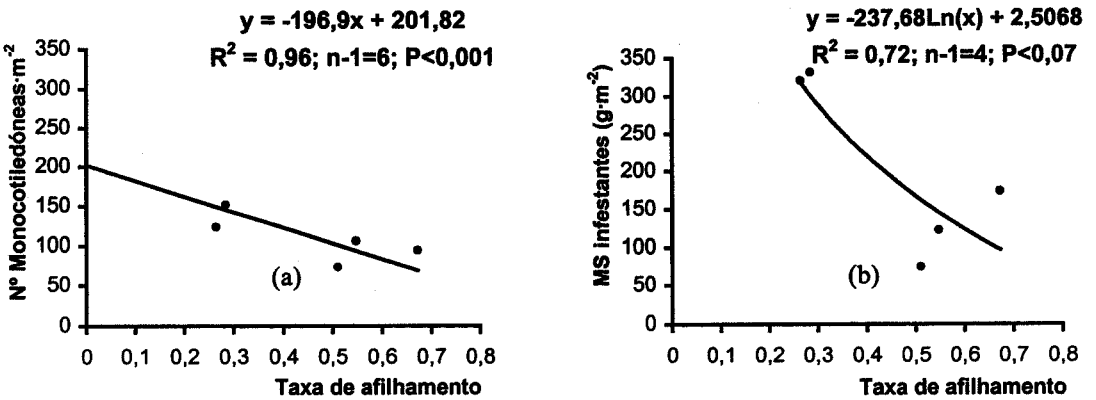


Fig. 6.45 - Relação da taxa de afilhamento do trigo com o número de Monocotiledóneas ao espigamento da cultura (a) e com a matéria seca da flora infestante à colheita (b), sem controlar a infestação em pós-emergência (valores médios de duas variedades semeadas na primeira data durante quatro anos).

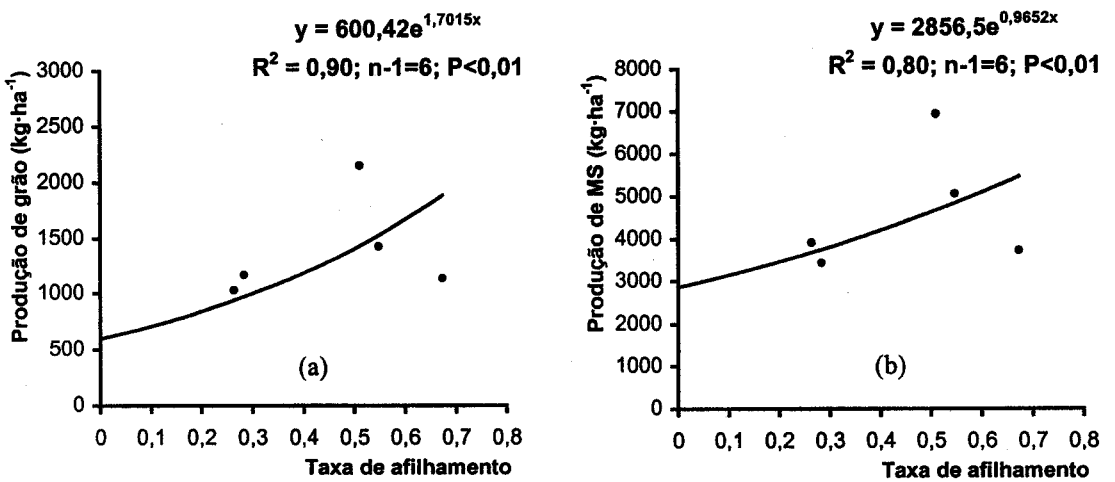


Fig. 6.46 - Relação entre a taxa de afilhamento do trigo e a sua produção de grão (a) e de matéria seca (b), sem controlar a infestação em pós-emergência (valores médios de duas variedades semeadas na primeira data durante quatro anos).

Através da aplicabilidade dos modelos, concluímos que ao aumentar a taxa de afilhamento de 0 para 0,6 diminui mais de metade da população de Monocotiledóneas (-118,1 plantas·m^{-2}), ou seja, passa de 201,8 para 83,7 plantas·m^{-2} (Fig. 6.45 (a)). Para igual variação da taxa de afilhamento, constata-se na Fig. 6.46, que a produção de grão (a) quase triplica (600,4 a 1666,6 kg·ha^{-1}) e a de matéria seca (b) quase duplica (2856,5 a 5097,3 kg·ha^{-1}).

6.5.2.2 ALTURA DAS PLANTAS

A altura das plantas de trigo, é outra característica morfológica, que lhe pode conferir vantagens competitivas perante a flora infestante (Appleby *et al.*, 1976;

Christensen *et al.*, 1996; Cosser *et al.*, 1997; Korres e Froud-Williams, 2002; Lemerle *et al.*, 1996a). Nas condições referidas, em que a cultura foi semeada no início da época de sementeira (primeira data dos anos agrícolas 1996/97, 1997/98, 1998/99 e 1999/00) e não se aplicou o herbicida em pós-emergência, melhora-se, como também observaram Cosser *et al.* (1997), a competitividade da cultura.

Assim, com plantas mais altas haverá condições desfavoráveis para o desenvolvimento da infestação (Wicks *et al.*, 1994), podendo diminuir a sua população, sobretudo ao nível da mesma classe e família, conforme se demonstra na Fig. 6.47 (a). Do mesmo modo, a quantidade de matéria seca produzida pelas plantas infestantes, verificada à colheita do trigo, decresce com o aumento da altura das plantas. No entanto, esta relação só é significativa para um intervalo de confiança de 90% (Fig. 6.47 (b)).

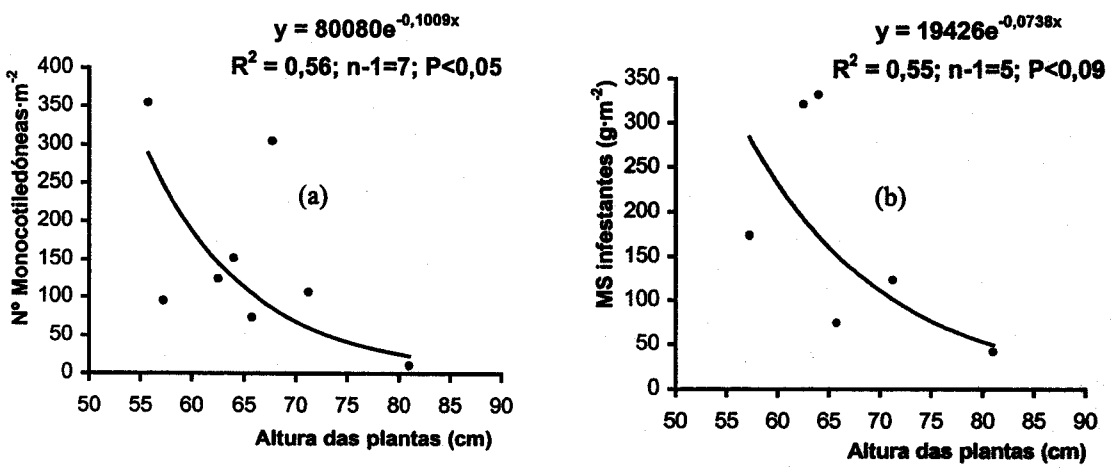


Fig. 6.47 - Relação da altura das plantas de trigo com o número de Monocotiledóneas ao espigamento da cultura (a) e com a matéria seca da flora infestante à colheita (b), sem controlar a infestação em pós-emergência (valores médios de duas variedades semeadas na primeira data durante quatro anos).

Apesar da variação da altura das plantas (55 a 80 cm) permitir caracterizá-las como semi-anãs, a oscilação da sua altura entre 60 e 80 cm está relacionda com o decréscimo acentuado da população de Monocotiledóneas, desde 188,1 a 25 plantas·m^{-2} (Fig. 6.47 (a)). Por sua vez, a produção de grão cresce de 1125,8 para 2579,1 kg·ha^{-1} (Fig. 6.48 (a)) e a de biomassa aumenta de 3124,8 para 7040,2 kg·ha^{-1} (Fig. 6.48 (b)).

As relações apresentadas, são válidas para os tratamentos em estudo, nomeadamente a primeira data de sementeira, que permite atingir, geralmente, maior potencial de infestação na cultura, e a não aplicação de herbicida em pós-emergência. Além disso, foram obtidas a partir de valores verificados nas duas variedades estudadas e, por isso, também estão condicionadas pelas suas características.

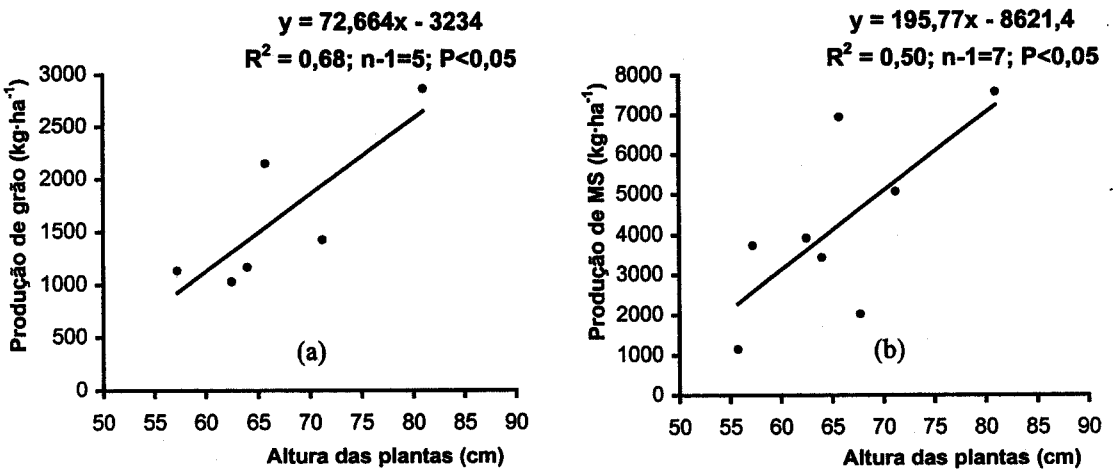


Fig. 6.48 - Relação entre a altura das plantas de trigo e a sua produção de grão (a) e a de matéria seca (b), sem controlar a infestação em pós-emergência (valores médios de duas variedades semeadas na primeira data durante quatro anos).

6.5.3 EFEITO DO HERBICIDA DE PÓS-EMERGÊNCIA

A aplicação de um herbicida em pós-emergência para controlar infestantes Monocotiledóneas e Dicotiledóneas, levou a uma redução significativa da infestação na cultura, aumentando, assim, a disponibilidade de um recurso limitado como é a água (Quadro 6.76), sobretudo na fase reprodutiva. Como melhoraram as condições do habitat, foi beneficiada a formação das componentes da produção e aumentou, significativamente, a produção de grão e de matéria seca do trigo (Quadro 6.77).

Apesar da sua acção variar com o ano, o local e a data de sementeira (Wicks *et al.*, 1995b), o controlo das plantas daninhas em pós-emergência parece ser essencial, quando a sementeira dos cereais de Outono-Inverno ocorre sem ter sido efectuado um controlo eficaz da infestação potencial. Este facto, também se confirma a partir dos valores apresentados nos Quadros 6.78 e 6.79.

Quadro 6.76 - Efeito do herbicida de pós-emergência nos parâmetros da infestação (número de plantas·m^{-2}) do trigo e da humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%), para os três anos de ensaio analisados.

PARÂMETROS		HERBICIDA	
		COM	SEM
SL	Infestantes	26,9 b	207,9 a
	Monocotiledóneas	6,1 b	78,7 a
	Dicotiledóneas	20,8 b	129,3 a
	Humidade volúmica	16,9 a	15,3 b
Matéria seca infestantes à colheita (g·m^{-2})		16,7 b	149,8 a

SL - Segunda leitura.

Quadro 6.77 - Efeito do herbicida de pós-emergência nos parâmetros da produção de grão de trigo e das suas componentes, matéria seca, índice de colheita e altura das plantas da cultura, para os três anos de ensaio analisados.

PARÂMETROS	HERBICIDA	
	COM	SEM
Nº espigas potenciais·m^{-2}	430,6 a	383,1 b
Taxa de afilhamento	0,793 a	0,315 b
Nº espigas produtivas·m^{-2}	363,3 a	317,1 b
Taxa de sobrevivência	0,941 a	0,884 b
Nº grãos·espiga^{-1}	21,4 a	19,3 b
Nº grãos·m^{-2}	7663,5 a	5907,9 b
Produção de grão (kg·ha^{-1})	2368,9 a	1803,3 b
Matéria seca (kg·ha^{-1})	6841,4 a	5820,1 b
Índice de colheita	0,345 a	0,310 b
Altura das plantas (cm)	65,6 a	64,5 b

A uma quantidade de plantas e de biomassa de infestantes significativamente superior sem a aplicação do herbicida em pós-emergência no trigo semeado na primeira data (Quadro 6.78), correspondeu um número de grãos de trigo e, consequentemente, uma produção de grão e mesmo de biomassa signicativamente menor (Quadro 6.79). Na segunda data, sem o uso do herbicida, houve menos infestação do que na primeira (Quadro 6.78) e o número de grãos e as produções de grão e de biomassa da cultura sofreram menos perdas, mas mesmo assim, significativamente diferentes no que respeita à produção de grão (Quadro 6.79).

Por outro lado, o emprego do herbicida permitiu um nível de infestação semelhante entre a primeira e a segunda data de sementeira (Quadro 6.78), sendo o número de grãos, a produção de grão e de biomassa do trigo não diferentes estatisticamente nestas duas datas (Quadro 6.79).

Quadro 6.78 - Efeito da interacção da data de sementeira do trigo com o herbicida de pós-emergência nos parâmetros da infestação (número de plantas·m^{-2}), para os três anos de ensaio analisados.

DATA DE SEMENTEIRA	HERBICIDA PÓS EMERGÊNCIA	SL			M S
		INFESTANTES	MONOCOT.	DICOTILEDÓNEAS	INFESTANTES (g·m^{-2})
PRIMEIRA	COM	26,8 c	6,8 c	20,0 c	15,6 c
	SEM	260,9 a	93,9 a	167,0 a	177,7 a
SEGUNDA	COM	27,1 c	5,3 c	21,7 c	17,8 c
	SEM	155,0 b	63,5 b	91,5 b	122,0 b

SL - Segunda leitura; **MONOCOT.** - Monocotiledóneas.

Quadro 6.79 - Efeito da interacção da data de sementeira do trigo com o herbicida de pós-emergência nos parâmetros da produção de grão e das suas componentes, e matéria seca da cultura, para os três anos de ensaio analisados.

DATA DE SEMENTEIRA	HERBICIDA PÓS EMERGÊNCIA	TAXA DE AFIL.	NÚMERO GRÃOS·ESP.$^{-1}$	NÚMERO GRÃOS·m^{-2}	PESO GRÃO (mg)	PRODUÇÃO GRÃO (kg·ha^{-1})	MATÉRIA SECA (kg·ha^{-1})
PRIMEIRA	COM	1,061 a	22,3 a	7703,5 a	31,84 a	2431,1 a	6697,3 a
	SEM	0,410 b	18,5 b	5075,3 c	31,91 a	1631,5 c	5113,7 b
SEGUNDA	COM	0,525 b	20,5 ab	7623,5 a	30,26 b	2306,8 a	6985,6 a
	SEM	0,220 c	20,1 ab	6740,4 b	29,25 c	1975,1 b	6526,5 a

AFIL. - afilhamento; **ESP.**$^{-1}$ - espiga^{-1}.

Os benefícios associados ao emprego do herbicida variam com o ano (Doucet *et al.*, 1999; Wicks *et al.*, 1995b), sobretudo com as condições climáticas, particularmente a precipitação e a temperatura. Assim, além do efeito do herbicida, ser em geral, mais determinante nas primeiras datas de sementeira, poderá ter maior impacto perante condições meteorológicas semelhantes às do ano agrícola 1999/00 (Fig. 5.7; pág. 135), ou seja, Invernos secos e Primaveras muito húmidas e frias.

Face às condições do ano agrícola 1999/00, as infestações quantificadas pelo número de plantas da classe Monocotiledónea e da produção de biomassa na primeira data de sementeira sem aplicação do herbicida em pós-emergência, foram elevadas e estatisticamente diferentes das restantes (Quadro 6.80), tendo sido prejudicada a formação do número de grãos e as produções de grão e de biomassa de trigo, cujos valores médios apresentam quebras acentuadas (Quadro 6.81).

Nestas circunstâncias, o controlo das plantas infestantes em pós-emergência é indispensável, porque permite diminuir, como referem Buhler *et al.* (2000), as elevadas perdas de produção da cultura.

Quadro 6.80 - Efeito da interacção entre o ano, a data de sementeira do trigo e o herbicida de pós-emergência, nos parâmetros da infestação (número de plantas·m^{-2}).

ANOS	DATA DE SEMENTEIRA	HERBICIDA PÓS EMERGÊNCIA	SL			M S
			INFESTANTES	MONOCOT.	DICOT.	INFESTANTES (g·m^{-2})
1996 1997	PRIMEIRA	COM	10,8 g	9,9 d	0,9 d	12,6 e
		SEM	306,3 a	42,3 c	264,0 a	58,4 d
	SEGUNDA	COM	0,5 g	0,3 d	0,3 d	0,8 e
		SEM	48,3 eg	3,9 d	44,4 c	19,8 e
1998 1999	PRIMEIRA	COM	59,4 ef	2,5 d	56,9 c	4,3 e
		SEM	259,8 bc	101,1 b	158,6 b	148,2 c
	SEGUNDA	COM	67,0 e	2,4 d	64,5 c	12,8 e
		SEM	292,8 ab	101,5 b	191,3 b	121,3 c
1999 2000	PRIMEIRA	COM	10,1 g	8,0 d	2,1 d	29,8 de
		SEM	216,8 c	138,4 a	78,4 c	326,4 a
	SEGUNDA	COM	13,8 fg	13,4 d	0,4 d	39,7 de
		SEM	123,9 d	85,0 b	38,9 c	224,8 b

SL - Segunda leitura; **MONOCOT.** - Monocotiledóneas; **DICOT.** - Dicotiledóneas.

Quadro 6.81 - Efeito da interacção entre o ano, a data de sementeira do trigo e o herbicida de pós-emergência, nos parâmetros da produção de grão e de algumas das suas componentes, e matéria seca da cultura.

ANOS	DATA DE SEMENTEIRA	HERBICIDA PÓS EMERGÊNCIA	TAXA DE SOB.	NÚMERO GRÃOS·ESPIGA^{-1}	NÚMERO GRÃOS·m^{-2}	PRODUÇÃO GRÃO (kg·ha^{-1})	MATÉRIA SECA (kg·ha^{-1})
1996 1997	PRIMEIRA	COM	0,728 e	21,1 bc	8649,0 ab	2809,2 a	7314,5 ac
		SEM	0,717 e	21,0 bc	7467,1 cd	2509,8 ab	7257,7 ac
	SEGUNDA	COM	0,709 e	17,2 c	6728,8 de	1930,0 cd	6280,3 ce
		SEM	0,741 e	17,1 c	6623,3 de	1835,0 d	5952,2 de
1998 1999	PRIMEIRA	COM	0,779 e	19,9 bc	5158,8 f	1617,7 de	5137,2 ef
		SEM	0,928 c	18,1 c	4226,2 fg	1283,7 ef	4401,5 fg
	SEGUNDA	COM	0,818 ce	21,0 bc	8199,7 bc	2775,4 a	8113,9 a
		SEM	0,915 cd	19,5 bc	7336,4 cd	2366,8 b	7819,5 ab
1999 2000	PRIMEIRA	COM	1,233 b	25,9 a	9302,8 a	2866,4 a	7640,2 ab
		SEM	0,800 de	16,5 c	3532,8 g	1100,9 f	3682,0 g
	SEGUNDA	COM	1,381 a	23,3 ab	7942,1 bc	2214,9 bc	6562,6 bd
		SEM	1,205 b	23,7 ab	6261,5 e	1723,5 d	5807,9 de

SOB. - sobrevivência.

6.5.4 CONSIDERAÇÕES E REFLEXÕES FINAIS

Mais uma vez, se constatou o efeito significativo do ano em vários parâmetros da infestação e das respectivas componentes da produção de grão de trigo.

Embora o efeito do ano fosse evidente, as sementeiras de trigo efectuadas no início da época usual da sua realização, permitiram o aparecimento de grande infestação na cultura, quer se quantificasse o número de plantas ou o peso da biomassa obtido à colheita. Cosser *et al.* (1997), também observaram que a produção de matéria seca de ervas daninhas presentes no trigo variava inversamente com a data de sementeira.

Igualmente importante para a capacidade competitiva da espécie cultivada, parece ser a existência de genótipos e/ou variedades bem adaptadas à presença de plantas infestantes, sendo assim possível, optimizar o seu rendimento (Lemerle *et al.*, 1996c).

Algumas características morfológicas, como a capacidade de afilhamento e a altura das plantas de trigo, estão relacionadas com a sua competitividade (Challaiah *et al.*, 1986; Légère e Bai, 1999; Lemerle *et al.*, 1996a; 1996c). As características referidas relacionaram-se com parâmetros de infestação, particularmente, com o número de plantas Gramíneas, e com a respectiva produção de grão e de biomassa da cultura.

Os modelos encontrados, demonstram que o afilhamento e o porte das plantas de trigo variaram inversamente com o número de plantas infestantes da classe Monocotiledónea e directamente com a produção de grão e de biomassa da cultura.

No entanto, a influência de ambas as características, nota-se, fundamentalmente, com elevadas infestações, ou seja, aquelas que são obtidas frequentemente no trigo sem

utilizar um meio de controlo químico em pós-emergência, podendo o impacto ser maior na cultura semeada no início da época destinada a essa finalidade.

Portanto, uma variedade com forte capacidade de afilhamento, como é o exemplo do trigo Centauro, que seja caracterizada por um grande vigor inicial e plantas altas, de forma a apresentarem no final do ciclo vegetativo alturas similares às do Sever (70 a 80 cm), poderá ser bastante competitiva com a flora infestante.

Com base nos valores verificados, tanto o número médio de infestantes Monocotiledóneas como a média da produção de grão de trigo se relacionam com a taxa de afilhamento e a altura das plantas, nas seguintes equações múltiplas:

$\mathbf{M = 580{,}968 - 184{,}989x_1 - 6{,}100x_2;}$
$\mathbf{R^2 = 0{,}92;\ F_{[2,5]}=28{,}567;\ P<0{,}01;}$
M – Número de plantas infestantes da classe Monocotiledónea por metro quadrado;
x_1 – Taxa de afilhamento; $-0{,}673 \leq x_1 \leq 0{,}673$ (valores negativos devido ao ano de 1997/98, com grande infestação e o número de caules foi inferior ao número de plantas); $P<0{,}01$;
x_2 – Altura das plantas (cm); $55{,}8 \leq x_2 \leq 81{,}0$; $P<0{,}05$.

$\mathbf{Y = -3598{,}322 + 922{,}484x_1 + 72{,}122x_2;}$
$\mathbf{R^2 = 0{,}78;\ F_{[2,5]}=9{,}001;\ P<0{,}05;}$
Y – Produção de grão ($kg \cdot ha^{-1}$);
x_1 – Taxa de afilhamento; $-0{,}673 \leq x_1 \leq 0{,}673$ (valores negativos devido ao ano de 1997/98, com grande infestação e o número de caules foi inferior ao número de plantas); $P<0{,}06$;
x_2 – Altura das plantas (cm); $55{,}8 \leq x_2 \leq 81{,}0$; $P<0{,}05$.

Complementaridade disciplinar será necessária, sobretudo entre a fitotecnia e o melhoramento de plantas, para aumentar a capacidade competitiva do trigo. Nesta perspectiva, deverá a selecção de genótipos, como refere Carvalho (1994), direccionar-se para a capacidade competitiva das plantas da cultura face às invasoras.

É evidente que a aplicação do herbicida em pós-emergência pode eliminar as plantas nocivas e beneficiar a formação das componentes da produção e o rendimento em grão e em matéria seca. Apesar da sua acção ser, geralmente, sempre favorável em termos agronómicos (Basch, 1988; Buhler *et al.*, 2000), é mais determinante e essencial, quando a sementeira do trigo, e dos cereais de Outono-Inverno em geral, decorre sem ter sido controlada uma grande proporção da infestação potencial.

Contudo, há custos económicos e ambientais, por isso, todas as estratégias que posssibilitem à cultura ficar menos dependente do recurso à aplicação de herbicidas em pós-emergência, são benéficas e fundamentais para os sistemas de baixo custo. A data de sementeira e as características morfológicas da variedade que permitem às suas plantas serem competitivas com as infestantes, são assim, preciosos auxiliares de um conjunto de técnicas que minimizam o impacto e a necessidade de recorrer aos herbicidas aplicados em pós-emergência.

7 CONCLUSÕES FINAIS

Depois da análise e discussão dos resultados obtidos a partir das observações e verificações realizadas entre 1993/94 e 1999/00, poder-se-á fazer uma síntese conclusiva, procurando no entanto, garantir a complementaridade entre a informação sobre a emergência das plântulas espontâneas e a aplicabilidade agronómica do controlo da população potencial de infestantes na preparação da cama da semente dos cereais de Outono-Inverno, particularmente do trigo mole.

Na perspectiva agronómica, releva-se a variabilidade anual dos resultados, também referida por outros autores (Basch, 1988; Calado *et al.*, 2002; Doucet *et al.*, 1999; Murphy *et al.*, 2002; Swanton *et al.*, 1999b; Wicks *et al.*, 1994), devida aos precedentes utilizados e aos factores abióticos, principalmente os climáticos, que condicionam em cada momento qualquer estratégia.

A partir das verificações, poder-se-á concluir, que a emergência das plântulas espontâneas depende das sementes localizadas na camada superficial do solo, nomeadamente nos primeiros dois a três centímetros. Contudo, podem existir algumas entre a profundidade referida e os cinco centímetros superficiais, capazes de germinarem, sobretudo da classe Dicotiledónea.

Para maximizar o número de plântulas emergidas, é necessário, que a interacção da temperatura com a humidade do solo seja favorável aos primeiros estados vegetativos (Forcella, 1998), devendo-se garantir, fundamentalmente, um teor de água no solo próximo da capacidade de campo.

Parecendo ser mais fácil e de melhor praticabilidade agronómica quantificar a precipitação acumulada, verificou-se, através da resposta da emergência das plântulas espontâneas, que as maiores densidades populacionais, a tenderem para o limite máximo verificado, foram atingidas quando o valor foi superior a cem milímetros. A probabilidade deste limiar ser registado no fim de Outubro, possibilitando a realização da sementeira do trigo em datas adequadas nas condições mediterrânicas, é de 60%, considerando um período de dez anos agrícolas (1994/95 a 2003/2004), sendo de 80% até ao segundo decêndio de Novembro, que é ainda, nestas condições, um período viável, para garantir o desenvolvimento da cultura.

Todavia, a população relativa ao ptencial verificado, foi obtida mais rapidamente na classe Dicotiledónea. Daqui se conclui, que a velocidade de emergência das suas plântulas é maior do que a das Monocotiledóneas.

Quando se perturbou o solo, simulando o controlo da flora espontânea realizado pelos trabalhos de mobilização efectuados na preparação da cama da semente, favoreceu-se o reaparecimento das plântulas e, consequentemente, aumentou o seu número relativamente ao que se registou em solo não perturbado.

Ao perturbar novamente o solo, já no fim do Inverno e início da Primavera, existiu ainda, um efeito significativo sobre a emergência de jovens plantas. No entanto, as dominantes pertenciam, essencialmente, à classe Dicotiledónea, caracterizadas por crescimento de Primavera (*Chenopodium album* L.) e pouco exigentes em água. Aparecem, facilmente, com teores de humidade inferiores aos da capacidade de campo (Roberts, 1984), ao contrário de algumas espécies de Outono-Inverno, particularmente, as da classe Monocotiledónea.

Além da perturbação da cama da semente promover o acréscimo da densidade de plantas, também causou uma diminuição da humidade do solo. Isto deve-se, segundo Fenster e Wicks (1982), Hoefer *et al.* (1981) e Wicks *et al.* (1988), ao maior arejamento e à consequente perda de água por evaporação e, nas condições mediterrânicas, agrava a limitação da escassez de precipitação e afecta o desenvolvimento de cereais de Outono--Inverno de sequeiro, sobretudo em anos secos no Inverno e na Primavera.

Quando as condições ambientais permitiram o aparecimento da máxima população de infestantes antes de semear o trigo, existiu menor infestação na cultura em sementeira directa relativamente à que se desenvolveu no solo mobilizado para preparar a cama da semente.

Aliás, a proporção de perdas de produção verificada quando não se aplicou um herbicida em pós-emergência para controlar as plantas de ambas as classes (Monocotiledónea e Dicotiledónea), foi no máximo 22,8% relativamente ao mesmo sistema (sementeira directa) e até um valor menor em relação à mobilização do solo. Portanto, sem aplicação de um herbicida em pós-emergência, pode-se obter maior rendimento e, principalmente, maior regularidade produtiva no sistema de sementeira directa. Assim, a necessidade de se aplicar o respectivo agroquímico durante a fase vegetativa do trigo, justifica, face aos preços actuais, quer do produto (grão de trigo), quer do factor de produção (herbicida), uma análise ponderada e cuidada.

Além de várias vantagens da sementeira directa, que preservam a estrutura do solo e reduzem o consumo energético, há também a possibilidade de diminuir ou evitar a aplicação de um herbicida em pós-emergência, desde que tenha emergido uma proporção elevada da população de infestantes, preferencialmente, tivesse atingido o pico máximo antes da sementeira e da respectiva aplicação do herbicida de pré-sementeira. A ocorrência destas condições, apresenta uma probabilidade alta (6 anos em dez ou até 8 anos em dez optando por variedades de ciclo vegetativo flexível ou mais precoce), por isso, esta estratégia pode ser aplicada com sucesso na cerealicultura extensiva alentejana em grande parte dos anos. Desta maneira, a sementeira directa contribuirá para a viabilidade económica e ambiental dos sistemas cerealíferos de sequeiro, utilizados no Alentejo.

Porém, quando as plantas infestantes não emergiram antes da sementeira do trigo ou o grau de emergência foi baixo, as mobilizações efectuadas na preparação da cama da

semente, diminuiram a infestação da cultura em comparação com a sementeira directa. Isto resulta da deslocação do banco de sementes, provocada pela acção das alfaias utilizadas (Besnier Romero, 1989; Dias, 1999; Ghersa e Martínez-Ghersa, 2000; Rahman *et al.*, 2000; Tørresen e Skuterud, 2002), o qual, pode ficar localizado em camadas do solo, onde as condições para a germinação são menos favoráveis.

Sabendo que a maximização do aparecimento das ervas daninhas é relevante para minimizar a infestação da cultura do trigo em sementeira directa, e varia com os condicionalismos do ano, sobretudo a precipitação acumulada, é fundamental a adaptabilidade verificada em trigo mole semeado durante todo o mês de Novembro. A capacidade de adaptação de determinadas variedades, mesmo com a referida influência anual, permitiu obter produções superiores aos valores médios do local, quando se optou por datas de sementeira dentro do período alargado de fim de Outubro até ao final de Novembro, devido à sua flexibilidade.

Flexibilidade do trigo mole, deve-se assim à capacidade de adaptação à irregularidade das condições ambientais, permitindo maior estabilidade produtiva e a obtenção de rendimentos regulares, mesmo que, haja variação no período de sementeira. Esta característica é essencial, para a aplicabilidade e viabilidade da estratégia de controlar as infestantes, preferencialmente, em pré-sementeira do trigo mole (Carvalho, 1994), utilizando o sistema de sementeira directa.

Além da flexibilidade do seu ciclo vegetativo, as variedades devem ser competitivas com a flora daninha. Algumas características, como o afilhamento e a altura das plantas, permitem uma boa cobertura do espaço e parecem estar relacionadas com essa capacidade. O ideal seria a conjugação de ambas (Lemerle *et al.*, 1996a; 2001a), para o desenvolvimento da cultura e a consequente resposta produtiva ficarem menos dependentes da aplicação do herbicida em pós-emergência.

Em suma, é possível controlar uma proporção elevada da população potencial de infestantes antes de semear os cereais de Outono-Inverno. Esta possibilidade apresenta uma probabilidade alta, mesmo condicionada pela heterogeneidade do nosso clima outonal. Assim, o trigo mole no sistema de sementeira directa poderá ter níveis baixos de infestação, o que permite evitar ou reduzir a aplicação de herbicidas em pós-emergência. A viabilidade desta estratégia aumentará com a utilização de variedades flexíves, sobre as quais, poder-se-ia trabalhar, procurando, simultaneamente, melhorar a competitividade perante a flora invasora, a partir de características relacionadas com essa capacidade competitiva (afilhamento e/ou altura das plantas).

Com a informação aqui apresentada, espera-se melhorar a eficiência nos sistemas de baixo custo de cereais de Outono-Inverno, particularmente de trigo mole e, assim, a sua competitividade e sustentabilidade, de forma a produzir alimento e a favorecer, segundo Reeves *et al.* (1999), as pessoas e a respectiva sociedade.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKINOLA, M. O.; THOMPSON, K. e BUCKLAND S. M. (1998) - *Soil seed bank of an upland calcareous grassland after 6 years of climate and management manipulations*. Journal of Applied Ecology, Vol. 35, pp. 544-552.

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.

ALLEN, P. S. e MEYER, S. E. (1998) - *Ecological aspects of seed dormancy loss*. Seed Science Research, Vol. 8, pp. 183-191.

ANDERSON, J. V.; CHAO, W. S. e HORVATH, D. P. (2001) - *A current review on the regulation of dormancy in vegetative buds*. Weed Science, Vol. 49, pp. 581-589.

ANDERSSON, L. e MILBERG, P. (1998) - *Variation in seed dormancy among mother plants, populations and years of seed collection*. Seed Science Research, Vol. 8, pp. 29-38.

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.

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.

BALLARÉ, C. L. e CASAL; J. J. (2000) - *Light signals perceived by crop and weed plants*. Field Crops Research, Vol. 67, pp. 149-160.

BÀRBERI, P. e CASCIO, B. LO. (2001) - *Long-term tillage and crop rotation effects on weed seedbank size and composition*. Weed Research, Vol. 41, pp. 325-340.

BASCH, G. (1988) - *Alternativen zum traditionellen landnutzungssystem im Alentejo/Portugal, unter besonderer Berücksichtigung der Bodenbearbeitung*. Göttinger Beiträge zur Land-und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, Vol. 31, 188 p.

BASKIN, J. M. e BASKIN, C. C. (1977) - *Role of temperature in germination ecology of three summer annual weeds*. Oecologia, Vol. 30, pp. 377-382.

BASKIN, J. M. e BASKIN, C. C. (1985) - *The annual dormancy cycle in buried weed seeds: A continuum*. BioScience, Vol. 35, pp. 492-498.

BASKIN, C. C.; CHESSON, P. L. e BASKIN, J. M. (1993) - *Annual seed dormancy cycles in two desert winter annuals*. Journal of Ecology, Vol. 81, pp. 551-556.

BASTIAANS, L.; KROPFF, M. J.; GOUDRIAAN, J. e 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.

BEKKER, R. M.; OOMES, M. J. M. e BAKKER, J. P. (1998) - *The impact of groundwater level on soil seed bank survival*. Seed Science Research, Vol. 8, pp. 399-404.

BELLIDO, L. L. (1991) - *Cultivos Herbaceos - Cereales*. Vol. 1. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 539 p.

BENBELLA, M. e PAULSEN, G. M. (1998a) - *Efficacy of treatments for delaying senescence of wheat leaves: I. Senescence under controlled conditions*. Agronomy Journal, Vol. 90, pp. 329-332.

BENBELLA, M. e PAULSEN, G. M. (1998b) - *Efficacy of treatments for delaying senescence of wheat leaves: II. Senescence and grain yield under field conditions*. Agronomy Journal, Vol. 90, pp. 332-338.

BENECH-ARNOLD, R. L.; SÁNCHEZ, R. A.; FORCELLA, F.; KRUK, B. C. e GHERSA, C. M. (2000) - *Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil*. Field Crops Research, Vol. 67, pp. 105-122.

BESNIER ROMERO, F. (1989) - *Semillas Biologia y Tecnologia*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 637 p.

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.; SEMACH, G.; LI, X.; O'DONOVAN, J. T. e HARKER, K. N. (1999) - *An integrated weed management approach to managing foxtail barley (Hordeum jubatum) in Conservation Tillage Systems*. Weed Technology, Vol. 13, pp. 347-353.

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.

BLUM, U.; KING, L. D. e BROWNIE, C. (2002) - *Effects of wheat residues on dicotyledonous weed emergence in a simulated no-till system*. Allelopathy Journal, Vol. 9, pp. 159-176.

BOISGONTIER, D.; LAJOUX, P.; VIAUX, P.; JOUY, L. e LESCAR, L. (1997) - - *Minimum tillage and consequences on weed control strategies*. In: Experience with the Applicability of No-tillage Crop Production in the West-European Countries, Tebrügge, F. e Böhrnsen, A. (eds.). Proceedings of the EC - - Workshoop - III - Évora, pp. 51-60.

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.

BOSTRÖM, U. (1999) - T*ype 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. (1999) - T*ype 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.

BOTTO, J. F.; SCOPEL, A. L.; BALLARÉ, C. L. e SÁNCHEZ, R. A. (1998a) - *The effect of light during and after soil cultivation with different tillage implements on seedling emergence*. Weed Science, Vol. 46, pp. 351-357.

BOTTO, J. F.; SÁNCHEZ, R. A. e CASAL, J. J. (1998b) - *Burial conditions affect light responses of Datura ferox seeds*. Seed Science Research, Vol. 8, pp. 423-429.

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.

BOURDÔT, G. W.; JAMIESON, P. D. e HURRELL, G. A. (1999) - *Evaluation of a mechanistic model of wheat and weed growth*. In: Proceedings of the 52nd New Zealand Plant Protection Conference, pp. 203-208.

BOUWMEESTER H. J. e KARSSEN, C. M. (1989) - *Environmental factors influencing the expression of dormancy patterns in weed seeds*. Annals of Botany, Vol. 63, pp. 113-120.

BOUWMEESTER H. J. e KARSSEN, C. M. (1992) - *The dual role of temperature in the regulation of the seasonal changes in dormancy and germination of seeds of Polygonum persicaria L.*. Oecologia, Vol. 90, pp. 88-94.

BOUWMEESTER H. J. e KARSSEN, C. M. (1993a) - *Annual changes in dormancy and germination in seeds of Sisymbrium officinale (L.) Scop.*. New Phytologist, Vol. 124, pp. 179-191.

BOUWMEESTER H. J. e KARSSEN, C. M. (1993b) - *The effect of environmental conditions on the annual dormancy pattern of seeds of Spergula arvensis*. Canadian Journal of Botany, Vol. 71, pp. 64-73.

BOUWMEESTER H. J. e KARSSEN, C. M. (1993c) - *Seasonal periodicity in germination of seeds of Chenopodium album L.*. Annals of Botany, Vol. 72, pp. 463-473.

BOUWMEESTER H. J.; DERKS, L.; KEIZER, J. J. e KARSSEN, C. M. (1994) - *Effects of endogenous nitrate content of Sisymbrium officinale seeds on germination and dormancy.* Acta Botanica Neerlandica, Vol. 43, pp. 39-50.

BOUWMEESTER H. J. e KARSSEN, C. M. (1996) - *The seed bank in the soil, that great unknown in rare plant population studies.* Bocconea, Vol. 5, pp. 159-170.

BRADBEER, J. W. (1988) - *Seed dormancy and germination.* Ed. Blackie Academic & Professional. Glasgow. 146 p.

BRADFORD, K. J. (1990) - *A water relations analysis of seed germination rates.* Plant Physiology, Vol. 94, pp. 840-849.

BRÄUTIGAM, V. e TEBRÜGGE, F. (1997) - *Influence of long-termed no-tillage on soil borne plant pathogens and on weeds.* In: Experience with the Applicability of No-tillage Crop Production in the West-European Countries, Tebrügge, F. e Böhrnsen, A. (eds.). Proceedings of the EC-Workshoop - III - Évora, pp. 17-29.

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

BUHLER, D. D. (1999) - *Weed population responses to weed control practices. I. Seed bank, weed populations, and crop yields.* Weed Science, Vol. 47, pp. 416-422.

BUHLER, D. D.; LIEBMAN, M. e OBRYCKI, J. J. (2000) - *Review - Theoretical and practical challenges to an IPM approach to weed management.* Weed Science, Vol. 48, pp. 274-280.

CAIXINHAS, M. L. (1980) - *Efeito da temperatura e da luz sobre a germinação de algumas infestantes.* In: I Congresso Português de Fitiatria e Fitofarmacologia. III Simpósio Nacional de Herbologia, Lisboa, Vol. 3, pp. 123-132.

CAIXINHAS, M. L (1984) - *Études sur la germination aprés enfouissement et les émergences de mauvaises herbes.* In: Proceedings EWRS 3rd Symposium on Weed Problems in the Mediterranean Area, 1984, Oeiras, Vol. 1, pp. 63-72.

CAIXINHAS, M. L (1988) - *Aspectos Ecológicos da Germinação de Sementes de Infestantes.* Dissertação de Doutoramento em Biologia. Universidade de Lisboa, Lisboa. 292 p.

CAIXINHAS, M. L. (2001) - *Plântulas de Infestantes - Dicotiledóneas.* 3ª ed., Direcção-Geral de Protecção das Culturas. Oeiras. 467 p.

CAIXINHAS, M. L. e SILVEIRA, H. L. (1994) - *Efeito da solarização na capacidade germinativa de sementes de infestantes a diferentes profundidades.* Revista de Ciências Agrárias, Vol. 17 (1-2), pp. 185-190.

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.

CALDERINI, D. F.; ABELEDO, L. G.; SAVIN, R. e SLAFER, G. A. (1999a) - *Effect of temperature and carpel size during pre-anthesis on potencial grain weight in wheat.* Journal of Agricultural Science, Cambridge, Vol. 132, pp. 453-459.

CALDERINI, D. F.; ABELEDO, L. G.; SAVIN, R. e SLAFER, G. A. (1999b) - *Final grain weight in wheat as affected by short periods of high temperature during pre- and pos-anthesis under field conditions.* Australian Journal of Plant Physiology, Vol. 26, pp. 453-458.

CALDERINI, D. F.; ABELEDO, L. G. e SLAFER, G. A. (2000) - *Physiological maturity in wheat based on kernel water and dry matter.* Agronomy Journal, Vol. 92, pp. 895-901.

CAMPBELL, C. A.; THOMAS; A. G.; BIEDERBECK, V. O.; MCCONKEY; B. G.; SELLES, F.; SPURR, D. e ZENTNER, R. P. (1998) - *Converting from no--tillage to pre-seeding tillage: Influence on weeds, spring wheat grain yields and N, and soil quality.* Soil & Tillage Research, Vol. 46, pp. 175-185.

CARDINA, J. (1995) - *Biological weed management.* In: Handbook of Weed Management Systems. Smith, A. E. (ed.). Marcel Dekker, Inc. pp. 279-341.

CARDINA, J.; REGNIER, E. e HARRISON, K. (1991) - *Long-term tillage effects on seed banks in three Ohio soils.* Weed Science, Vol. 39, pp. 186-194.

CARDINA, J.; WEBSTER, T. M. e HERMS, C. P. (1998) - *Long-term tillage and rotation effects on soil seedbank characteristics.* Aspects of Applied Biology, Vol. 51, Weed seedbanks: determination, dynamics and manipulation, pp. 213-220.

CARDOSO, J. V. J. C. (1965) - *Os Solos de Portugal - Sua Classificação, Caracterização e Génese 1 - A Sul do Rio Tejo.* Direcção Geral dos Serviços Agrícolas. Lisboa. 311 p.

CARVALHO, M. J. G. P. R. (1987) - *Factores limitantes e técnicas culturais da produção de trigo no Alentejo - efeitos de datas de sementeira, de densidades de sementeira e de nutrientes minerais nos estádios de desenvolvimento e na produção do trigo em solos Pg e Bp.* Dissertação de Doutoramento. Universidade de Évora, Évora. 214 p.

CARVALHO, M. J. G. P. R. (1994) - *A contribuição conjunta do melhoramento e da fitotecnia na produção de trigo em Portugal face à política agrícola comum.* Melhoramento, Vol. 33, pp. 577-608.

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, Vol. 31, pp. 90-101.

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

CHALLAIAH; BURNSIDE, O. C.; WICKS, G. A. e JOHNSON, V. A. (1986) - - *Competition between winter wheat (Triticum aestivum) cultivars e downy brome (Bromus tectorum).* Weed Science, Vol. 34, pp. 689-693.

CHAMPION, G. T.; FROUD-WILLIAMS, R. J. e HOLLAND, J. M. (1998) - *Interactions between wheat (Triticum aestivum L.) cultivar, row spacing and density and the effect on weed suppression and crop yield.* Annals of Applied Biology, Vol. 133, pp. 443-453.

CHAUVEL, B.; GUILLEMIN, J. P.; COLBACH, N. e GASQUEZ, J. (2001) - *Evaluation of cropping systems for management of herbicide-resistant populations of blackgrass (Alopecurus myosuroides Huds.).* Crop Protection, Vol. 20, pp. 127--137.

CHRISTENSEN, S. e OLESEN, J. E. (1995) - *Adaptive weed control in an integrated wheat management system for winter wheat.* In: Proceedings 9th EWRS (European Weed Research Society) Symposium Budapest 1995 "Challenges for Weed Science in a Changing Europe", pp. 663-669.

CHRISTENSEN, S.; RASMUSSEN, G.; OLESEN, J. E. e JØRGENSEN, L. N. (1996) - - *Weed management for integrated winter wheat production.* In: Proceedings Second International Weed Control Congress, Copenhagen, pp. 1-7.

COLBACH, N. e DEBAEKE, P. (1998) - *Integrating crop management and crop rotation effects into models of weed population dynamics: a review.* Weed Science, Vol. 46, pp. 717-728.

COLBACH, N.; ROGER-ESTRADE, J.; CHAUVEL, B. e CANEILL, J. (2000a) - - *Modelling vertical and lateral seed bank movements during mouldboard ploughing.* European Journal of Agronomy, Vol. 13, pp. 111-124.

COLBACH, N.; DESSAINT, F. e FORCELLA, F. (2000b) - *Evaluating field-scale sampling methods for the estimation of mean plant densities of weeds.* Weed Research, Vol. 40, pp. 411-430.

CÔME, D. e THÉVENOT, C. (1982) - *Environmental control of embryo dormancy and germination.* In: The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Khan, A. A. (ed.). Elsevier Biomedical Press. pp. 271-297.

CONNOR, D. J.; THEIVEYANATHAN, S. e RIMMINGTON, G. M. (1992) - - *Development, Growth, Water-use and Yield of a Spring and a Winter Wheat in Response to Time of Sowing.* Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 43, pp. 493-516.

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.

COUSENS, R. D. (1996) - *Comparative growth of wheat, barley, and annual ryegrass (Lolium rigidum) in monoculture and mixture.* Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 47, pp. 449-464.

COVENTRY, D. R.; REEVES, T. G.; BROOKE, H. D. e CANN, D. K. (1993) - *Influence of genotype, sowing date, and seeding rate on wheat development and yield.* Australian Journal of Experimental Agriculture, Vol. 33, pp. 751-757.

DENNIS, F. G., Jr (1996) - *A physiological comparison of seed and bud dormancy. In: Plant Dormancy: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology.* Lang, G. A. (ed.). cab International. pp. 47-56.

DIAS; A. S.; MAÇÃS, B. e COCO, J. (1998) - *Oportunidades para aumentar o potencial produtivo do trigo da região mediterrânica do Sul de Portugal. II - Contribuição dos assimilados de reserva para o enchimento do grão.* Melhoramento, Vol. 35, pp. 19-30.

DIAS, L. M. P. S. (1999) - *Banco de sementes do solo. Distribuição vertical e efeitos das mobilizações.* Dissertação de Doutoramento em Biologia, Área de Botânica Aplicada. Universidade de Évora, Évora. 367 p.

DIEHL, R. (1984) - *Agricultura Geral.* Ed. Clássica Editora. Lisboa. 579 p.

DONALDSON, E.; SCHILLINGER, W. F. e DOFING, S. M. (2001) - *Straw production and grain yield relationships in winter wheat.* Crop Science, Vol. 41, pp. 100--106.

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.

DOUCET, C.; WEAVER, S. E.; HAMILL, A. S. e ZHANG, J. (1999) - *Separating the effects of crop rotation from weed management on weed density and diversity.* Weed Science, Vol. 47, pp. 729-735.

DYER, W. E. (1995) - *Exploiting weed seed dormancy and germination requirements through agronomic practices.* Weed Science, Vol. 43, pp. 498-503.

EGO, K. B.; THOMAS, A. G. e SWANTON, C. (2000) - *Modelling germination of wild mustard (Sinapis arvensis L.).* In: Proceedings of the 2000 National Meeting - - Expert Committee on Weeds, Alberta, Canada, pp. 47-50.

EQUIZA, M. A. e TOGNETTI, J. A. (2002) - *Morphological plasticity of spring and winter wheats in response to changing temperatures.* Functional Plant Biology, Vol. 29, pp. 1427-1436.

ESPEBY, L. (1989) - *Germination of weed seeds and competition in stands of weeds and barley. Influences of mineral nutrients.* Crop Production Science 6, Department of Crop Production Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 172 p.

FEIO, M. (1991) - *Clima e Agricultura - Exigências Climáticas das Principais Culturas e Potencialidades Agrícolas do Nosso Clima.* Direcção-Geral de Planeamento e Agricultura. Lisboa. 266 p.

FENSTER, C. R. e WICKS, G. A. (1982) - *Fallow systems for winter wheat in western Nebraska.* Agronomy Journal, Vol. 74, pp. 9-13.

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 the United Nations, FAO, Rome, pp. 40-47.

FERRARA, G. O.; MOSAAD, M. G.; MAHALAKSHMI, V. e RAJARAM, S. (1997) - - *Photoperiod and vernalisation response of Mediterranean wheats, and implications for adaption.* In: Wheat: prospects for global improvement. Proceedings of the 5th International Wheat Conference, June 1996, Ankara, Turkey, Developments in Plant Breeding, Kluwer Academic Publishers; Dordrecht; Netherlands, Vol. 6, pp. 509-516.

FINCH-SAVAGE, W. E. e PHELPS, K. (1993) - *Onion (Allium cepa L.) seedling emergence patterns can be explained by the influence of soil temperature and water potencial on seed germination.* Journal of Experimental Botany, Vol. 44, pp. 407-414.

FINLAY, M. J.; TISDALL, J. M. e MCKENZIE, B. M. (1994) - *Effect of tillage below the seed on emergence of wheat seedlings in a hardsetting soil.* Soil & Tillage Research, Vol. 28, pp. 213-225.

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.

FOLEY, M. E. (2002) - *Weeds, seeds, and buds - opportunities and systems for dormancy investigations.* Weed Science, Vol. 50, pp. 267-272.

FORCELLA, F. (1986) - *Timing of weed control in no-tillage wheat crops.* Agronomy Journal, Vol. 78, pp. 523-526.

FORCELLA, F. (1993) - *Seedling emergence model for velvetleaf.* Agronomy Journal, Vol. 85, pp. 929-933.

FORCELLA, F. (1997) - *Application of weed seed bank ecology to weed management.* In: Expert Consultation on Weed Ecology and Management. Plant Production & Protection Division Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, pp. 24-32.

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-OSKOUI, K. e WAGNER, S. W. (1993) - *Application of weed seedbank ecology to low-input crop management.* Ecological Applications, Vol. 3, pp. 74-83.

FORCELLA, F.; DURGAN, B. R. e BUHLER, D. D. (1996) - *Management of weed seedbanks.* In: Proceedings Second International Weed Control Congress, International Weed Science Society, Copenhagen, pp. 21-26.

FORCELLA, F.; BENECH-ARNOLD, R. L.; SANCHEZ, R. E. e GHERSA, C. M. (2000) - *Modeling seedling emergence.* Field Crops Research, Vol. 67, pp. 123-139.

FRANCO, J. A. (1971) - *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores).* Vol. 1. Ed. autor. Lisboa. 648 p.

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 supression.* Aspects of Applied Biology, Vol. 50, Optimising cereal inputs: Its scientific basis, pp. 355--360.

FROUD-WILLIAMS, R. J. (1999) - *A biological framework for developing a weed management support system for weed control in winter wheat: weed seed biology.* In: Proceedings The 1999 Brighton Conference - Weeds, pp. 747-752.

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.

FROUD-WILLIAMS, R. J. (2001) - *Population dynamics and decision supports for agro--ecosystems.* In: Proceedings The BCPC Conference - Weeds 2001, pp. 455-460.

FROUD-WILLIAMS, R. J.; DRENNAN, D. S. H. e CHANCELLOR, R. J. (1984) - *The influence of burial and dry-storage upon cyclic changes in dormancy, germination and response to light in seeds of various arable seeds.* New Phytologist, Vol. 96, pp. 473-481.

FUKAI, S. e TRENBATH, B. R. (1993) - *Processes determining intercrop productivity and yields of component crops.* Field Crops Research, Vol. 34, pp. 247-271.

GARIBAY, S. V.; RICHNER, W.; STAMP, P.; NAKAMOTO, T.; YAMAGISHI, J.; ABIVARDI, C. e EDWARDS, P. J. (2001) - *Extent and implications of weed spatial variability in arable crop fields.* Plant Production Science, Vol. 4, pp. 259-269.

GEROWITT, B. (1997) - *Practical use of economic thresholds for weeds*. In: Expert Consultation on Weed Ecology and Management. Plant Production & Protection Division Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, pp. 59-66.

GHAFFARI, A.; COOK, H. F. e LEE H. C. (2001) - *Simulating winter wheat yields under temperate conditions: exploring different management scenarios*. European Journal of Agronomy, Vol. 15, pp. 231-240.

GHERSA, C. M.; MARTÍNEZ-GHERSA, M. A.; BREWER, T. G. e ROUSH, M. L. (1994) - *Selection pressures for diclofop-methyl resistance and germination time of italian ryegrass*. Agronomy Journal, Vol. 86, pp. 823-828.

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.

GHERSA, C. M. e MARTÍNEZ-GHERSA, M. A. (2000) - *Ecological correlates of weed seed size and persistence in the soil under different tilling systems: implications for weed management*. Field Crops Research, Vol. 67, pp. 141-148.

GILL, G. S. (1996) - *Why annual ryegrass is a problem in Australian agriculture*. Plant Protection Quarterly, Vol. 11 Supplement 1, pp. 193-198.

GILLETT, A. G.; CROUT, N. M. J.; STOKES, D. T.; SYLVESTER-BRADLEY, R. e SCOTT, R. K. (1999) - *Simple winter wheat green area index model under UK conditions*. Journal of Agricultural Science, Vol. 132, pp. 263-271.

GONZALEZ-ANDUJAR, J. L. e SAAVEDRA, M. (2003) – *Spatial distribution of annual grass weed populations in winter cereals*. Crop Protection, Vol. 22, pp. 629-633.

GONZALEZ, F. G.; SLAFER, G. A. e MIRALLES, D. J. (2002) - *Vernalization and photoperiod responses in wheat pre-flowering reproductive phases*. Field Crops Research, Vol. 74, pp. 183-195.

GRAY, D. e THOMAS T. H. (1982) - *Seed germination and seedling emergence as influenced by the position of development of the seed on, and chemical applications to, the parent plants.* In: The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Khan, A. A. (ed.). Elsevier Biomedical Press. pp. 81-110.

GRIME, J. P. (1981) - *The role of seed dormancy in vegetation dynamics*. Annals of Applied Biology, Vol. 98, pp. 555-558.

GRUNDY, A. C.; MEAD, A. e BOND, W. (1996) - *Modelling the effect of weed-seed distribution in the soil profile on seedling emergence*. Weed Research, Vol. 36, pp. 375-384.

GRUNDY, A. C.; MEAD, A. e BURSTON, S. (1999) - *Modelling the effect of cultivation on seed movement with application to the prediction of weed seedling emergence.* Journal of Applied Ecology, Vol. 36, pp. 663-678.

GRUNDY, A. C. e MEAD, A. (2000) - *Modeling weed emergence as a function of meteorological records.* Weed Science, Vol. 48, pp. 594-603.

GUNSOLUS, J. L. e BUHLER, D. D. (1999) - *A risk management perspective on integrated weed management.* Journal of Crop Production, Vol. 2, pp. 167-187.

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.

GUPTA, S. C.; LARSON, W. E. e LINDEN, D. R. (1983) - *Tillage and surface residue effects on soil upper Boundary temperatures.* Soil Science Society of America Journal, Vol. 47, pp. 1212-1218.

GUTTERMAN Y. (1982) - *Phenotypic maternal effect of photoperiod on seed germination.* In: The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Khan, A. A. (ed.). Elsevier Biomedical Press. pp. 67-79.

HADAS, A. (1982) - *Seed-soil contact and germination.* In: The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Khan, A. A. (ed.). Elsevier Biomedical Press. pp. 507-527.

HÄFLIGER, E.; BÂLE e BRUN-HOOL, J. (1975) - *Tables d'adventices Ciba-Geigy.* Ciba-Geigy.

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.

HARVEY, R. G. (1997) - *A simple technique for predicting future weed problems and choosing the best weed management practices.* In: Expert Consultation on Weed Ecology and Management. Plant Production & Protection Division Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, pp. 33-39.

HETHERINGTON, S. D. e AULD, B. A. (1996) - *Biological control of annual grass weeds - progress and prospects.* Plant Protection Quarterly, Vol. 11 Supplement 1, pp. 215-216.

HILHORST, H. W. M. (1998) - *The regulation of secondary dormancy. The membrane hypothesis revisited.* Seed Science Research, Vol. 8, pp. 77-90.

HILHORST, H. W. M. e KARSSEN, C. M. (2000) - *Effect of chemical environment on seed germination.* In: Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities, 2nd edition. Fenner, M. (ed.). University of Shouthampon, United Kingdom, pp. 293-309.

HODKINSON, D. J. e THOMPSON, K. (1997) - *Plant dispersal: the role of man.* Journal of Applied Ecology, Vol. 34, pp. 1484-1496.

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.

HOLT, J. S. (1991) - *Applications of physiological ecology to weed science.* Weed Science, Vol. 39, pp. 521-528.

HOLT, J. S. (1995) - *Plant responses to light: a potential tool for weed management.* Weed Science, Vol. 43, pp. 474-482.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (1993) - *Portugal Agrícola.* Lisboa. 258 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, Lisboa. 98 p.

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 Comunications, 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.

IWAKI, K.; HARUNA, S.; NIWA, T. e KATO, K. (2001) - *Adaptation and ecological differentiation in wheat with special reference to geographical variation of growth habit and Vrn genotype.* Plant Breeding, Vol. 120, pp. 107-114.

JENSEN, P. K. (1995) - *Effect of light environment during soil disturbance on germination and emergence pattern of weeds.* Annals of 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 MEDD, R. (1997) - *Economic analysis of integrated management of wild oats involving fallow, herbicide and crop rotational options.* Australian Journal of Experimental Agricultural, Vol. 37, pp. 683-691.

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.

JONES, R. e CACHO, O. (2000) - *A dynamic optimisation model of weed control.* In: Proceedings 44th Annual Conference of the Australian Agricultural and Resource Economics Society, Sydney, 12 p.

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

KARSSEN, C. M. (1982) - *Seasonal patterns of dormancy in weed seeds.* In: The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Khan, A. A. (ed.). Elsevier Biomedical Press. pp. 243-268.

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.

KERR, N. J.; SIDDIQUE, K. H. M. e DELANE, R. J. (1992) - *Early sowing with wheat cultivars of suitable maturity increases grain yield of spring wheat in a short season environment.* Australian Journal of Experimental Agriculture, Vol. 32, pp. 717-723.

KHAN, A. A. (1996) - *Control and manipulation of seed dormancy.* In: Plant Dormancy: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Lang, G. A. (ed.). cab International. pp. 29-45.

KHAN, A. A. e SAMIMY, C. (1982) - *Hormones in relation to primary and secondary seed dormancy.* In: The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Khan, A. A. (ed.). Elsevier Biomedical Press. pp. 203-241.

KIRBY, E. J. M.; SPINK, J. H.; FROST, D. L.; SYLVESTER-BRADLEY, R.; SCOTT, R. K.; FOULKES, M. J.; CLARE, R. W. e EVANS, E. J. (1999) - *A study of wheat development in the field: analysis by phases.* European Journal of Agronomy, Vol. 11, pp. 63-82.

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.

KROPFF, M. J.; PLOTZ, L. A.; WEAVER, S. A.; BOS, H. J.; WALLINGA, J. e MIGO, T. (1995) - *A two parameter model for prediction of crop loss by weed competition from early observations of relative leaf area of the weeds.* Annals of Applied Biology, Vol. 126, pp. 329-346.

KROPFF, M. J.; BASTIAANS, L. e LOTZ, L. A. P. (1997) - *Systems approaches in weed management and the design of weed suppressing crop varieties*. In: Expert Consultation on Weed Ecology and Management. Plant Production & Protection Division Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, pp. 73-85.

KRUK, B. C. e BENECH-ARNOLD, R. L. (2000) - *Evaluation of dormancy and germination responses to temperature in Carduus acanthoides and Anagallis arvensis using a screening system, and relathionship with field-observed emergence patterns*. Seed Science Research, Vol. 10, pp. 77-88.

KWON, T.; YOUNG, D. L.; YOUNG, F. L. e BOERBOOM, C. M. (1995) - *Palweed: wheat: a bioeconomic decision model for postemergence weed management in winter wheat (Triticum aestivum)*. Weed Science, Vol. 43, pp. 595-603.

KWON, T.; YOUNG, D. L.; YOUNG, F. L. e BOERBOOM, C. M. (1998) - *Palweed: wheat II: revision of a weed management decision model in response to field testing*. Weed Science, Vol. 46, pp. 205-213.

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 the 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, pp. 712-719.

LEHMAN, M. E. e BLUM, U. (1997) - *Cover crop debris effects on weed emergence as modified by environmental factors*. Allelopathy Journal, Vol. 4, pp. 69-88.

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 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.; 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.

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. 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.; MOKHTARY, S.; PELTZER, S. J.; COLEMAN, R. e 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.; VERBEEK, B. e ORCHARD, B. (2001b) - *Ranking the ability of wheat varieties to compete with Lolium rigidum*. Weed Research, Vol. 41, pp. 197-209.

LI, C.; CAO, W. e DAI, T. (2001) - *Dynamic characteristics of floret primordium development in wheat*. Field Crops Research, Vol. 71, pp. 71-76.

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.; CUSSANS, G. W.; WRIGHT, K. J.; WILSON, B. J.; WRIGHT, G. McN. e LAWSON, H. M. (2002) - *The persistence of seeds of 16 weed species over six years in two arable fields*. Weed Research, Vol. 42, pp. 231-241.

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, pp. 209-215.

MAÇÃS, B.; COUTINHO, J.; BAGULHO, F.; GONÇALVES, M. J.; GOMES, M. C. e BRITES, C. (1994) - *Trigo mole de ciclo alternativo - melhoramento genético*. Melhoramento, Vol. 33, pp. 119-130.

MAÇÃS, B.; BAGULHO, F.; COUTINHO, J. e GOMES, M. C. (1996) - *Bread wheat selection for specific environmental conditions of South Portugal*. Melhoramento, Vol. 34, pp. 45-53.

MAÇÃS, B.; COUTINHO, J. e DIAS, A. S. (1998) - *Oportunidades para aumentar o potencial produtivo do trigo da região mediterrânica do Sul de Portugal. I - - Produção de biomassa, componentes da produção e índice de colheita*. Melhoramento, Vol. 35, pp. 5-18.

MAILLET, J. e LOPEZ-GARCIA, C. (2000) - *What criteria are relevant for predicting the invasive capacity of a new agricultural weed? The case of invasive American species in France*. Weed Research, Vol. 40, pp. 11-26.

MARGINET, A.; UNIVERSITY OF MANITOBA; VAN ACKER, R.; DERKSEN, D. A.; ENTZ, M. H. e ANDREWS, T. (2000) - *Wild oat (Avena fatua) emergence as affected by tillage and ecodistrit*. In: Proceedings of the 2000 National Meeting - - Expert Committee on Weeds, Alberta, Canada, pp. 31-39.

MAROCO, J. (2003) - *Análise Estatística Com Utilização do SPSS*. Ed. Sílabo. Lisboa. 487 p.

MARSHALL, J. P. e ARNOLD, G. M. (1994) - *Weed seed banks in arable fields under contrasting pesticide regimes*. Annals of Applied Biology, Vol. 125, pp. 349--360.

MARSHALL, E. J. P. e BRAIN, P. (1999) - *The horizontal movement of seeds in arable soil by different soil cultivation methods*. Journal of Applied Ecology, Vol. 36, pp. 443-454.

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.

MARTIN, R. J.; CULLIS, 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.

MARTIN, R. J. e FELTON, W. L. (1993) - *Effect of crop rotation, tillage practice, and herbicides on the population dynamics of wild oats in wheat*. Australian Journal of Experimental Agriculture, Vol. 33, pp. 159-165.

MATTHEWS, J. M. (1996) - *Cultural management of annual ryegrass*. Plant Protection Quarterly, Vol. 11 Supplement 1, pp. 198-200.

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.

MELANDER, B. (1994) - *Impact of non-inversion tillage on weeds in temperate regions*. In: Experience with the Applicability of No-tillage Crop Production in the West--European Countries, Tebrügge, F. e Böhrnsen, A. (eds.). Proceedings of the EC-Workshoop - I - Giessen, Germany, pp. 49-58.

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 Nº AIR 3 - CT 93--1464 - Giessen, Germany, pp. 63-68.

MIRALLES, D. J.; FERRO, B. C. e SLAFER, G. A. (2001) - *Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed.* Field Crops Research, Vol. 71, pp. 211-223.

MOHLER, C. L. (1996) - *Ecological bases for the cultural control of annual weeds.* Journal of Production Agriculture, Vol. 9, pp. 468-474.

MOREIRA, I. (1980) - *Situação actual dos conhecimentos de biologia e ecologia das infestantes.* In: I Congresso Português de Fitiatria e Fitofarmacologia. III Simpósio Nacional de Herbologia, Lisboa, Vol. 3, pp. 211-218.

MORTIMER, M. (1997) - *The need for studies on weed ecology to improve weed management.* In: Expert Consultation on Weed Ecology and Management. Plant Production & Protection Division Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, pp. 15-22.

MULUGETA, D. e STOLTENBERG, D. E. (1997) - *Weed and seed bank management with integrated methods as influenced by tillage.* Weed Science, Vol. 45, pp. 706-715.

MUNIER-JOLAIN, N. M.; CHAUVEL, B. e GASQUEZ, J. (2002) - *Long-term modelling of weed control strategies: analysis of threshold-based options for weed species with contrasted competitive abilities.* Weed Research, Vol. 42, pp. 107-122.

MURDOCH, A. J. e ELLIS, R. H. (2000) - *Dormancy, viability and longevity.* In: Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities, 2nd edition. Fenner, M. (ed.). University of Shouthampon, United Kingdom, pp. 183-214.

MURPHY, C.; LEMERLE, D.; JONES, R. e HARDEN, S. (2002) - *Use of density to predict crop yield loss between variable seasons.* Weed Research, Vol. 42, pp. 377-384.

MUZIK, T. J. (1970) - *Weed Biology and Control.* McGraw-Hill, New York, 273 p.

NALEWAJA, J. D. (2001) - *Weeds and conservation agriculture.* In: Proceedings I World Congress on Conservation Agriculture, Madrid, pp. 191-200.

NASR, H. M. e SELLES F. (1995) - *Seedling emergence as influenced by aggregate size, bulk density, and penetration resistance of the seedbed.* Soil & Tillage Research, Vol. 34, pp. 61-76.

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

OLESEN, J. E.; PEDERSEN, L.; CHRISTENSEN, S.; SECHER, B. J. M. e PETERSEN, J. (1997) - *An integrated decision support system for management of winter wheat.* In: Proceedings First European Conference for Information Technology in Agriculture, Copenhagen, pp. 279-284.

OLESEN, J. E.; JENSEN, T. e PETERSEN, J. (2000) - *Sensitivity of field-scale winter wheat production in Denmark to climate variability and climate change.* Climate Research, Vol. 15, pp. 221-238.

ORLANDO, D.; GASQUEZ, J.; DELATRE, M.; LETERRIER, J. L.; MILLET, J. C. e ROY, C. (1996) - *Résistance aux herbicides - une proposition de gestion commune.* Perspectives Agricoles, Vol. 217, pp. 42 - 45.

PETERSEN, R. G. (1977) - *Use and misuse of multiple comparison procedures.* Agronomy Journal, Vol. 69, pp. 205-208.

PINGALI, P. L. e RAJARAM, S. (1997) - *Technological opportunities for sustaining wheat productivity growth.* In: World Food and Sustainable Program Conference "Meeting the Demand for Food in the 21st Century: Challenges and Opportunities for Illinois Agriculture", May 28, 1997, 29 p.

POST, B. J. e WIJNANDS, F. G. (1993) - *Integrated weed management.* In: Modern crop protection: developments and perspectives. Zadoks, J. C. (ed.). Wageningen Pers. pp. 199-209.

PRATLEY, J. E. (1996) - *Allelopathy in annual grasses.* Plant Protection Quarterly, Vol. 11 Supplement 1, pp. 213-214.

PROBERT, R. J. (2000) - *The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination.* In: Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities, 2nd edition. Fenner, M. (ed.). University of Shouthampon, United Kingdom, pp. 261-292.

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.

RADOSEVICH, S. R. e HOLT, J. S. (1984) - *Weed Ecology: Implications for Vegetation Management.* John Wiley & Sons, New York, 265 p.

RAHMAN, A.; JAMES, T. K.; MELLSOP, J. e GRBAVAC, N. (2000) - *Effect of cultivation methods on weed seed distribution and seedling emergence.* In: Proceedings of the 53rd New Zealand Plant Protection Conference, pp. 28-33.

RAMSEL, R. E. e WICKS, G. A. (1988) - *Use of winter wheat (Triticum aestivum) cultivars and herbicides in aiding weed control in an ecofallow corn (Zea mays) rotation.* Weed Science, Vol. 36, pp. 394-398.

REBETZKE, G. J. e RICHARDS, R. A. (1999) - *Genetic improvement of early vigour in wheat.* Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 50, pp. 291-301.

REEVES, T. G.; RAJARAM, S.; GINKEL, M. van; TRETHOWAN, R; BRAUN, H.-J. e CASSADAY, K. (1999) - *New Wheats for a Secure, Sustainable Future.* México, D.F.: CIMMYT. 28 p.

REYNOLDS, M. P.; NAGARAJAN, S.; RAZZAQUE, M. A. e AGEEB, O. A. A. (2001) - *Heat tolerance.* In: Application of Physiology in Wheat Breeding. Reynolds, M. P.; Ortiz-Monasterio, J. I. e McNab, A. (eds.). México, D. F.: CIMMYT. pp. 124-135.

RICHARDSON, D. M.; PYŠEK, P.; REJMÁNEK, M.; BARBOUR, M. G.; PANETTA, F. D. e WEST, C. J. (2000) - *Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions.* Diversity and Distributions, Vol. 6, pp. 93-107.

RICHARDS, R. A. (1992) - *The effect of dwarfing genes in spring wheat in dry environments. I. Agronomy characteristics.* Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 43, pp. 517-527.

RICHARDS, R. A.; CONDON, A. G. e REBETZKE, G. J. (2001) - *Traits to improve yield in dry environments.* In: Application of Physiology in Wheat Breeding. Reynolds, M. P.; Ortiz-Monasterio, J. I. e McNab, A. (eds.). México, D. F.: CIMMYT. pp. 88-100.

ROBERTS, E. H. e TOTTERDELL, S. (1981) - *Seed dormancy in Rumex species in response to environmental factors.* Plant Cell Environment, Vol. 4, pp. 97-106.

ROBERTS, E. H. e ELLIS, R. H. (1982) - *Physiological, ultrastructural and metabolic aspects of seed viability.* In: The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Khan, A. A. (ed.). Elsevier Biomedical Press. pp. 465-485.

ROBERTS, H. A. (1984) - *Crop and weed emergence patterns in relation to time of cultivation and rainfall.* Annals of Applied Biology, Vol. 105, pp. 263-275.

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.

SAGAR, G. R.; CASELEY, J. C.; KIRKWOOD, R. C. e PARKER, C. (1977) - *Herbicides in plants.* In: Weed Control Handbook. 6ª ed., Vol. 1, Fryer, J. D. e Makepeace, R. J. (eds.), Blackweel Scientific Publications, pp. 48-66.

SAMIMY, C. e KHAN, A. A. (1983) - *Secondary dormancy, growth - regulator effects, and embryo growth potential in curly dock (Rumex crispus) seeds.* Weed Science, Vol. 31, pp. 153-158.

SANTANA, D. G. e RANAL, M. A. (2000) - *Análise estatística na germinação.* Revista Brasileira Fisiologia Vegetal, Vol. 12, pp. 205-237.

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.

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.

SINGH, S.; KIRKWOOD, R. C. e MARSHALL, G. (1999) - *Biology and control of Phalaris minor Retz. (littlessd canarygrass) in wheat.* Crop Protection, Vol. 18, pp. 1-16.

SLAFER, G. A. e WHITECHURCH, E. M. (2001) - *Manipulating wheat development to improve adaptation.* In: Application of Physiology in Wheat Breeding. Reynolds, M. P.; Ortiz-Monasterio, J. I. e McNab, A. (eds.). México, D. F.: CIMMYT. pp. 160-170.

SPINK, J. H.; SEMERE, T.; SPARKES, D. L.; WHALEY, J. M.; FOULKES, M. J.; CLARE, R. W. e SCOTT, R. K. (2000) - *Effect of sowing date on the optimum plant density of winter wheat.* Annals of Applied Biology, Vol. 137, pp. 179--188.

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.

STANDIFER, L. C.; WILSON, P. W. e PORCHE-SORBET, R. (1984) - *Effects of solarization on soil weed seed populations.* Weed Science, Vol. 32, pp. 569-573.

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.; WEAVER, S.; COWAN, P.; VAN ACKER, R.; DEEN, W. e SHRESTHA A. (1999a) - *Weed thresholds: theory and applicability.* Journal of Crop Production, Vol. 2, pp. 9-29.

SWANTON, C. J.; SHRESTHA, A.; ROY, R. C.; BALL-COELHO, B. R. e KNEZEVIC S. Z. (1999b) - *Effect of tillage systems, N, and cover crop on the composition of weed flora.* Weed Science, Vol. 47, pp. 454-461.

TAYLORSON, R. B. (1982) - *Interaction of phytochrome and other factors in seed germination. In: The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination.* Khan, A. A. (ed.). Elsevier Biomedical Press. pp. 323-346.

TESSIER, S.; SAXTON, K. E.; PAPENDICK, R. I. e HYDE, G. M. (1991) - *Zero-tillage furrow opener effects on seed environment and wheat emergence.* Soil & Tillage Research, Vol. 21, pp. 347-360.

THOMPSON, K. e GRIME, J. P. (1979) - *Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats.* Journal of Ecology, Vol. 67, pp. 893-921.

THOMPSON, K. e GRIME, J. P. (1983) - *A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperatures.* Journal of Applied Ecology, Vol. 20, pp. 141-156.

THOMPSON, K.; BAND, S. R. e HODGSON, J. G. (1993) - *Seed size and shape predict persistence in soil.* Functional Ecology, Vol. 7, pp. 236-241.

THOMPSON, A. J.; JONES, N. E. e BLAIR, A. M. (1997) - *The effect of temperature on viability of imbibed weed seeds.* Annals of Applied Biology, Vol. 130, pp. 123--134.

THOMPSON, K.; BAKKER, J. P.; BEKKER, R. M. e HODGSON, J. G. (1998) - - *Ecological correlates of seed persistence in soil in the north-west European floral.* Journal of Ecology, Vol. 86, pp. 163-169.

TØRRESEN, K. S.; SKUTERUD, R.; WEISETH, L.; TANDSAETHER, H. J. e JONSEN, S. H. (1999) - *Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. I. Grain yield and weed development.* Crop Protection, Vol. 18, pp. 595-603.

TØRRESEN, K. S. e SKUTERUD, R. (2002) - *Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. IV. Changes in the weed flora and seedbank.* Crop Protection, Vol. 21, pp. 179-193.

URECH, P. (2000) - *Sustainable agriculture and chemical control: opponents or components of the same strategy?.* Crop Protection, Vol. 19, pp. 831-836.

VAN ESSO, M. L.; GHERSA, C. M. e SORIANO, A. (1986) - *Cultivation effects on the dynamics of a Johnson grass seed population in the soil profile.* Soil & Tillage Research, Vol. 6, pp. 325-335.

VARUGHESE, G. (1994) - *Wheat germplasm exchange: its impact and its future.* Melhoramento, Vol. 33, pp. 61-72.

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. e MOREIRA, I. (2000) - *Flora Infestante das Culturas de Sequeiro do Alentejo.* Escola Superior Agrária de Beja. 143 p.

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, Departament of Geography, London. pp. 80-90.

VLEESHOUWERS, L. M. (1998) - *The effect of seed dormancy on percentage and rate of germination in Polygonum persicaria, and its relevance for crop-weed interaction.* Annals of Applied Biology, Vol. 132, pp. 289-298.

VLEESHOUWERS, L. M.; BOUWMEESTER, H. J. e KARSSEN, C. M. (1995) - - *Redefining seed dormancy: an attempt to integrate physiology and ecology.* Journal of Ecology, Vol. 83, pp. 1031-1037.

VLEESHOUWERS, L. M. e BOUWMEESTER, H. J. (2001) - *A simulation model for seasonal changes in dormancy and germination of weeds seeds.* Seed Science Research, Vol. 11, pp. 77-92.

VOLL, E.; ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M. e OLIVEIRA, M. C. N. (2003) - *Amostragem do banco de semente e flora emergente de plantas daninhas.* Pesquisa Agropecuária Brasileira, Vol. 38, pp. 211-218.

WALKER, R. H. (1995) - *Preventive weed management.* In: Handbook of Weed Management Systems. Smith, A. E. (ed.). Marcel Dekker, Inc. p. 35-50.

WALLINGA, J. (1995) - *The role of space in plant population dynamics: annual weeds as an example.* Oikos, Vol. 74, pp. 377-383.

WALLINGA, J. (1998) - *Analysis of the rational long-term herbicide use: evidence for herbicide efficacy and critical weed kill rate as key factors.* Agricultural Systems, Vol. 56, pp. 323-340.

WALLINGA, J. e VAN OIJEN, M. (1997) - *Level of threshold weed density does not affect the long-term frequency of weed control.* Crop Protection, Vol. 16, pp. 273-278.

WALLINGA, J.; GROENEVELD, R. M. W. e LOTZ, L. A. P. (1998) - *Measures that describe weed spatial patterns at different levels of resolution and their applications for patch spraying of weeds.* Weed Research, Vol. 38, pp. 351-359.

WALLINGA, J.; GRASMAN, J.; GROENEVELD, R. M. W.; KROPFF, M. J. e LOTZ, L. A. P. (1999) - *Prediction of weed density: the increase of error with prediction interval, and the use of long-term prediction for weed management.* Journal of Applied Ecology, Vol. 36, pp. 307-316.

WALLINGA, J.; KROPFF, M. J. e REW, L. J. (2002) - *Patterns of spread of annual weeds.* Basic and Applied Ecology, Vol. 3, pp. 31-38.

WALTER, A. M.; CHRISTENSEN, S. e SIMMELSGAARD, S. E. (2002) - *Spatial correlation between weed species densities and soil properties*. Weed Research, Vol. 42, pp. 26-38.

WANG, E. e ENGEL, T. (1998) - *Simulation of phenological development of wheat crops*. Agricultural Systems, Vol. 58, pp. 1-24.

WARDLAW, I. F.; DAWSON, I. A.; MUNIBI, P. e FEWSTER, R. (1989a) - *The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. I Survey procedures and general response patterns*. Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 40, pp. 1-13.

WARDLAW, I. F.; DAWSON, I. A.; e MUNIBI, P. (1989b) - *The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. II Grain development*. Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 40, pp. 15-24.

WAREING, P. F. (1982) - *Hormonal regulation of seed dormancy - past present and future*. In: The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Khan, A. A. (ed.). Elsevier Biomedical Press. pp. 185-202.

WEAVER, S. E. (1996) - *Simulation of crop-weed competition: Models and their applications*. Phytoprotection, Vol. 77, pp. 3-11.

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.; RAMSEL, R. E.; NORDQUIST, P. T.; SCHMIDT, J. W. e CHALLAIAH (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.

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.; BURNSIDE, O. C. e FELTON, W. L. (1995a) - *Mechanical weed management*. In: Handbook of Weed Management Systems. Smith, A. E. (ed.). Marcel Dekker, Inc. pp. 51-99.

WICKS, G. A.; MARTIN, D. A. e MAHNKEN G. W. (1995b) - *Cultural practices in wheat (Triticum aestivum), on weeds in subsequent fallow and sorghum (Sorghum bicolor)*. Weed Science, Vol. 43, pp. 434-444.

WICKS, G. A.; FELTON, W. L.; MURISON, R. D. e MARTIN, R. J. (2000) - *Changes in fallow weed species in continuous wheat in northern New South Wales, 1981-90.* Australian Journal of Experimental Agriculture, Vol. 40, pp. 831-842.

WILDEMAN, J. C.; SHIRTLIFFE, S. J. e THOMAS, A. G. (2000) - *The effect of low--temperature and moisture stress on the rate of germination of oat (Avena sativa L.) and wild oat (Avena fatua L.).* In: Proceedings of the 2000 National Meeting - Expert Committee on Weeds, Alberta, Canada, pp. 40-46.

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.

WOODRUFF, D. R. e TONKS, J. (1983) - *Relationship between time of anthesis and grain yield of wheat genotypes with differing developmental patterns.* Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 34, pp. 1-11.

WU, H.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D. e HAIG, T. (2000) - *Evaluation of seedling allelopathy in 453 wheat (Triticum aestivum) accessions against annual ryegrass (Lolium rigidum) by the equal-compartement-agar method.* Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 51, pp. 937-944.

YENISH, J. P.; DOLL, J. D. e BULHER, D. D. (1992) - *Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil.* Weed Science, Vol. 40, pp. 429--433.

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.

ZHANG, J.; 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.

ZIMDAHL, R. L. (1995) - *Introduction.* In: Handbook of Weed Management Systems. Smith, A. E. (ed.). Marcel Dekker, Inc. pp. 1-18.

ANEXOS

Anexo I - Descrição dos estados fenológicos principais e secundários da escala de Zadoks (Zadoks *et al.*, 1974) 311

Anexo II - Genealogia e origem dos genótipos estudados no ensaio de datas de sementeira de trigo mole 312

Anexo III - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erro da análise de variância relativa à primeira fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente condicionado (número de plantas por anel) ... 313

Anexo III - Continuação 314

Anexo IV - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erro da análise de variância relativa à segunda fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente condicionado (número de plantas por anel) ... 315

Anexo IV - Continuação 315

Anexo IV - Continuação 316

Anexo V - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erro da análise de variância relativa à terceira fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente condicionado (número de plantas por anel) ... 316

Anexo V - Continuação 317

Anexo V - Continuação 317

Anexo VI - Valores referentes aos elementos climáticos verificados nos quatro anos (1996/97; 1997/98; 1998/99; 1999/00) do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural 318

Anexo VII - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa à segunda fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural (número de plantas·0,5m^{-2}) 318

Anexo VII - Continuação 319

Anexo VIII - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa à segunda fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural (humidade volúmica do solo (%) com base nos anos de 1996/97, 1997/98 e 1998/99) 319

Anexo IX - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa à terceira fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural (número de plantas·0,5m^{-2}) 320

Anexo X - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa à terceira fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural (humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%) com base nos anos de 1997/98, 1998/99 e 1999/00) 320

Anexo XI - Valores médios (± erro padrão) da matéria seca, produção de grão e suas componentes, verificados nos quatro anos do ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação 321

Anexo XII - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa ao ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação 322

Anexo XII - Continuação 323

Anexo XII - Continuação 324

Anexo XII - Continuação 325

Anexo XII - Continuação 326

Anexo XII - Continuação 327

Anexo XII - Continuação 328

Anexo XIII - Datas de emergência, espigamento e maturação do trigo no ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação 328

Anexo XIV - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa ao ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole realizado no local de Évora e de Beja em 1994/95 329

Anexo XIV - Continuação 329

Anexo XV - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa ao ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole realizado na Revelheira em 1996/97, 1998/99 e 1999/00 330

Anexo XV - Continuação 330

Anexo XVI - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa ao ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole realizado na Revelheira em 1998/99 e 99/00 . 331

Anexo XVI - Continuação 331

Anexo XVII - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa ao ensaio de datas de sementeira e de controlo de infestantes em duas variedades de trigo mole 332

Anexo XVII - Continuação 333

Anexo XVII - Continuação 334

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

0 - Germinação
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.

1 - Plântula
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.

2 - Afilhamento
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 ou mais filhos.

3 - Alongamento do caule
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.

4 - Emborrachamento
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.

5 - Emergência da inflorescência
50 - Primeira espigueta 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.

6 - Ântese
61 - Começo da ântese.
63 - Ântese em meio.
65 - Ântese completa.

7 - Estado de grão leitoso
71 - Cariopse aquosa.
73 - Início do estado leitoso.
75 - Estado leitoso a meio.
77 - Estado leitoso avançado.

8 - Estado de grão pastoso
83 - Início do estado pastoso.
85 - Pasta mole.
87 - Pasta dura.

9 - Maturação
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.

Anexo II - Genealogia e origem dos genótipos estudados no ensaio de datas de sementeira de trigo mole.

GENÓTIPO	GENEALOGIA	ORIGEM
TE 9202 (Sever)	CAIA x SUNBIRD"S"	ENMP
Anza	(LR-NOR10B)AN^3	CIMMYT
TE 9304	TE 8301 x N8-32	ENMP
TX/AMI (Jordão)	TX73V203*3/AMI	CIMMYT/ENMP
Centauro	IRNÉRIO/STRAMPELLI	ITÁLIA
TE 9009 (Eufrates)	TX71A1039	CIMMYT/ENMP
TE 9111	PF70354/YACO"S"	CIMMYT/ENMP
TE 9104	PJ/HN4//GLL	CIMMYT/ENMP
TE 9301	FLYCATCHER"S"=JUP-EMU"S" x GJO"S"	CIMMYT/ENMP
TE 9113	ALMANSOR x MILDRESS-TORIM	ENMP
TE 9114	(TEJO x TALENT) x ALMANSOR	ENMP
TE 9112	(ANZA x TEJO) x BOBWHITE	ENMP
TE 9403	06301/HN7//ERA/3/BUC"S"/4/PRL"S"	CIMMYT/ENMP
TE 9405	LIMA x F.1271 COC	ENMP
HAHN"S"*2/PRL"S"		CIMMYT/ENMP

Anexo III - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erro da análise de variância relativa à primeira fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente condicionado (número de plantas por anel).

		ORIGEM DA VARIAÇÃO				
		Ano (A)	Repetição x Ano	Profundidade (B)	A x B	Nível de humidade (C)
G.L.		3	60	1	3	3
PL	Total de plantas	951,73 0,0000 (***)	21,07	173,45 0,0115 (*)	226,15 0,0000 (***)	436,56 0,0000 (***)
	Monocotiledóneas	380,09 0,0000 (***)	14,41	60,50 0,0805 (ns)	144,96 0,0001 (***)	155,30 0,0000 (***)
	Dicotiledóneas	130,64 0,0000 (***)	4,36	30,03 0,0043 (**)	10,90 0,0310 (*)	79,19 0,0000 (***)
SL	Total de plantas	4373,16 0,0000 (***)	74,94	785,07 0,0033 (**)	708,51 0,0000 (***)	4667,22 0,0000 (***)
	Monocotiledóneas	1909,45 0,0000 (***)	32,17	138,20 0,0808 (ns)	280,51 0,0004 (***)	1242,73 0,0000 (***)
	Dicotiledóneas	987,28 0,0000 (***)	28,74	271,74 0,0016 (**)	118,215 0,0047 (**)	1128,53 0,0000 (***)
TL	Total de plantas	10842,40 0,0000 (***)	103,42	1485,13 0,0009 (***)	2490,66 0,0000 (***)	15154,78 0,0000 (***)
	Monocotiledóneas	3814,72 0,0000 (***)	49,67	291,01 0,0378 (*)	728,22 0,0000 (***)	3138,39 0,0000 (***)
	Dicotiledóneas	2813,36 0,0000 (***)	61,05	457,53 0,0021 (**)	544,10 0,0000 (***)	4880,08 0,0000 (***)
QL	Total de plantas	11713,95 0,0000 (***)	108,38	0,00 (ns)	629,41 0,0011 (**)	18233,78 0,0000 (***)
	Monocotiledóneas	4748,45 0,0000 (***)	56,52	48,14 (ns)	751,66 0,0000 (***)	6155,96 0,0000 (***)
	Dicotiledóneas	2340,00 0,0000 (***)	48,09	42,78 (ns)	39,52 (ns)	3772,95 0,0000 (***)
	Avena sp.	9,45 0,0000 (***)	1,36	0,63 (ns)	0,61 (ns)	5,8 0,0004 (***)
	Lolium sp.	5139,40 0,0000 (***)	56,02	8,51 (ns)	608,86 0,0000 (***)	5269,57 0,0000 (***)
	Sonchus sp.	6,14 0,0000 (***)	0,32	0,28 (ns)	0,54 0,1937 (ns)	6,66 0,0000 (***)
	Chrysanthemum segetum L.	19,92 0,0000 (***)	2,42	5,91 0,0930 (ns)	4,38 0,0996 (ns)	6,58 0,0248 (*)
	Raphanus raphanistrum L.	2,97 0,0000 (***)	0,10	0,86 0,0094 (**)	0,86 0,0002 (***)	1,12 0,0000 (***)
	Calendula arvensis L.	601,40 0,0000 (***)	13,53	7,03 (ns)	4,22 (ns)	111,40 0,0000 (***)
	Chamaemelum sp.	36,66 0,0000 (***)	0,77	2,39 0,1441 (ns)	2,39 0,0943 (ns)	12,73 0,0000 (***)
	Polygonum aviculare L.	17,26 0,0000 (***)	0,50	5,70 0,0019 (**)	5,70 0,0000 (***)	5,39 0,0000 (***)

Anexo III - Continuação.

		ORIGEM DA VARIAÇÃO				Coeficiente de variação (%)
		A x C	B x C	A x B x C	Erro	
	G.L.	9	3	9	420	
PL	Total de plantas	193,95 0,0000 (***)	35,34 0,2702 (ns)	29,14 0,3752 (ns)	26,95	205,1
	Monocotiledóneas	80,83 0,0000 (***)	11,45 (ns)	24,83 0,2572 (ns)	19,71	327,6
	Dicotiledóneas	29,11 0,0000 (***)	11,59 0,0241 (*)	2,82 (ns)	3,65	163,0
SL	Total de plantas	2175,29 0,0000 (***)	109,42 0,3020 (ns)	167,69 0,0547 (ns)	89,68	124,3
	Monocotiledóneas	782,61 0,0000 (***)	19,29 (ns)	60,46 0,2139 (ns)	45,12	228,4
	Dicotiledóneas	399,05 0,0000 (***)	64,74 0,0675 (ns)	42,00 0,1265 (ns)	27,00	111,4
TL	Total de plantas	3561,28 0,0000 (***)	1845,98 0,0000 (***)	1604,64 0,0000 (***)	133,70	90,6
	Monocotiledóneas	1250,68 0,0000 (***)	212,53 0,0243 (*)	354,45 0,0000 (***)	67,05	166,4
	Dicotiledóneas	785,65 0,0000 (***)	825,25 0,0000 (***)	476,5 0,0000 (***)	47,60	88,0
QL	Total de plantas	2447,73 0,0000 (***)	323,26 0,0397 (*)	155,79 0,2092 (ns)	115,44	67,7
	Monocotiledóneas	998,87 0,0000 (***)	152,71 0,0742 (ns)	171,07 0,0062 (**)	65,66	101,3
	Dicotiledóneas	532,90 0,0000 (***)	54,62 0,3114 (ns)	69,16 0,1409 (ns)	45,72	85,7
	Avena sp.	2,43 0,0053 (**)	3,08 0,0189 (*)	0,53 (ns)	0,92	314,2
	Lolium sp.	1014,82 0,0000 (***)	163,79 0,0617 (ns)	136,83 0,0318 (*)	66,40	114,3
	Sonchus sp.	1,94 0,0000 (***)	0,64 0,1313 (ns)	0,35 0,4212 (ns)	0,34	204,4
	Chrysanthemum segetum L.	4,43 0,0263 (*)	2,27 0,3529 (ns)	2,11 0,4293 (ns)	2,08	442,6
	Raphanus raphanistrum L.	1,12 0,0000 (***)	0,24 0,1347 (ns)	0,24 0,0553 (ns)	0,13	467,2
	Calendula arvensis L.	73,39 0,0000 (***)	4,38 (ns)	4,00 (ns)	13,03	269,4
	Chamaemelum sp.	12,73 0,0000 (***)	1,38 0,2958 (ns)	1,38 0,2702 (ns)	1,12	395,0
	Polygonum aviculare L.	5,39 0,0000 (***)	3,37 0,0007 (***)	3,37 0,0000 (***)	0,58	416,1

G.L. - Graus de liberdade.
PL - Primeira Leitura; **SL** - Segunda Leitura; **TL** - Terceira Leitura; **QL** - Quarta Leitura.

Anexo IV - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erro da análise de variância relativa à segunda fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente condicionado (número de plantas por anel).

		ORIGEM DA VARIAÇÃO					
		Ano (A)	Repetição x Ano	Profundidade (B)	A x B	Nível de humidade (C)	A x C
	G.L.	3	28	1	3	3	9
PLpc	Total de plantas	14033,20 0,0000 (***)	285,88	2940,49 0,0001 (***)	3616,21 0,0000 (***)	755,05 0,0068 (**)	959,13 0,0000 (***)
	Monocotiledóneas	1106,70 0,0000 (***)	115,27	634,57 0,0059 (**)	646,51 0,0000 (***)	777,88 0,0000 (***)	796,53 0,0000 (***)
	Dicotiledóneas	7378,91 0,0000 (***)	60,25	843,06 0,0006 (***)	1207,90 0,0000 (***)	678,01 0,0000 (***)	484,63 0,0000 (***)
SLpc	Total de plantas	9755,24 0,0000 (***)	117,40	559,03 0,0289 (*)	541,15 0,0033 (**)	310,27 0,0474 (*)	202,50 0,0779 (ns)
	Monocotiledóneas	575,86 0,0000 (***)	62,65	153,13 0,0669 (ns)	154,80 0,0175 (*)	262,11 0,0007 (***)	307,39 0,0000 (***)
	Dicotiledóneas	5705,36 0,0000 (***)	40,13	118,20 0,1585 (ns)	111,78 0,1310 (ns)	1028,37 0,0000 (***)	295,48 0,0000 (***)
TLpc	Total de plantas	12989,27 0,0000 (***)	35,99	383,30 0,0177 (*)	312,77 0,0034 (**)	3915,40 0,0000 (***)	1531,91 0,0000 (***)
	Monocotiledóneas	705,55 0,0000 (***)	6,74	9,03 0,2517 (ns)	17,98 0,0502 (ns)	244,78 0,0000 (***)	123,30 0,0000 (***)
	Dicotiledóneas	7579,42 0,0000 (***)	37,19	289,50 0,0184 (*)	200,01 0,0094 (**)	2448,77 0,0000 (***)	876,58 0,0000 (***)
	Avena sp.	2,79 0,0000 (***)	0,25	0,02 (ns)	0,38 0,1487 (ns)	0,63 0,0332 (*)	0,50 0,0136 (*)
	Lolium sp.	421,13 0,0000 (***)	4,68	29,07 0,0299 (*)	22,72 0,0117 (*)	198,51 0,0000 (***)	110,66 0,0000 (***)
	Calendula arvensis L.	71,35 0,0000 (***)	1,19	13,13 0,0217 (*)	3,44 0,2449 (ns)	22,64 0,0000 (***)	9,57 0,0001 (***)
	Chenopodium sp.	111,26 0,0000 (***)	6,71	0,50 (ns)	0,75 (ns)	52,5 0,0000 (***)	19,68 0,0002 (***)
	Polygonum aviculare L.	17,54 0,0000 (***)	0,90	8,77 0,0013 (**)	8,42 0,0000 (***)	4,54 0,0012 (**)	4,04 0,0000 (***)
	Spergularia purpurea (Pers.) G.	397,27 0,0000 (***)	8,52	18,38 0,1322 (ns)	18,38 0,0793 (ns)	95,22 0,0000 (***)	95,22 0,0000 (***)

Anexo IV - Continuação.

		ORIGEM DA VARIAÇÃO					
		B x C	A x B x C	Perturbação do solo (D)	A x D	B x D	A x B x D
	G.L.	3	9	1	3	1	3
PLpc	Total de plantas	876,13 0,0028 (**)	660,12 0,0002 (***)	9137,80 0,0000 (***)	3391,48 0,0000 (***)	90,28 (ns)	97,11 (ns)
	Monocotiledóneas	554,63 0,0002 (***)	550,90 0,0000 (***)	120,13 0,2296 (ns)	136,23 0,1791 (ns)	215,28 0,1080 (ns)	215,33 0,0521 (ns)
	Dicotiledóneas	328,12 0,0034 (**)	296,04 0,0000 (***)	11353,36 0,0000 (***)	4835,77 0,0000 (***)	584,39 0,0043 (**)	592,02 0,0000 (***)
SLpc	Total de plantas	134,36 0,3267 (ns)	267,81 0,0156 (*)	11409,94 0,0000 (***)	4133,90 0,0000 (***)	0,33 (ns)	9,90 (ns)
	Monocotiledóneas	134,40 0,0320 (*)	131,30 0,0025 (**)	0,13 (ns)	16,22 (ns)	96,26 0,1460 (ns)	97,60 0,0932 (ns)
	Dicotiledóneas	40,82 (ns)	157,75 0,0051 (**)	11250,00 0,0000 (***)	4498,04 0,0000 (***)	118,20 0,1585 (ns)	87,02 0,2222 (ns)
TLpc	Total de plantas	44,01 (ns)	94,55 0,1862 (ns)	21749,16 0,0000 (***)	10822,49 0,0000 (***)	575,88 0,0037 (**)	464,61 0,0002 (***)
	Monocotiledóneas	10,28 0,2142 (ns)	10,44 0,1373 (ns)	1128,13 0,0000 (***)	728,14 0,0000 (***)	13,13 0,1670 (ns)	15,99 0,0736 (ns)
	Dicotiledóneas	42,18 (ns)	60,25 0,3148 (ns)	12870,10 0,0000 (***)	5874,76 0,0000 (***)	433,28 0,0040 (**)	330,91 0,0003 (***)
	Avena sp.	0,02 (ns)	0,29 0,2053 (ns)	3,61 0,0000 (***)	2,99 0,0000 (***)	0,10 (ns)	0,25 0,3174 (ns)
	Lolium sp.	11,01 0,1468 (ns)	7,10 0,3195 (ns)	657,03 0,0000 (***)	421,91 0,0000 (***)	30,03 0,0273 (*)	22,38 0,0126 (*)
	Calendula arvensis L.	1,84 (ns)	2,74 0,3554 (ns)	153,13 0,0000 (***)	54,21 0,0000 (***)	15,82 0,0118 (*)	4,67 0,1309 (ns)
	Chenopodium sp.	24,48 0,0039 (**)	35,02 0,0000 (***)	159,76 0,0000 (***)	28,02 0,0016 (**)	2,82 (ns)	1,68 (ns)
	Polygonum aviculare L.	2,31 0,0422 (*)	2,02 0,0115 (*)	10,99 0,0003 (***)	7,85 0,0000 (***)	2,67 0,0752 (ns)	2,88 0,0171 (*)
	Spergularia purpurea (Pers.) G.	3,00 (ns)	3,00 (ns)	397,27 0,0000 (***)	397,27 0,0000 (***)	18,38 0,1322 (ns)	18,38 0,0793 (ns)

Anexo IV - Continuação.

		ORIGEM DA VARIAÇÃO					Coeficiente de variação (%)
		C x D	A x C x D	B x C x D	A x B x C x D	Erro	
	G.L.	3	9	3	9	420	
PLpc	Total de plantas	2780,14 0,0000 (***)	2192,59 0,0000 (***)	945,80 0,0017 (**)	1007,68 0,0000 (***)	183,50	175,2
	Monocotiledóneas	295,06 0,0144 (*)	287,58 0,0004 (***)	274,59 0,0201 (*)	274,58 0,0006 (***)	82,97	602,6
	Dicotiledóneas	1406,22 0,0000 (***)	1021,55 0,0000 (***)	372,16 0,0015 (**)	351,41 0,0000 (***)	71,03	135,5
SLpc	Total de plantas	2065,37 0,0000 (***)	1055,75 0,0000 (***)	292,59 0,0579 (ns)	375,37 0,0008 (***)	116,33	154,5
	Monocotiledóneas	139,86 0,0272 (*)	106,19 0,0139 (*)	123,77 0,0437 (*)	121,44 0,0049 (**)	45,36	537,1
	Dicotiledóneas	1215,22 0,0000 (***)	583,37 0,0000 (***)	55,54 (ns)	144,39 0,0104 (*)	59,22	133,8
TLpc	Total de plantas	2574,16 0,0000 (***)	1323,69 0,0000 (***)	74,05 0,3507 (ns)	121,96 0,0655 (ns)	67,59	102,9
	Monocotiledóneas	233,40 0,0000 (***)	126,72 0,0000 (***)	9,59 0,2427 (ns)	10,42 0,1383 (ns)	6,86	169,7
	Dicotiledóneas	1496,47 0,0000 (***)	764,93 0,0000 (***)	50,60 (ns)	73,23 0,1778 (ns)	51,64	111,9
	Avena sp.	0,49 0,0768 (ns)	0,42 0,0407 (*)	0,10 (ns)	0,19 (ns)	0,21	464,1
	Lolium sp.	198,43 0,0000 (***)	110,72 0,0000 (***)	10,85 0,1519 (ns)	7,12 0,3173 (ns)	6,12	217,7
	Calendula arvensis L.	18,19 0,0001 (***)	8,25 0,0006 (***)	2,79 0,3366 (ns)	3,35 0,2064 (ns)	2,47	261,4
	Chenopodium sp.	18,26 0,0186 (*)	13,40 0,0093 (**)	17,34 0,0233 (*)	15,15 0,0034 (**)	5,42	256,9
	Polygonum aviculare L.	3,53 0,0060 (**)	3,07 0,0002 (***)	2,72 0,0221 (*)	2,41 0,0027 (**)	0,84	430,6
	Spergularia purpurea (Pers.) G.	95,22 0,0000 (***)	95,22 0,0000 (***)	3,00 (ns)	3,00 (ns)	8,01	322,6

G.L. - Graus de liberdade.

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas.

Anexo V - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erro da análise de variância relativa à terceira fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente condicionado (número de plantas por anel).

		ORIGEM DA VARIAÇÃO					
		Ano (A)	Repetição x Ano	Profundidade (B)	A x B	Nível de humidade (C)	A x C
	G.L.	3	28	1	3	3	9
PLsc	Total de plantas	57,42 0,0003 (***)	8,24	9,03 0,3153 (ns)	48,25 0,0012 (**)	77,38 0,0000 (***)	20,84 0,0143 (*)
	Monocotiledóneas	2,82 0,0046 (**)	0,65	0,95 0,2254 (ns)	0,95 0,2211 (ns)	1,03 0,1879 (ns)	1,03 0,1118 (ns)
	Dicotiledóneas	43,91 0,0009 (***)	7,47	15,82 0,1563 (ns)	39,11 0,0021 (**)	61,37 0,0000 (***)	15,73 0,0373 (*)
SLsc	Total de plantas	98,63 0,0000 (***)	7,47	20,32 0,1490 (ns)	43,42 0,0042 (**)	125,05 0,0000 (***)	26,69 0,0040 (**)
	Monocotiledóneas	4,21 0,0007 (***)	0,75	0,86 0,2763 (ns)	1,38 0,1278 (ns)	2,08 0,0362 (*)	1,32 0,0619 (ns)
	Dicotiledóneas	74,49 0,0000 (***)	7,38	29,55 0,0674 (ns)	32,51 0,0119 (*)	95,58 0,0000 (***)	20,16 0,0160 (*)
	Chenopodium sp.	35,88 0,0013 (**)	6,94	0,33 (ns)	7,21 0,3607 (ns)	19,24 0,0367 (*)	8,77 0,2323 (ns)
	Polygonum aviculare L.	2,88 0,0000 (***)	0,39	1,03 0,0567 (ns)	1,03 0,0127 (*)	1,06 0,0112 (*)	1,11 0,0001 (***)

Anexo V - Continuação.

		ORIGEM DA VARIAÇÃO					
		BxC	AxBxC	Perturbação do solo (D)	AxD	BxD	AxBxD
G.L.		3	9	1	3	1	3
PLsc	Total de plantas	18,55 0,1027 (ns)	39,02 0,0000 (***)	273,20 0,0000 (***)	65,49 0,0001 (***)	10,13 0,2877 (ns)	47,97 0,0012 (**)
	Monocotiledóneas	1,49 0,0750 (ns)	1,49 0,0149 (*)	2,82 0,0366 (*)	2,82 0,0046 (**)	0,95 0,2254 (ns)	0,95 0,2211 (ns)
	Dicotiledóneas	13,47 0,1628 (ns)	26,75 0,0005 (***)	220,50 0,0000 (***)	51,00 0,0003 (***)	17,26 0,1387 (ns)	38,72 0,0022 (**)
SLsc	Total de plantas	25,51 0,0502 (ns)	46,07 0,0000 (***)	468,95 0,0000 (***)	99,63 0,0000 (***)	20,32 0,1490 (ns)	39,26 0,0075 (**)
	Monocotiledóneas	1,45 0,1144 (ns)	2,55 0,0003 (***)	6,35 0,0033 (**)	3,53 0,0024 (**)	0,86 0,2763 (ns)	1,38 0,1278 (ns)
	Dicotiledóneas	18,76 0,0952(ns)	30,17 0,0004 (***)	366,19 0,0000 (***)	75,77 0,0000 (***)	29,55 0,0674 (ns)	29,65 0,0185 (*)
	Chenopodium sp.	14,24 0,0975 (ns)	19,79 0,0021 (**)	95,39 0,0002 (***)	32,62 0,0025 (**)	0,24 (ns)	6,45 (ns)
	Polygonum aviculare L.	0,66 0,0724 (ns)	0,72 0,0076 (**)	0,44 0,2134 (ns)	0,30 0,3597 (ns)	0,05 (ns)	0,05 (ns)

Anexo V - Continuação.

		ORIGEM DA VARIAÇÃO					Coeficiente de variação (%)
		CxD	AxCxD	BxCxD	AxBxCxD	Erro	
G.L.		3	9	3	9	420	
PLsc	Total de plantas	77,13 0,0000 (***)	20,14 0,0181 (*)	20,92 0,0728 (ns)	37,68 0,0000 (***)	8,94	388,5
	Monocotiledóneas	1,03 0,1879 (ns)	1,03 0,1118 (ns)	1,49 0,0750 (ns)	1,49 0,0149 (*)	0,64	1079,1
	Dicotiledóneas	61,72 0,0000 (***)	14,97 0,0490 (*)	14,74 0,1374 (ns)	25,78 0,0007 (***)	7,84	402,8
SLsc	Total de plantas	92,11 0,0000 (***)	22,63 0,0145 (*)	26,90 0,0415 (*)	35,41 0,0002 (***)	9,72	284,1
	Monocotiledóneas	1,84 0,0566 (ns)	1,15 0,1178 (ns)	1,23 0,1682 (ns)	2,21 0,0015 (**)	0,73	714,6
	Dicotiledóneas	69,56 0,0000 (***)	16,54 0,0529 (ns)	20,60 0,0724 (ns)	22,58 0,0069 (**)	8,79	303,0
	Chenopodium sp.	14,88 0,0860 (ns)	6,77 0,4343 (ns)	10,92 0,1831 (ns)	16,30 0,0108 (*)	6,73	542,0
	Polygonum aviculare L.	0,07 (ns)	0,06 (ns)	0,05 (ns)	0,11 (ns)	0,28	664,3

G.L. - Graus de liberdade.
PLsc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLsc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas.

Anexo VI – Valores referentes aos elementos climáticos verificados nos quatro anos (1996/97; 1997/98; 1998/99; 1999/00) do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural.

ELEMENTOS CLIMÁTICOS		ANOS			
		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Precipitação desde o início de Setembro até ao fim da 1ª fase	mm	176,9	333,7	67,5	222,9
Temperatura média do ar desde o início de Setembro até ao fim da 1ª fase	ºC	1347,5	1530,1	1480,8	1260,2
Precipitação desde o início da segunda fase (primeiro controlo das plantas) até à primeira leitura	mm	184,9	10,6	66,0	16,7
Precipitação desde o início da segunda fase (primeiro controlo das plantas) até à segunda leitura	mm	349,5	26,9	97,1	40,2
Precipitação desde o início da segunda fase (primeiro controlo das plantas) até à terceira leitura	mm	358,5	61,3	146,9	61,0
Temperatura média do ar desde o início da segunda fase (primeiro controlo das plantas) até à primeira leitura	ºC	295,0	255,7	350,3	249,8
Temperatura média do ar desde o início da segunda fase (primeiro controlo das plantas) até à segunda leitura	ºC	515,8	721,3	451,6	480,3
Temperatura média do ar desde o início da segunda fase (primeiro controlo das plantas) até à terceira leitura	ºC	972,2	876,4	884,1	1002,7
Precipitação desde o início da terceira fase (segundo controlo das plantas) até à primeira leitura	mm	60,4	53,1	53,9	71,2
Precipitação desde o início da terceira fase (segundo controlo das plantas) até à segunda leitura	mm	97,8	121,0	67,0	142,9
Precipitação desde o início da terceira fase (segundo controlo das plantas) até à terceira leitura	mm	138,1	159,3	77,1	232,8
Temperatura média do ar desde o início da terceira fase (segundo controlo das plantas) até à primeira leitura	ºC	848,0	314,5	526,1	163,0
Temperatura média do ar desde o início da terceira fase (segundo controlo das plantas) até à terceira leitura	ºC	1323,0	544,1	646,1	333,9
Temperatura média do ar desde o início da terceira fase (segundo controlo das plantas) até à terceira leitura	ºC	1677,9	775,8	904,2	772,2

Anexo VII - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa à segunda fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural (número de plantas·0,5m^{-2}).

		ORIGEM DA VARIAÇÃO					Coeficiente de variação (%)
		Ano (A)	Erro	Perturbação do solo B	A x B	Erro	
G.L.		3	28	1	3	28	
PLpc	Total de plantas	26930,60 0,0000 (***)	733,57	48675,39 0,0000 (***)	11991,14 0,0000 (***)	707,24	55,9
PLpc	Monocotiledóneas	641,40 0,0012 (**)	91,60	2550,25 0,0000 (***)	395,75 0,0039 (**)	70,80	109,0
PLpc	Dicotiledóneas	22559,68 0,0000 (***)	546,81	28942,52 0,0000 (***)	9713,77 0,0000 (***)	513,60	56,8
SLpc	Total de plantas cJ	816776,79 0,0000 (***)	22942,09	43995,06 0,0053 (**)	12294,60 0,0750 (ns)	4801,50	28,2
SLpc	Total de plantas sJ	446153,22 0,0000 (***)	16169,79	74597,27 0,0003 (***)	16976,43 0,0187 (*)	4328,96	30,6
SLpc	Monocotiledóneas cJ	58547,56 0,0000 (***)	2317,85	66,02 (ns)	3616,52 0,0017 (**)	551,14	47,4
SLpc	Monocotiledóneas sJ	144,04 (ns)	371,42	5112,25 0,0000 (***)	22,63 0,1068 (ns)	211,85	80,6
SLpc	Dicotiledóneas	456206,81 0,0000 (***)	15209,96	40652,64 0,0059 (**)	16754,02 0,0242 (*)	4577,46	34,4

Anexo VII - Continuação.

		ORIGEM DA VARIAÇÃO					Coeficiente de variação (%)
		Ano (A)	Erro	Perturbação do solo B	A x B	Erro	
	G.L.	3	28	1	3	28	
TLpc	Total de plantas cJ	265602,47 0,0000 (***)	17587,00	47251,89 0,0001 (***)	47561,14 0,0000 (***)	2295,83	24,3
	Total de plantas sJ	167318,75 0,0000 (***)	7804,20	78820,56 0,0000 (***)	30415,56 0,0000 (***)	1761,67	25,3
	Monocotiledóneas cJ	40527,00 0,0000 (***)	2795,46	4489,00 0,0244 (*)	9411,17 0,0000 (***)	792,48	42,5
	Monocotiledóneas sJ	10102,60 0,0000 (***)	583,69	16997,64 0,0000 (***)	2273,56 0,0082 (**)	475,15	62,7
	Dicotiledóneas	126107,39 0,0000 (***)	9002,42	22612,64 0,0003 (***)	16452,47 0,0000 (***)	1340,12	27,9
	Juncus bufonius L.	63441,02 0,0000 (***)	2693,80	4016,39 0,0009 (***)	4016,39 0,0000 (***)	292,18	54,3
	Lolium sp.	3935,23 0,0016 (**)	593,55	6601,56 0,0000 (***)	780,23 0,0498 (*)	264,49	71,6
	Phalaris sp.	4301,27 0,0000 (***)	361,97	2364,39 0,0030 (**)	1136,97 0,0062 (**)	223,90	139,0
	Chamaemelum sp.	18511,52 0,0008 (***)	2481,25	777,02 0,2863 (ns)	682,35 0,3912 (ns)	657,73	146,7
	Calendula arvensis L.	432,89 0,0722 (ns)	166,77	656,64 0,0105 (*)	325,14 0,0226 (*)	87,19	211,2
	Polygonum aviculare L.	15177,75 0,0007 (***)	1974,70	2025,00 0,0038 (**)	2536,17 0,0000 (***)	203,05	50,1
	Anagallis arvensis L.	12155,06 0,0000 (***)	863,49	410,06 0,1469 (ns)	410,06 0,1072 (ns)	184,21	98,5
	Spergularia purpurea (Pers.) G.	13968,81 0,0000 (***)	911,03	0,77 (ns)	11,52 (ns)	254,65	75,8
	Humidade volúmica 10 cm (%)	192,97 0,0000 (***)	3,99	30,94 0,0000 (***)	6,17 0,0064 (**)	1,22	4,4

G.L. - Graus de liberdade.

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o primeiro controlo das plantas.; **Total de plantas cJ** - - Total de plantas incluindo a espécie *Juncus bufonius* L.; **Total de plantas sJ** - Total de plantas sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L.; **Monocotiledóneas sJ** - Total de plantas Monocotiledóneas incluindo a espécie *Juncus bufonius* L.; **Monocotiledóneas cJ** - Total de plantas Monocotiledóneas sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L.

Anexo VIII - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa à segunda fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural (humidade volúmica do solo (%) com base nos anos de 1996/97, 1997/98 e 1998/99).

		ORIGEM DA VARIAÇÃO					Coeficiente de variação (%)
		Ano (A)	Erro	Perturbação do solo B	A x B	Erro	
	G.L.	2	21	1	2	21	
PLpc	Humidade volúmica 5 cm	397,39 0,0000 (***)	4,12	69,84 0,0000 (***)	45,77 0,0000 (***)	0,92	3,7
	Humidade volúmica 10 cm	6,71 0,0807 (ns)	2,36	0,80 0,2165 (ns)	0,82 0,2136 (ns)	0,49	2,4
SLpc	Humidade volúmica 5 cm	725,97 0,0000 (***)	7,89	308,05 0,0000 (***)	1,93 (ns)	3,06	7,4
	Humidade volúmica 10 cm	15,94 0,0363 (*)	4,09	9,01 0,0026 (**)	1,01 0,2921 (ns)	0,77	3,0

G.L. - Graus de liberdade.

PLpc - Primeira Leitura após o primeiro controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o primeiro controlo das plantas.

Anexo IX - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa à terceira fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural (número de plantas·0,5m^{-2}).

		ORIGEM DA VARIAÇÃO					Coeficiente de variação (%)
		Ano (A)	Erro	Perturbação do solo B	A x B	Erro	
G.L.		3	28	1	3	28	
PLsc	Total de plantas	806,64 0,0016 (**)	121,10	1251,39 0,0000 (***)	180,81 0,0128 (*)	41,95	70,6
	Monocotiledóneas	0,35 0,0146 (*)	0,09	0,56 0,0156 (*)	0,35 0,0146 (*)	0,09	310,7
	Dicotiledóneas	835,43 0,0013 (**)	121,35	1198,89 0,0000 (***)	194,10 0,0096 (**)	42,12	71,5
SLsc	Total de plantas	61014,31 0,0038 (**)	10864,62	128074,52 0,0013 (**)	16633,02 0,1965 (ns)	9973,39	116,2
	Monocotiledóneas	223,72 0,0000 (***)	18,61	147,02 0,0001 (***)	61,52 0,0004 (***)	7,28	104,7
	Dicotiledóneas	64697,38 0,0029 (**)	10901,92	119543,06 0,0017 (**)	17744,44 0,1735 (ns)	9957,59	119,7
TLsc	Total de plantas	28234,96 0,0139 (*)	6679,47	36195,06 0,0273 (*)	9016,77 0,2779 (ns)	6672,24	102,8
	Monocotiledóneas	340,18 0,0001 (***)	34,60	221,27 0,0003 (***)	129,43 0,0001 (***)	12,68	92,3
	Dicotiledóneas	30009,39 0,0115 (*)	6784,43	30756,39 0,0407 (*)	9564,85 0,2544 (ns)	6678,77	108,0
	Lolium sp.	311,58 0,0001 (***)	27,71	213,89 0,0002 (***)	115,31 0,0001 (***)	11,49	101,8
	Chenopodium sp.	35804,02 0,0030 (**)	6088,80	14823,06 0,1492 (ns)	11318,69 0,1941 (ns)	6740,10	221,0
	Calendula arvensis L.	196,68 0,0000 (***)	9,53	47,27 0,0088 (**)	17,43 0,0512 (ns)	5,96	93,6
	Polygonum aviculare L.	297,43 0,0048 (**)	55,47	8,27 (ns)	79,06 0,0215 (*)	20,93	113,1
	Sonchus sp.	15,73 0,0414 (*)	5,03	5,06 0,1680 (ns)	4,40 0,1817 (ns)	2,53	124,1
	Spergularia purpurea (Pers.) G.	1359,39 0,0001 (***)	124,16	78,77 0,0923 (ns)	26,27 0,4016 (ns)	25,93	95,6
	Rumex sp.	45,06 0,0127 (*)	10,44	11,39 0,1018 (ns)	3,89 (ns)	3,98	137,3

G.L. - Graus de liberdade.

PLpc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o segundo controlo das plantas.

Anexo X - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa à terceira fase do ensaio de emergência de plântulas espontâneas em ambiente natural (humidade volúmica dos 10 cm superficiais do solo (%) com base nos anos de 1997/98, 1998/99 e 1999/00).

	ORIGEM DA VARIAÇÃO					Coeficiente de variação (%)
	Ano (A)	Erro	Perturbação do solo B	A x B	Erro	
G.L.	2	21	1	2	21	
Humidade volúmica PLsc	25,13 0,0002 (***)	1,98	23,52 0,0000 (***)	0,45 0,3150 (ns)	0,37	1,9
Humidade volúmica SLsc	48,61 0,0003 (***)	4,08	21,47 0,0000 (***)	0,93 0,2803 (ns)	0,69	2,7
Humidade volúmica TLsc	305,61 0,0000 (***)	7,82	36,40 0,0313 (*)	15,45 0,1292 (ns)	6,84	9,7

G.L. - Graus de liberdade.

PLpc - Primeira Leitura após o segundo controlo das plantas; **SLpc** - Segunda Leitura após o segundo controlo das plantas; **TLpc** - Terceira Leitura após o segundo controlo das plantas.

Anexo XI - Valores médios (± erro padrão) da matéria seca, produção de grão e suas componentes, verificados nos quatro anos do ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação.

ANOS	EMERG. INFEST. PRÉ-SEM.	PREP. DA CA. DA SE.	HERB. PÓS EMERG.	Número grãos·m^{-2}	Peso grão (mg)	Produção (kg·ha^{-1})	MS (kg·ha^{-1})	Número inf·0,5m^{-2}	MS inf. (g·m^{-2})
1996 1997	COM	SD	COM	7835,6 ± 525,7	31,85 ± 0,352	2492,0 ± 149,1	5873,2 ± 510,0	24,3 ± 12,5	1,6 ± 0,9
			SEM	6618,7 ± 493,7	31,53 ± 0,770	2079,3 ± 129,1	5204,2 ± 440,3	104,0 ± 31,4	31,5 ± 11,2
		MOB	COM	6897,3 ± 618,8	31,32 ± 0,562	2162,0 ± 200,7	5724,9 ± 544,3	34,5 ± 22,6	2,5 ± 0,9
			SEM	4773,3 ± 1091,2	29,31 ± 0,148	1399,8 ± 321,8	4296,7 ± 972,2	137,0 ± 26,5	126,0 ± 35,4
	SEM	SD	COM	8147,7 ± 251,8	31,27 ± 0,480	2546,0 ± 71,6	6368,9 ± 305,7	4,3 ± 1,3	2,0 ± 1,4
			SEM	6292,1 ± 416,9	31,55 ± 0,443	1984,5 ± 133,0	5328,3 ± 441,9	125,0 ± 13,2	57,0 ± 16,2
		MOB	COM	7409,0 ± 440,8	31,78 ± 0,412	2352,5 ± 129,6	5973,1 ± 106,3	7,0 ± 3,9	39,0 ± 33,1
			SEM	5777,8 ± 556,0	30,24 ± 0,480	1753,5 ± 194,7	4649,1 ± 474,3	64,5 ± 13,0	157,0 ± 27,8
1997 1998	COM	SD	COM	1800,3 ± 205,3	20,90 ± 1,228	381,3 ± 61,3	1447,3 ± 179,7	16,8 ± 3,7	55,3 ± 25,6
			SEM	2141,0 ± 892,3	22,90 ± 1,059	516,3 ± 241,5	1485,0 ± 582,3	71,3 ± 6,8	159,3 ± 11,3
		MOB	COM	2257,3 ± 418,5	20,12 ± 0,871	454,0 ± 84,5	1735,0 ± 265,8	24,0 ± 4,8	86,4 ± 21,3
			SEM	1076 ± 352,0	21,54 ± 0,559	233,3 ± 75,9	737,8 ± 194,4	66,3 ± 7,3	146,8 ± 17,3
	SEM	SD	COM	2270,8 ± 713,3	19,72 ± 0,587	454,0 ± 147,5	1788,8 ±421,9	12,5 ± 1,3	60,2 ± 16,8
			SEM	1801,3 ± 298,7	22,48 ± 0,508	403,8 ± 63,0	1238,8 ± 206,9	50,5 ± 9,2	136,6 ± 19,6
		MOB	COM	1530,8 ± 388,0	19,46 ± 0,590	303,0 ± 83,0	1306,0 ± 204,9	16,5 ± 2,4	122,1 ± 16,3
			SEM	941,3 ± 255,5	20,96 ± 0,777	202,0 ± 59,3	654,5 ± 161,6	65,5 ± 3,4	165,3 ± 14,7
1998 1999	COM	SD	COM	7875,5 ± 443,1	35,75 ± 0,576	2813,0 ± 153,2	7381,2 ± 698,2	15,0 ± 3,1	54,1 ± 22,8
			SEM	5571,5 ± 515,8	33,38 ± 0,439	1863,0 ± 185,2	4645,2 ± 644,0	90,3 ± 19,7	205,1 ± 72,5
		MOB	COM	9050,8 ± 478,5	35,45 ± 0,471	3214,3 ± 203,9	7690,1 ± 131,7	2,5 ± 1,2	2,1 ± 1,0
			SEM	7548,8 ± 383,2	32,73 ± 0,364	2472,5 ± 141,9	5914,0 ± 303,2	76,8 ± 15,1	120,8 ± 92,5
	SEM	SD	COM	7847,2 ± 631,5	34,83 ± 0,706	2738,5 ± 242,8	6686,3 ± 655,4	18,3 ± 1,5	39,1 ± 8,4
			SEM	5791,1 ± 160,4	33,24 ± 0,394	1925,5 ± 63,5	4911,6 ± 280,6	89,5 ± 9,3	222,9 ± 36,5
		MOB	COM	9337,4 ± 526,0	35,60 ± 0,460	3322,7 ± 184,4	7899,1 ± 272,4	1,8 ± 0,8	1,3 ± 0,5
			SEM	7776,0 ± 586,3	33,31 ± 1,050	2608,0 ± 269,4	6580,0 ± 622,8	76,8 ± 15,8	193,4 ± 53,9
1999 2000	COM	SD	COM	7980,8 ± 431,5	31,28 ± 0,814	2503,3 ± 185,0	7111,1 ± 458,2	5,5 ± 1,6	3,3 ± 2,9
			SEM	6113,0 ± 152,4	31,64 ± 0,887	1933,0 ± 63,4	5502,9 ± 481,5	93,0 ± 16,8	288,8 ± 81,3
		MOB	COM	7277,6 ± 255,1	33,33 ± 0,388	2424,0 ± 76,6	6879,6 ± 475,4	3,5 ± 1,6	2,6 ± 1,7
			SEM	5385,4 ± 262,0	29,77 ± 0,714	1603,8 ± 91,1	4649,7 ± 531,2	101,0 ± 16,5	286,9 ± 34,6
	SEM	SD	COM	8190,8 ± 590,8	24,03 ± 0,876	1980,5 ± 197,2	6003,6 ± 541,6	0,5 ± 0,5	0,3 ± 0,2
			SEM	4445,9 ± 355,3	23,94 ± 2,348	1045,0 ± 62,8	3600,4 ± 182,8	52,0 ± 7,1	222,2 ± 19,4
		MOB	COM	8087,4 ± 394,4	26,17 ± 0,968	2125,8 ± 167,2	5857,2 ± 382,9	2,0 ± 0,4	1,9 ± 0,8
			SEM	4692,8 ± 383,9	25,80 ± 0,975	1204,0 ± 82,3	4001,8 ± 562,8	58,0 ± 10,3	235,6 ± 17,2

EMERG. INFEST. PRÉ-SEM. - Emergência de infestantes antes da sementeira da cultura.
HERB. PÓS EMERG. - Herbicida de pós-emergência.
PREP. DA CA. DA SE. - Preparação da cama da semente.
SD - Sementeira directa; **MOB** - Mobilização do solo.
MS - Matéria seca.
inf. - Infestantes.

Anexo XII - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa ao ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO					
	Ano (A)	Em. inf. pré sementeira (B)	A x B	Erro	Prep. da cama da semente (C)	A x C
G.L.	2	1	2	9	1	2
Plantas emergidas·m^{-2}	8637,54 0,1113 (ns)	45327,04 0,0039 (**)	4470,79 0,2814 (ns)	3052,54	34884,38 0,0026 (**)	5271,88 0,1859 (ns)
Espigas potenciais·m^{-2}	3448,67 0,2639 (ns)	130537,50 0,0000 (***)	30842,00 0,0018 (**)	2224,50	522,67 (ns)	7316,67 0,0407 (*)
Taxa de afilhamento	0,347 0,0178 (*)	0,040 (ns)	0,045 (ns)	0,053	1,027 0,0003 (***)	0,073 0,2801 (ns)
Espigas produtivas·m^{-2}	38449,54 0,0031 (**)	118160,67 0,0002 (***)	38998,29 0,0030 (**)	3290,08	1,5 (ns)	2994,88 0,2663 (ns)
Taxa de sobrevivência	0,112 0,0000 (***)	0,000 (ns)	0,003 0,3348 (ns)	0,002	0,002 (ns)	0,005 0,1930 (ns)
Número de grãos·espiga^{-1}	80,97 0,0170 (*)	160,17 0,0056 (**)	160,61 0,0078 (**)	12,23	0,20 (ns)	54,76 0,0093 (**)
Número de grãos·m^{-2}	10544195,7 0,0007 (***)	125353,76 (ns)	1074312,9 0,2133 (ns)	582744,12	283076,76 (ns)	15327308,76 0,0000 (***)
Peso do grão (mg)	292,30 0,0000 (***)	108,74 0,0000 (***)	115,78 0,0000 (***)	1,05	0,05 (ns)	7,50 0,0535 (ns)
Produção de grão (kg·ha^{-1})	4918411,01 0,0000 (***)	314302,59 0,0290 (*)	1031389,4 0,0003 (***)	46696,19	91081,76 0,3080 (ns)	1768016,698 0,0000 (***)
Matéria seca total (kg·ha^{-1})	11166069,14 0,0033 (**)	1496252,34 0,2460 (ns)	5161490,7 0,030 (*)	971654,96	365190,01 (ns)	6114911,69 0,0051 (**)
Índice de colheita	0,038 0,0002 (***)	0,002 0,2957 (ns)	0,003 0,2239 (ns)	0,001	0,000 (ns)	0,004 0,0742 (ns)
Altura das plantas (cm)	414,39 0,0001 (***)	112,67 0,0133 (*)	133,14 0,0036 (**)	11,92	1,50 0,2017 (ns)	2,91 0,0558 (ns)
Matéria seca infestantes (g·m^{-2})	50815,65 0,0003 (***)	360,76 (ns)	7087,50 0,0854 (ns)	2163,88	285,32 (ns)	23754,60 0,0098 (**)
Infestantes PL·0,5 m^{-2}	530453,76 0,0007 (***)	1118016,67 0,0002 (***)	628628,89 0,0004 (***)	29406,54	143376,04 0,0027 (**)	15309,57 0,3003 (ns)
Monocotiledóneas PL·0,5 m^{-2}	3540,04 (ns)	33041,26 0,0195 (*)	26434,54 0,0184 (*)	4104,62	9740,51 0,0224 (*)	2733,79 0,2017 (ns)
Dicotiledóneas PL·0,5 m^{-2}	586679,20 0,0000 (***)	766658,76 0,0001 (***)	420997,70 0,0001 (***)	15110,97	227857,59 0,0003 (***)	25218,41 0,1388 (ns)
Infestantes cJ SL·0,5 m^{-2}	71230,91 0,0002 (***)	2310,84 (ns)	1024,41 (ns)	2955,94	17794,26 0,0050 (**)	10571,32 0,0096 (**)
Infestantes sJ SL·0,5 m^{-2}	9162,13 0,0056 (**)	12973,50 0,0048 (**)	3342,38 0,0727 (ns)	939,58	1426,04 0,2275 (ns)	2109,04 0,1280 (ns)
Monocotiledóneas cJ SL·0,5 m^{-2}	17625,59 0,0024 (**)	94,01 (ns)	4869,20 0,0745 (ns)	1385,83	8456,26 0,0080 (**)	8927,95 0,0016 (**)
Monocotiledóneas sJ SL·0,5 m^{-2}	5175,22 0,0063 (**)	3151,04 0,0405 (*)	1093,26 0,1933 (ns)	551,08	13,50 (ns)	2388,47 0,0033 (**)
Dicotiledóneas SL·0,5 m^{-2}	25449,59 0,0001 (***)	3337,04 0,0767 (ns)	2164,26 0,1292 (ns)	835,47	1717,04 0,0772 (ns)	102,39 (ns)
Lolium sp. SL·0,5 m^{-2}	12866,95 0,0001 (***)	876,04 0,1544 (ns)	1835,39 0,0336 (*)	362,27	2242,67 0,0084 (**)	203,45 (ns)

Anexo XII - Continuação.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO						
	B x C	A x B x C	Erro	Herbicida (D)	A x D	B x D	A x B x D
G.L.	1	2	18	1	2	1	2
Plantas emergidas·m^{-2}	10626,04 0,0694 (ns)	5035,79 0,1992 (ns)	2849,74				
Espigas potenciais·m^{-2}	11266,67 0,0256 (*)	1208,67 (ns)	1903,56	195842,67 0,0000 (***)	20481,17 0,0052 (**)	12696,00 0,0597 (ns)	42904,50 0,0001 (***)
Taxa de afilhamento	0,035 (ns)	0,044 (ns)	0,053	2,693 0,0000 (***)	0,190 0,008 (**)	0,175 0,0303 (*)	0,026 (ns)
Espigas produtivas·m^{-2}	10922,67 0,0350 (*)	4152,79 0,1675 (ns)	2101,25	167334,00 0,0000 (***)	31417,13 0,0010 (**)	22693,50 0,0182 (*)	46922,38 0,0001(***)
Taxa de sobrevivência	0,000 (ns)	0,006 0,1405 (ns)	0,003	0,001 (ns)	0,007 0,0266 (*)	0,007 0,0543 (ns)	0,003 0,2316 (ns)
Número de grãos·espiga^{-1}	69,70 0,0120 (*)	1,13 (ns)	8,92	88,94 0,0108 (*)	2,33 (ns)	0,77 (ns)	18,27 0,2397 (ns)
Número de grãos·m^{-2}	1958245,0 0,1334 (ns)	252435,1 (ns)	792510,7	105430896,1 0,0000 (***)	2418173,5 0,0080 (**)	1855650,1 0,0466 (*)	1942028,1 0,0188 (*)
Peso do grão (mg)	9,53 0,0503 (ns)	0,63 (ns)	2,17	43,84 0,0001 (***)	4,77 0,1154 (ns)	4,20 0,1637 (ns)	0,43 (ns)
Produção de grão (kg·ha^{-1})	402356,51 0,0407 (*)	27765,14 (ns)	82757,16	12914734,59 0,0000 (***)	134537,84 0,1006 (ns)	13848,01 (ns)	54316,45 (ns)
Matéria seca total (kg·ha^{-1})	1128617,5 0,2645 (ns)	309785,7 (ns)	850926,16	67890566,3 0,0000 (***)	1924013,9 0,0749 (ns)	83603,01 (ns)	526000,95 (ns)
Índice de colheita	0,003 0,1662 (ns)	0,003 0,1467 (ns)	0,001	0,009 0,0160 (*)	0,001 (ns)	0,003 0,1870 (ns)	0,003 0,1773 (ns)
Altura das plantas (cm)	1,50 0,2017 (ns)	2,91 0,0588 (ns)	0,85	35,04 0,0001 (***)	3,45 0,1758 (ns)	2,04 0,3054 (ns)	1,32 (ns)
Matéria seca infestantes (g·m^{-2})	2740,28 (ns)	332,00 (ns)	3931,08	664984,40 0,0000 (***)	61232,89 0,0001 (***)	23,70 (ns)	6172,72 0,3290 (ns)
Infestantes PL·0,5 m^{-2}	72160,667 0,0241 (*)	37833,948 0,0656 (ns)	11895,736				
Monocotiledóneas PL·0,5 m^{-2}	14925,09 0,0063 (**)	4260,50 0,0921 (ns)	1560,23				
Dicotiledóneas PL·0,5 m^{-2}	21450,26 0,1874 (ns)	48180,07 0,0314 (*)	11420,07				
Infestantes cJ SL·0,5 m^{-2}	7830,09 0,0479 (*)	10900,78 0,0086 (**)	1736,98	322364,26 0,0000 (***)	2959,45 0,1071 (ns)	5,51 (ns)	4605,07 0,0345 (*)
Infestantes sJ SL·0,5 m^{-2}	247,04 (ns)	1045,04 0,3406 (ns)	913,35	244016,67 0,0000 (***)	2560,29 0,0980 (ns)	4374,00 0,0469 (*)	1047,38 0,3727 (ns)
Monocotiledóneas cJ SL·0,5 m^{-2}	4121,26 0,0519 (ns)	5832,89 0,0093 (**)	950,92	103556,34 0,0000 (***)	4150,91 0,0132 (*)	133,01 (ns)	4790,51 0,0074 (**)
Monocotiledóneas sJ SL·0,5 m^{-2}	73,50 (ns)	69,47 (ns)	299,59	61509,38 0,0000 (***)	6274,72 0,0004 (***)	3243,38 0,0313 (*)	1211,84 0,1680 (ns)
Dicotiledóneas SL·0,5 m^{-2}	590,04 0,2863 (ns)	1035,39 0,1491 (ns)	488,55	60501,04 0,0000 (***)	9831,51 0,0000 (***)	84,38 (ns)	6,59 (ns)
Lolium sp. SL·0,5 m^{-2}	0,67 (ns)	37,89 (ns)	255,78	31682,67 0,0000 (***)	12956,26 0,0000 (***)	793,50 0,2185 (ns)	1818,78 0,0377 (*)

Anexo XII - Continuação.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO					Coeficiente de variação (%)
	C x D	A x C x D	B x C x D	A x B x C x D	Erro	
G.L.	1	2	1	2	36	
Plantas emergidas·m^{-2}						14,9
Espigas potenciais·m^{-2}	60,17 (ns)	10262,17 0,0594 (ns)	620,17 (ns)	1047,17 (ns)	3357,31	13,8
Taxa de afilhamento	0,037 0,3090 (ns)	0,179 0,0104 (*)	0,003 (ns)	0,002 (ns)	0,034	46,5
Espigas produtivas·m^{-2}	170,67 (ns)	7885,79 0,1339 (ns)	2860,17 (ns)	1670,54 (ns)	3706,61	15,7
Taxa de sobrevivência	0,001 (ns)	0,015 0,0011 (**)	0,007 0,0588 (ns)	0,005 0,0676 (ns)	0,002	4,7
Número de grãos·espiga^{-1}	0,09 (ns)	8,73 (ns)	22,82 0,1815 (ns)	11,93 (ns)	12,29	19,0
Número de grãos·m^{-2}	147031,76 (ns)	489620,14 0,3372 (ns)	239900,01 (ns)	259608,20 (ns)	436988,07	9,5
Peso do grão (mg)	12,83 0,0178 (*)	1,38 (ns)	1,66 (ns)	2,51 0,3106 (ns)	2,08	4,6
Produção de grão (kg·ha^{-1})	16721,76 (ns)	66520,45 0,3098 (ns)	36153,85 (ns)	26675,09 (ns)	54934,80	10,7
Matéria seca total (kg·ha^{-1})	17146,76 (ns)	753951,76 0,3463 (ns)	223783,59 (ns)	354618,09 (ns)	690318,46	14,4
Índice de colheita	0,001 (ns)	0,000 (ns)	0,000 (ns)	0,000 (ns)	0,001	10,1
Altura das plantas (cm)	0,04 (ns)	0,76 (ns)	0,38 (ns)	1,22 (ns)	1,89	2,3
Matéria seca infestantes (g·m^{-2})	3406,98 (ns)	4594,56 (ns)	89,13 (ns)	645,23 (ns)	5383,11	76,7
Infestantes PL·0,5 m^{-2}						36,5
Monocotiledóneas PL·0,5 m^{-2}						94,0
Dicotiledóneas PL·0,5 m^{-2}						47,2
Infestantes cJ SL·0,5 m^{-2}	4121,26 0,0771 (ns)	5319,70 0,0216 (*)	5719,59 0,0389 (*)	6532,53 0,0100 (*)	1244,26	40,3
Infestantes sJ SL·0,5 m^{-2}	92,04 (ns)	341,54 (ns)	301,04 (ns)	650,04 (ns)	1032,47	47,9
Monocotiledóneas cJ SL·0,5 m^{-2}	1863,84 0,1471 (ns)	6681,47 0,0015 (**)	3540,51 0,0485 (*)	3945,32 0,0160 (*)	848,90	57,2
Monocotiledóneas sJ SL·0,5 m^{-2}	937,50 0,2363 (ns)	445,59 (ns)	1,50 (ns)	31,59 (ns)	646,23	83,2
Dicotiledóneas SL·0,5 m^{-2}	442,04 (ns)	77,51 (ns)	260,04 (ns)	588,51 0,3516 (ns)	546,79	64,0
Lolium sp. SL·0,5 m^{-2}	2340,38 0,0383 (*)	188,84 (ns)	0,04 (ns)	50,20 (ns)	505868,00	121,4

Anexo XII - Continuação.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO					
	Ano (A)	Em. inf. pré sementeira (B)	A x B	Erro	Prep. da cama da semente (C)	A x C
G.L.	2	1	2	9	1	2
Phalaris sp. SL·0,5 m^{-2}	1196,64 0,0035 (**)	508,76 0,0555 (ns)	277,07 0,1260 (ns)	105,33	0,01 (ns)	21,14 (ns)
Juncus SL·0,5 m^{-2}	39731,34 0,0002 (***)	4333,59 0,1198 (ns)	4333,59 0,1032 (ns)	1466,84	9145,51 0,0019 (**)	9145,51 0,0003 (***)
Chamaemelum SL·0,5 m^{-2}	773,70 0,0059 (**)	35,04 (ns)	27,89 (ns)	80,60	352,67 0,0010 (**)	261,89 0,0006 (***)
Coleostephus SL·0,5 m^{-2}	63,54 0,2794 (ns)	140,17 0,1049 (ns)	41,17 (ns)	43,11	15,04 0,3092 (ns)	26,54 0,1737 (ns)
Calendula SL·0,5 m^{-2}	142,57 0,0136 (*)	25,01 0,2903 (ns)	148,89 0,0120 (*)	19,82	33,84 0,1506 (ns)	73,72 0,0199 (*)
Chrysanthemum SL·0,5 m^{-2}	6,50 0,1261 (ns)	6,00 0,1537 (ns)	1,50 (ns)	2,47	3,38 0,2294 (ns)	2,38 0,3577 (ns)
Polygonum SL·0,5 m^{-2}	616,01 0,0015 (**)	0,84 (ns)	2,28 (ns)	41,97	341,26 0,0258 (*)	549,82 0,0015 (**)
Anagallis SL·0,5 m^{-2}	14281,39 0,0001 (***)	2281,50 0,0498 (*)	1074,41 0,1448 (ns)	445,05	1700,17 0,0345 (*)	1156,57 0,0498 (*)
Spergularia SL.0,5 m^{-2}	170,14 0,0273 (*)	5,04 (ns)	13,76 (ns)	30,83	117,04 0,0499 (*)	74,39 0,0868 (ns)
Humidade vol. 10 cm SL (%)	708,67 0,0000 (***)	228,48 0,0001 (***)	174,48 0,0001 (***)	5,05	449,37 0,0000 (***)	167,85 0,0000 (***)
Infestantes TL·0,5 m^{-2}	4509,34 0,0578 (ns)	5875,01 0,0488 (*)	1561,07 0,3007 (ns)	1133,47	527,34 0,2091 (ns)	597,59 0,1750 (ns)
Monocotiledóneas TL·0,5 m^{-2}	2531,34 0,0048 (**)	2320,67 0,0134 (*)	1052,32 0,0499 (*)	246,91	400,17 0,0763 (ns)	745,45 0,0071 (**)
Dicotiledóneas TL·0,5 m^{-2}	13461,64 0,0029 (**)	810,84 (ns)	486,03 (ns)	1127,08	1846,26 0,0087 (**)	117,32 (ns)
Lolium sp. TL·0,5 m^{-2}	7317,67 0,0000 (***)	698,76 0,0954 (ns)	1579,26 0,0107 (*)	201,37	1327,59 0,0017 (**)	58,16 (ns)
Phalaris sp. TL·0,5 m^{-2}	981,39 0,0007 (***)	376,04 0,0275 (*)	149,14 0,1178 (ns)	54,47	22,04 0,3240 (ns)	71,64 0,0583 (ns)
Chamaemelum TL·0,5 m^{-2}	324,57 0,0039 (**)	14,26 0,3380 (ns)	13,51 (ns)	29,62 (ns)	98,01 0,0000 (***)	77,95 0,0000 (***)
Coleostephus TL·0,5 m^{-2}	60,88 0,1682 (ns)	96,00 0,0962 (ns)	24,50 (ns)	27,83	9,38 (ns)	32,38 0,1007 (ns)
Chrysanthemum TL·0,5 m^{-2}	7,16 0,0734 (ns)	1,04 (ns)	1,39 (ns)	2,02	6,00 0,0712 (ns)	2,28 0,2727 (ns)
Calendula TL·0,5 m^{-2}	73,53 0,0074 (**)	31,51 0,0828 (ns)	28,20 0,0791 (ns)	8,27	14,26 0,1603 (ns)	16,70 0,1092 (ns)
Polygonum TL·0,5 m^{-2}	314,16 0,0006 (***)	3,01 (ns)	1,32 (ns)	16,55	5,51 (ns)	159,70 0,0304 (*)
Anagallis TL·0,5 m^{-2}	9498,32 0,0082 (**)	1183,01 0,3278 (ns)	617,70 (ns)	1105,11	106,26 (ns)	348,51 0,3618 (ns)
Spergularia TL·0,5 m^{-2}	133,07 0,0810 (ns)	28,17 (ns)	108,57 0,1171 (ns)	39,52	308,17 0,0165 (*)	82,32 0,1831 (ns)

Anexo XII - Continuação.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO						
	B x C	A x B x C	Erro	Herbicida (D)	A x D	B x D	A x B x D
G.L.	1	2	18	1	2	1	2
Phalaris sp. SL·0,5 m^{-2}	7,59 (ns)	2,28 (ns)	25,38	2490,844 0,0001 (***)	1051,97 0,0016 (**)	822,51 0,0188 (*)	329,70 0,1024 (ns)
Juncus SL·0,5 m^{-2}	5295,51 0,0130 (*)	5295,51 0,0040 (**)	696,62	5445,09 0,0001 (***)	5445,09 0,0000 (***)	4690,01 0,0004 (***)	4690,01 0,0000 (***)
Chamaemelum SL·0,5 m^{-2}	0,67 (ns)	1,32 (ns)	22,76	900,38 0,0008 (***)	751,16 0,0002 (***)	40,04 (ns)	32,26 (ns)
Coleostephus SL·0,5 m^{-2}	22,04 0,2214 (ns)	25,04 0,1901 (ns)	13,74	204,17 0,0099 (**)	63,54 0,1140 (ns)	140,17 0,0302 (*)	41,17 0,2377 (ns)
Calendula SL·0,5 m^{-2}	68,34 0,0469 (*)	18,41 0,3169 (ns)	15,02	605,01 0,0000 (***)	142,57 0,0054 (**)	25,01 0,3097 (ns)	148,89 0,0044 (**)
Chrysanthemum SL·0,5 m^{-2}	0,04 (ns)	0,04 (ns)	2,18	15,04 0,0027 (**)	3,79 0,0872 (ns)	2,04 0,2434 (ns)	1,29 (ns)
Polygonum SL·0,5 m^{-2}	17,51 (ns)	7,01 (ns)	57,80	1989,26 0,0000 (***)	608,26 0,0004 (***)	3,01 (ns)	5,20 (ns)
Anagallis SL·0,5 m^{-2}	273,38 (ns)	321,47 (ns)	324,91	2816,67 0,0003 (***)	951,70 0,0092 (**)	92,04 (ns)	764,14 0,0212 (*)
Spergularia SL·0,5 m^{-2}	40,04 0,2348 (ns)	76,14 0,0826 (ns)	26,49	260,04 0,0081 (**)	170,14 0,0109 (*)	5,04 (ns)	13,76 (ns)
Humidade vol. 10 cm SL (%)	23,31 0,0247 (*)	14,83 0,0413 (*)	3,88	15,60 0,1089 (ns)	0,25 (ns)	8,70 0,2276 (ns)	12,21 0,1354 (ns)
Infestantes TL·0,5 m^{-2}	1759,59 0,0286 (*)	1673,66 0,0147 (*)	310,77	150021,09 0,0000 (***)	735,59 0,2481 (ns)	1197,09 0,1334 (ns)	909,66 0,1812 (ns)
Monocotiledóneas TL·0,5 m^{-2}	22,04 (ns)	173,26 0,2432 (ns)	113,16	40344,00 0,0000 (***)	3126,47 0,0004 (***)	2420,04 0,0085 (**)	979,20 0,0557 (ns)
Dicotiledóneas TL·0,5 m^{-2}	1387,76 0,0200 (*)	1542,51 0,0049 (**)	213,17	34770,09 0,0000 (***)	5814,03 0,0000 (***)	213,01 (ns)	425,39 0,2668 (ns)
Lolium sp. TL·0,5 m^{-2}	41,34 (ns)	120,09 0,3158 (ns)	97,66	21390,51 0,0000 (***)	7158,76 0,0000 (***)	677,34 0,0904 (ns)	1521,66 0,0031 (**)
Phalaris sp. TL·0,5 m^{-2}	9,38 (ns)	12,47 (ns)	21,44	2109,38 0,0000 (***)	824,72 0,0007 (***)	477,04 0,0294 (*)	197,39 0,1337 (ns)
Chamaemelum TL·0,5 m^{-2}	0,51 (ns)	1,01 (ns)	3,21	304,59 0,0004 (***)	268,34 0,0000 (***)	15,84 (ns)	20,66 0,3716 (ns)
Coleostephus TL·0,5 m^{-2}	24,00 0,1808 (ns)	24,00 0,1728 (ns)	12,38	198,38 0,0031 (**)	60,88 0,0583 (ns)	96,00 0,0340 (*)	24,50 0,3017 (ns)
Chrysanthemum TL·0,5 m^{-2}	0,04 (ns)	0,01 (ns)	1,63	5,04 0,0157 (*)	3,26 0,0238 (*)	0,17 (ns)	0,07 (ns)
Calendula TL·0,5 m^{-2}	3,01 (ns)	4,20 (ns)	6,65	78,84 0,0019 (**)	73,53 0,0003 (***)	31,51 0,0407 (*)	28,20 0,0262 (*)
Polygonum TL·0,5 m^{-2}	1,26 (ns)	3,95 (ns)	37,43	1372,59 0,000 (***)	322,91 0,0011 (**)	1,26 (ns)	1,07 (ns)
Anagallis TL·0,5 m^{-2}	1268,76 0,0633 (ns)	874,14 0,0943 (ns)	323,77	3540,51 0,0000 (***)	2269,82 0,0000 (***)	46,76 (ns)	302,70 0,1397 (ns)
Spergularia TL·0,5 m^{-2}	2,67 (ns)	132,70 0,0744 (ns)	44,06	504,17 0,0017 (**)	133,07 0,0608 (ns)	28,17 (ns)	108,57 0,0987 (ns)

Anexo XII - Continuação.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO					Coeficiente de variação (%)
	C x D	A x C x D	B x C x D	A x B x C x D	Erro	
G.L.	1	2	1	2	36	
Phalaris sp. SL·0,5 m^{-2}	5,51 (ns)	6,26 (ns)	1,26 (ns)	7,20 (ns)	135,73	200,8
Juncus SL·0,5 m^{-2}	5445,09 0,0001 (***)	5445,09 0,0000 (***)	3396,26 0,0019 (**)	3396,26 0,0002 (***)	302,73	85,5
Chamaemelum SL·0,5 m^{-2}	368,17 0,0241 (*)	275,26 0,0240 (*)	0,17 (ns)	1,45 (ns)	66,39	262,5
Coleostephus SL·0,5 m^{-2}	15,04 (ns)	26,54 (ns)	22,04 (ns)	25,04 (ns)	27,53	359,8
Calendula SL·0,5 m^{-2}	33,84 0,2385 (ns)	73,72 0,0559 (ns)	68,34 0,0971 (ns)	18,41 (ns)	23,56	193,3
Chrysanthemum SL·0,5 m^{-2}	0,67 (ns)	0,29 (ns)	0,67 (ns)	1,29 (ns)	1,45	241,0
Polygonum SL·0,5 m^{-2}	404,26 0,0159 (*)	505,32 0,0013 (**)	17,51 (ns)	7,01 (ns)	63,16	165,5
Anagallis SL·0,5 m^{-2}	782,04 0,0431 (*)	437,51 0,0997 (ns)	228,17 0,2649 (ns)	272,32 0,2300 (ns)	177,85	90,3
Spergularia SL·0,5 m^{-2}	117,04 0,0682 (ns)	74,39 0,1204 (ns)	40,04 0,2788 (ns)	76,14 0,1149 (ns)	33,11	349,6
Humidade vol. 10 cm SL (%)	4,13 (ns)	4,32 (ns)	7,76 0,2538 (ns)	1,15 (ns)	5,77	12,2
Infestantes TL·0,5 m^{-2}	90,09 (ns)	419,47 (ns)	1254,26 0,1247 (ns)	1235,07 0,1021 (ns)	507,59	45,6
Monocotiledóneas TL·0,5 m^{-2}	1162,04 0,0618 (ns)	53,95 (ns)	54,00 (ns)	258,59 (ns)	312,68	75,9
Dicotiledóneas TL·0,5 m^{-2}	1899,26 0,0182 (*)	398,14 0,2896 (ns)	787,76 0,1198 (ns)	805,70 0,0884 (ns)	310,30	67,4
Lolium sp. TL·0,5 m^{-2}	1327,59 0,0199 (*)	55,97 (ns)	41,34 (ns)	127,91 (ns)	223,75	99,4
Phalaris sp. TL·0,5 m^{-2}	5,04 (ns)	29,39 (ns)	22,04 (ns)	33,64 (ns)	92,73	191,8
Chamaemelum TL·0,5 m^{-2}	78,84 0,0564 (ns)	51,84 0,0917 (ns)	0,01 (ns)	0,45 (ns)	20,30	224,1
Coleostephus TL·0,5 m^{-2}	9,38 (ns)	32,38 0,2086 (ns)	24,00 0,2779 (ns)	24,00 0,3089 (ns)	19,77	309,9
Chrysanthemum TL·0,5 m^{-2}	1,04 0,2569 (ns)	0,39 (ns)	0,67 (ns)	1,70 0,1296 (ns)	0,79	236,2
Calendula TL·0,5 m^{-2}	14,26 0,1618 (ns)	16,70 0,1061 (ns)	3,01 (ns)	4,20 (ns)	6,99	291,7
Polygonum TL·0,5 m^{-2}	6,51 (ns)	153,45 0,0280 (*)	1,76 (ns)	3,20 (ns)	38,81	162,1
Anagallis TL·0,5 m^{-2}	270,01 0,1816 (ns)	513,76 0,0398 (*)	731,51 0,0312 (*)	467,89 0,0519 (ns)	145,51	106,1
Spergularia TL·0,5 m^{-2}	308,17 0,0119 (*)	82,32 0,1682 (ns)	2,67 (ns)	132,70 0,0613 (ns)	43,93	289,2

Anexo XII - Continuação.

Em. inf. Pré-sementeira - Emergência de infestantes antes da sementeira do trigo.
Prep. da cama da semente - Preparação da cama da semente.
Herbicida - Herbicida de pós-emergência.
G.L. - Graus de liberdade.
PL - Primeira leitura realizada desde o estado de duas folhas expandidas até ao início do afilhamento do trigo.
SL - Segunda leitura realizada quando o trigo se encontrava no estado de emborrachamento.
TL - Terceira leitura realizada quando o trigo se encontrava no estado de espigamento.
Chamaemelum - *Chamaemelum* sp.
Coleostephus - *Coleostephus myconis* (L.) Rchb. f.
Chrysanthemum - *Chrysanthemum segetum* L.
Calendula - *Calendula arvensis* L.
Polygonum - *Polygonum aviculare* L.
Anagallis - *Anagallis arvensis* L.
Spergularia - *Spergularia purpurea* (Pers.) G.
Infestantes cJ - Total de infestantes incluindo a espécie *Juncus bufonius* L.
Infestantes sJ - Total de infestantes sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L.
Monocotiledóneas sJ - Total de infestantes Monocotiledóneas incluindo a espécie *Juncus bufonius* L.
Monocotiledóneas cJ - Total de infestantes Monocotiledóneas sem incluir a espécie *Juncus bufonius* L.
Juncus - *Juncus bufonius* L.
Humidade vol. - Humidade volúmica.

Anexo XIII - Datas de emergência, espigamento e maturação do trigo no ensaio de trigo mole com diferentes níveis de infestação.

PARÂMETROS		ANOS			
		1996/1997	1997/1998	1998/1999	1999/2000
Data de sementeira	sei	22-11-1996	27-01-1998	25-11-1998	12-11-1999
	cei	22-11-1996	27-01-1998	25-11-1998	12-11-1999
Humidade volúmica 10 cm (%)	sei	14,8	32,8	4,8	2,9
	cei	26,9	35,0	19,9	24,7
Data de emergência	sei	04-12-1996	13-02-1998	16-01-1999	10-12-1999
	cei	04-12-1996	18-02-1998	16-01-1999	02-12-1999
Número de dias até à emergência	sei	12	17	52	28
	cei	12	22	52	20
Data de espigamento	sei	01-04-1997	04-05-1998	19-04-1999	19-04-2000
	cei	01-04-1997	09-05-1998	19-04-1999	03-04-2000
Número de dias da emergência ao espigamento	sei	118	80	93	131
	cei	118	80	93	123
Data de maturação	sei	16-05-1997	20-06-1998	02-06-1999	09-06-2000
	cei	16-05-1997	20-06-1998	02-06-1999	02-06-2000
Número de dias da emergência à maturação	sei	163	127	132	182
	cei	163	122	132	183

sei - Solo sem emergência de infestantes antes da sementeira do trigo.
cei - Solo com emergência de infestantes antes da sementeira do trigo.

Anexo XIV - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa ao ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole realizado no local de Évora e de Beja em 1994/95.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO				
	Local (A)	Data de sementeira (B)	A x B	Erro	Genótipo (C)
Graus de Liberdade	1	3	3	18	14
Nº plantas emergidas·m^{-2}	36557,72 0,0918 (ns)	100291,64 0,0009 (***)	154769,85 0,0001 (***)	11526,64	10673,41 0,0000 (***)
Nº espigas potenciais·m^{-2}	23101,88 (ns)	3606001,16 0,0000 (***)	371864,83 0,0002 (***)	31709,66	228687,36 0,0000 (***)
Taxa de afilhamento	16,160 0,0250 (*)	51,420 0,0000 (***)	20,500 0,0018 (**)	2,705	6,600 0,0000 (***)
Nº espigas produtivas·m^{-2}	13409,10 0,2228 (ns)	374851,83 0,0000 (***)	8228,07 (ns)	8408,51	9483,52 0,0000 (***)
Taxa de Sobrevivência	0,061 (ns)	1,055 0,0003 (***)	0,551 0,0070 (**)	0,099	0,108 0,0000 (***)
Nº grãos·espiga^{-1}	5197,54 0,0045 (**)	7979,61 0,0000 (***)	2087,68 0,0198 (*)	493,21	567,62 0,0000 (***)
Nº grãos·m^{-2}	239275967,41 0,0000 (***)	909818096,17 0,0000 (***)	45783431,62 0,0002 (***)	3998826,36	14459252,61 0,0000 (***)
Peso do grão (mg)	595,19 0,0000 (***)	125,74 0,0000 (***)	24,29 0,0654 (ns)	8,47	269,98 0,0000 (***)
Produção de grão (kg·ha^{-1})	22263227,61 0,0000 (***)	47046571,52 0,0000 (***)	4134443,40 0,0000 (***)	245766,55	973123,54 0,0000 (***)
Matéria seca (kg·ha^{-1})	70480443,25 0,0010 (**)	1106435795,77 0,0000 (***)	52124263,91 0,0002 (***)	4581619,89	6909816,12 0,0002 (***)
Índice de colheita	1,111 0,0000 (***)	0,001 (ns)	0,014 0,2286 (ns)	0,009	0,017 0,0000 (***)
Altura das plantas (cm)	116,03 0,2122 (ns)	33546,81 0,0000 (***)	422,84 0,0048 (**)	69,34	1227,98 0,0000 (***)

Anexo XIV - Continuação.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO				Coeficiente de variação (%)
	A x C	B x C	A x B x C	Erro	
Graus de Liberdade	14	42	42	336	
Nº plantas emergidas·m^{-2}	2169,63 0,1961 (ns)	2657,98 0,0124 (*)	2563,72 0,0192 (*)	1650,15	22,7
Nº espigas potenciais·m^{-2}	5066,05 0,4493 (ns)	22316,19 0,0000 (***)	6086,51 0,1880 (ns)	5049,08	18,8
Taxa de afilhamento	0,990 0,0011 (**)	0,803 0,0001 (***)	0,457 0,1698 (ns)	0,374	48,7
Nº espigas produtivas·m^{-2}	1352,73 (ns)	4209,54 0,0000 (***)	851,16 (ns)	1558,49	20,8
Taxa de Sobrevivência	0,038 0,0001 (***)	0,028 0,0000 (***)	0,010 (ns)	0,012	19,4
Nº grãos·espiga^{-1}	235,38 0,1373 (ns)	187,70 0,2634 (ns)	157,87 (ns)	164,71	45,4
Nº grãos·m^{-2}	8649486,92 0,0000 (***)	4227940,30 0,0000 (***)	1683245,84 0,0000 (***)	623281,01	14,7
Peso do grão (mg)	13,15 0,0000 (***)	17,76 0,0000 (***)	4,00 0,0008 (***)	2,07	6,0
Produção de grão (kg·ha^{-1})	396511,86 0,0000 (***)	269738,61 0,0000 (***)	76116,01 0,0067 (**)	45124,44	16,6
Matéria seca (kg·ha^{-1})	3776606,19 0,0604 (ns)	3824643,17 0,0065 (**)	4292166,25 0,0011 (**)	2262253,83	24,0
Índice de colheita	0,008 0,0000 (***)	0,005 0,0000 (***)	0,002 0,0130 (*)	0,001	16,6
Altura das plantas (cm)	85,62 0,0000 (***)	46,89 0,0000 (***)	11,47 0,4561 (ns)	11,34	5,5

Anexo XV - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa ao ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole realizado na Revelheira em 1996/97, 1998/99 e 1999/00.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO				
	Ano (A)	Data de sementeira (B)	A x B	Erro	Genótipo (C)
Graus de Liberdade	2	1	2	9	14
Nº plantas emergidas·m^{-2}	1696966,53 0,0000 (***)	203680,47 0,0007 (***)	95669,42 0,0027 (**)	7849,42	10598,59 0,0001 (***)
Nº espigas potenciais·m^{-2}	2348879,91 0,0000 (***)	4354,18 (ns)	157564,09 0,0115 (*)	20645,40	170775,36 0,0000 (***)
Taxa de afilhamento	36,170 0,0000 (***)	26,706 0,0003 (***)	6,488 0,0100 (*)	0,809	3,240 0,0000 (***)
Nº espigas produtivas·m^{-2}	319430,14 0,0004 (***)	10133,61 (ns)	166409,64 0,0038 (**)	15090,59	56559,06 0,0000 (***)
Taxa de Sobrevivência	16,153 0,0000 (***)	0,164 0,1028 (ns)	0,230 0,0416 (*)	0,050	0,189 0,0000 (***)
Nº grãos·espiga^{-1}	777,97 0,0004 (***)	153,80 0,0728 (ns)	18,12 (ns)	37,27	97,49 0,0000 (***)
Nº grãos·m^{-2}	161972590,06 0,0000 (***)	343917,03 (ns)	113367052,23 0,0001 (***)	3212901,18	22863572,64 0,0000 (***)
Peso do grão (mg)	127,75 0,0074 (**)	691,31 0,0001 (***)	282,87 0,0005 (***)	14,40	285,47 0,0000 (***)
Produção de grão (kg·ha^{-1})	9560490,42 0,0007 (***)	4855395,06 0,0142 (*)	21206667,04 0,0000 (***)	527883,97	812414,34 0,0000 (***)
Matéria seca (kg·ha^{-1})	38050155,87 0,0024 (**)	15652512,10 0,0483 (*)	96413193,03 0,0001 (***)	3003300,78	4735917,24 0,0000 (***)
Índice de colheita	0,024 0,0264 (*)	0,016 0,0891 (ns)	0,056 0,0023 (**)	0,004	0,004 0,0090 (**)
Altura das plantas (cm)	1771,20 0,0000 (***)	2506,94 0,0000 (***)	198,77 0,0052 (**)	19,93	298,37 0,0000 (***)

Anexo XV - Continuação.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO				Coeficiente de variação (%)
	A x C	B x C	A x B x C	Erro	
Graus de Liberdade	28	14	28	252	
Nº plantas emergidas·m^{-2}	13836,36 0,0000 (***)	2887,68 (ns)	3973,86 0,2380 (ns)	3332,68	22,3
Nº espigas potenciais·m^{-2}	44326,85 0,0000 (***)	13531,39 0,0001 (***)	8393,46 0,0021 (**)	4103,25	15,9
Taxa de afilhamento	1,444 0,0000 (***)	0,392 0,0088 (**)	0,227 0,1741 (ns)	0,179	52,5
Nº espigas produtivas·m^{-2}	12008,00 0,0000 (***)	3454,31 0,2287 (ns)	3582,04 0,1411 (ns)	2727,63	15,2
Taxa de Sobrevivência	0,055 0,0000 (***)	0,021 0,2635 (ns)	0,020 0,2859 (ns)	0,018	14,0
Nº grãos·espiga^{-1}	86,92 0,0000 (***)	14,20 (ns)	17,50 (ns)	22,47	19,3
Nº grãos·m^{-2}	5587354,12 0,0000 (***)	1441108,36 0,0864 (ns)	1172394,43 0,1630 (ns)	914905,05	11,8
Peso do grão (mg)	12,85 0,0000 (***)	7,28 0,0007 (***)	4,78 0,0080 (**)	2,60	5,3
Produção de grão (kg·ha^{-1})	494542,43 0,0000 (***)	190225,02 0,0537 (ns)	132610,98 0,2375 (ns)	111168,24	13,5
Matéria seca (kg·ha^{-1})	3323962,72 0,0000 (***)	1764746,12 0,0400 (*)	1724582,14 0,0135 (*)	984442,85	14,3
Índice de colheita	0,003 0,0288 (*)	0,001 (ns)	0,002 0,1078 (ns)	0,002	11,4
Altura das plantas (cm)	85,14 0,0000 (***)	21,08 0,0305 (*)	26,69 0,0002 (***)	11,30	4,9

Anexo XVI - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa ao ensaio de datas de sementeira de quinze genótipos de trigo mole realizado na Revelheira em 1998/99 e 99/00.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO				
	Ano (A)	Data de sementeira (B)	A x B	Erro	Genótipo (C)
Graus de Liberdade	1	2	2	12	14
Nº plantas emergidas·m^{-2}	53265,67 0,0260 (*)	201127,43 0,0001 (***)	8960,08 0,3690 (ns)	8261,89	18525,89 0,0000 (***)
Nº espigas potenciais·m^{-2}	50813,14 0,1231 (ns)	23704,24 0,3126 (ns)	680063,62 0,0000 (***)	18475,73	70187,42 0,0000 (***)
Taxa de afilhamento	18,599 0,0002 (***)	23,628 0,0000 (***)	14,182 0,0001 (***)	0,652	3,729 0,0000 (***)
Nº espigas produtivas·m^{-2}	756066,68 0,0000 (***)	76428,97 0,0521 (ns)	115098,54 0,0177 (*)	20019,52	60755,90 0,0000 (***)
Taxa de Sobrevivência	14,531 0,0000 (***)	0,975 0,0002 (***)	4,343 0,0000 (***)	0,054	0,124 0,0000 (***)
Nº grãos·espiga^{-1}	400,48 0,0349 (*)	349,95 0,0272 (*)	384,28 0,0210 (*)	70,82	152,92 0,0000 (***)
Nº grãos·m^{-2}	745977690,00 0,0000 (***)	110201937,80 0,0000 (***)	88900123,23 0,0001 (***)	3980692,61	23940508,75 0,0000 (***)
Peso do grão (mg)	1489,95 0,0000 (***)	288,25 0,0000 (***)	677,17 0,0000 (***)	8,10	260,92 0,0000 (***)
Produção de grão (kg·ha^{-1})	28116750,69 0,0000 (***)	20448820,39 0,0000 (***)	12923379,01 0,0000 (***)	500948,21	976850,23 0,0000 (***)
Matéria seca (kg·ha^{-1})	273712080,63 0,0000 (***)	133836982,35 0,0000 (***)	116379799,08 0,0000 (***)	3601713,43	4713734,54 0,0000 (***)
Índice de colheita	0,027 0,0061 (**)	0,005 0,1805 (ns)	0,154 0,0000 (***)	0,002	0,004 0,0007 (***)
Altura das plantas (cm)	473,80 0,0008 (***)	2106,17 0,0000 (***)	942,52 0,0000 (***)	24,11	267,44 0,0000 (***)

Anexo XVI - Continuação.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO				Coeficiente de variação (%)
	A x C	B x C	A x B x C	Erro	
Graus de Liberdade	14	28	28	252	
Nº plantas emergidas·m^{-2}	33972,17 0,0000 (***)	2952,29 (ns)	3000,57 (ns)	3870,97	31,8
Nº espigas potenciais·m^{-2}	25397,93 0,0000 (***)	4401,71 0,0945 (ns)	4992,03 0,0353 (*)	3149,94	17,3
Taxa de afilhamento	2,595 0,0000 (***)	0,392 0,0166 (*)	0,196 (ns)	0,228	52,9
Nº espigas produtivas·m^{-2}	22960,16 0,0000 (***)	5225,87 0,0097 (**)	4005,31 0,1007 (ns)	2892,99	17,1
Taxa de Sobrevivência	0,058 0,0000 (***)	0,033 0,0035 (**)	0,020 0,2804 (ns)	0,017	12,9
Nº grãos·espiga^{-1}	121,31 0,0000 (***)	28,13 0,3737 (ns)	34,17 0,1490 (ns)	26,25	20,4
Nº grãos·m^{-2}	7457553,39 0,0000 (***)	1259493,51 0,1289 (ns)	1801885,92 0,0052 (**)	945000,74	12,8
Peso do grão (mg)	13,63 0,0000 (***)	4,41 0,0001 (***)	6,78 0,0000 (***)	1,72	4,3
Produção de grão (kg·ha^{-1})	676215,77 0,0000 (***)	176614,37 0,0204 (*)	186652,93 0,0115 (*)	105023,60	14,3
Matéria seca (kg·ha^{-1})	4345641,98 0,0000 (***)	2049014,09 0,0002 (***)	1816459,58 0,0011 (**)	847782,07	14,5
Índice de colheita	0,004 0,0015 (**)	0,001 (ns)	0,002 0,0653 (ns)	0,001	10,3
Altura das plantas (cm)	68,08 0,0000 (***)	14,98 0,0634 (ns)	42,92 0,0000 (***)	10,15	5,0

Anexo XVII - Valores dos quadrados médios, probabilidades e erros da análise de variância relativa ao ensaio de datas de sementeira e de controlo de infestantes em duas variedades de trigo mole.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO					
	Ano (A)	Data de sementeira (B)	A x B	Erro	Variedade (C)	A x C
G.L.	2	1	2	9	1	2
Plantas emergidas·m^{-2}	370044,03 0,0000 (***)	80388,38 0,0189 (*)	14692,53 0,2757 (ns)	9850,12	1204,17 (ns)	13933,32 0,0106(*)
Espigas potenciais·m^{-2}	731898,97 0,0000 (***)	21660,04 0,2563 (ns)	65641,89 0,0452 (*)	14739,69	157626,04 0,0001 (***)	133771,14 0,0000 (***)
Taxa de afilhamento	2,187 0,0037 (**)	3,161 0,0031 (**)	0,996 0,0337 (*)	0,197	3,686 0,0000 (***)	0,024 (ns)
Espigas produtivas·m^{-2}	68367,70 0,0124 (*)	49731,51 0,0452 (*)	32343,89 0,0745 (ns)	9204,73	2156,51 (ns)	18676,95 0,0104 (*)
Taxa de sobrevivência	1,553 0,0000 (***)	0,228 0,0192 (*)	0,194 0,0152 (*)	0,028	0,408 0,0002 (***)	0,175 0,0014 (**)
Número de grãos·espiga^{-1}	96,74 0,2588 (ns)	0,33 (ns)	86,09 0,2949 (ns)	61,37	252,20 0,0005 (***)	13,33 (ns)
Número de grãos·m^{-2}	10354483,35 0,0380 (*)	15074141,74 0,0266 (*)	39809804,59 0,0006 (***)	2152944,93	18229339,56 0,0006 (***)	12538238,49 0,0005 (***)
Peso do grão (mg)	24,09 0,1439 (ns)	108,14 0,0092 (**)	130,42 0,0021 (**)	9,92	1392,25 0,0000 (***)	14,94 0,0421 (*)
Produção de grão (kg·ha^{-1})	829949,89 0,1528 (ns)	288456,29 (ns)	7293057,18 0,0004 (***)	356022,91	1787139,97 0,0007 (***)	679429,32 0,0084 (**)
Matéria seca trigo (kg·ha^{-1})	4875343,48 0,1679 (ns)	17362787,94 0,0210 (*)	38784695,52 0,0008 (***)	2226274,82	18501042,59 0,0002 (***)	6728978,56 0,0036 (**)
Índice de colheita	0,005 0,2669 (ns)	0,007 0,2021 (ns)	0,013 0,0715 (ns)	0,004	0,002 0,2020 (ns)	0,002 0,2486 (ns)
Altura das plantas (cm)	450,13 0,0001 (***)	640,67 0,0001 (***)	119,54 0,0085 (**)	14,08	1650,04 0,0000 (***)	494,29 0,0000 (***)
Matéria seca infestantes (g·m^{-2})	143198,93 0,0000 (***)	17199,46 0,0239 (*)	2689,76 0,3587 (ns)	2335,82	3480,64 0,1441 (ns)	3297,90 0,1386 (ns)
Infestantes PL·m^{-2}	6634797,64 0,0007 (***)	400804,26 0,3248 (ns)	1178422,95 0,0897 (ns)	369460,30	18620,51 0,0689 (ns)	1808,76 (ns)
Monocotiledóneas PL·m^{-2}	207200,54 0,0000 (***)	66939,84 0,0001 (***)	49670,38 0,0001 (***)	1475,89	1828,76 0,2812 (ns)	290,79 (ns)
Dicotiledóneas PL·m^{-2}	9048911,16 0,0002 (***)	795340,04 0,1783 (ns)	751868,01 0,1891 (ns)	373105,10	8778,38 0,2221 (ns)	2952,22 (ns)
Infestantes SL·m^{-2}	65626,82 0,0002 (***)	66939,84 0,0006 (***)	48104,09 0,0005 (***)	2477,82	1989,26 0,2385 (ns)	1606,14 0,3241 (ns)
Monocotiledóneas SL·m^{-2}	19932,13 0,0000 (***)	6112,04 0,0009 (***)	1552,04 0,0225 (*)	260,51	1365,04 0,0423 (*)	877,79 0,0711 (ns)
Dicotiledóneas 2ªL·m^{-2}	61906,79 0,0001 (***)	32634,38 0,0022 (**)	35514,50 0,0005 (***)	1817,46	6666,67 0,0278 (*)	981,79
Humidade volúmica 10 cm (%) SL	403,28 0,0000 (***)	1700,17 0,0000 (***)	519,09 0,0000 (***)	9,89	0,63 (ns)	3,69 0,1561 (ns)

Anexo XVII - Continuação.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO						
	BxC	AxBxC	Erro	Herbicida (D)	AxD	BxD	AxBxD
G.L.	1	2	18	1	2	1	2
Plantas emergidas·m^{-2}	77,04 (ns)	570,20 (ns)	2355,88				
Espigas potenciais·m^{-2}	1320,17 (ns)	964,14 (ns)	5643,07	54245,04 0,0001 (***)	5528,32 0,1492 (ns)	2948,17 0,3078 (ns)	1677,70 (ns)
Taxa de afilhamento	0,400 0,0191 (*)	0,022 (ns)	0,060	5,483 0,0000 (***)	0,792 0,0001 (***)	0,723 0,0024 (**)	0,202 0,0635 (ns)
Espigas produtivas·m^{-2}	213,01 (ns)	10231,01 0,0622 (ns)	3143,91	51291,26 0,0004 (***)	23352,39 0,0028 (**)	10106,51 0,0911 (ns)	3930,70 0,3211 (ns)
Taxa de sobrevivência	0,000	0,059 0,0622 (ns)	0,018	0,078 0,0154 (*)	0,394 0,0000 (***)	0,041 0,0715 (ns)	0,050 0,0232 (*)
Número de grãos·espiga^{-1}	1,71 (ns)	4,07 (ns)	14,25	105,00 0,0140 (*)	39,25 0,0967 (ns)	66,67 0,0468 (*)	62,78 0,0272 (*)
Número de grãos·m^{-2}	386613,14 (ns)	1389424,38 0,2899 (ns)	1046716,05	73977824,24 0,0000 (***)	23405915,31 0,0000 (***)	18270846,56 0,0001 (***)	8751232,81 0,0004 (***)
Peso do grão (mg)	14,56 0,0704 (ns)	12,61 0,0645 (ns)	3,94	5,29 0,0623 (ns)	4,18 0,0666 (ns)	6,82 0,0355 (*)	1,15 (ns)
Produção de grão (kg·ha^{-1})	8518,34 (ns)	450314,23 0,0321 (*)	107576,77	7679547,116 0,0000 (***)	1961046,86 0,0000 (***)	1313465,44 0,0014 (**)	1013637,61 0,0006 (***)
Matéria seca trigo (kg·ha^{-1})	196294,53 (ns)	78172,37 (ns)	862054,17	25033493,17 0,0001 (***)	10903285,81 0,0011 (**)	7587339,60 0,0214 (*)	6737851,68 0,0109 (*)
Índice de colheita	0,000 (ns)	0,007 0,0145 (*)	0,001	0,029 0,0003 (***)	0,002 0,2629 (ns)	0,002 0,3092 (ns)	0,002 (ns)
Altura das plantas (cm)	13,50 0,2856 (ns)	27,13 0,1160 (ns)	11,15	28,17 0,0000 (***)	0,79 (ns)	2,04 0,1797 (ns)	0,79 (ns)
Matéria seca infestantes (g·m^{-2})	267,97 (ns)	1102,04 (ns)	1492,12	425492,81 0,0000 (***)	87177,23 0,0000 (***)	20133,59 0,0002 (***)	4348,79 0,0358 (*)
Infestantes PL·m^{-2}	74872,51 0,0011 (**)	104790,07 0,0000 (***)	4974,42				
Monocotiledóneas PL·m^{-2}	1881,51 0,2746 (ns)	2817,54 0,1782 (ns)	1481,80				
Dicotiledóneas PL·m^{-2}	100492,04 0,0005 (***	83061,45 0,0001 (***)	5487,43				
Infestantes SL·m^{-2}	0,26 (ns)	1222,19 (ns)	1338,00	786445,01 0,0000 (***)	6511,14 0,0420 (*)	67787,51 0,0000 (***)	37442,45 0,0000 (***)
Monocotiledóneas SL·m^{-2}	912,67 0,0908 (ns)	802,04 0,0869 (ns)	285,73	126585,38 0,0000 (***)	17912,38 0,0000 (***)	5046,00 0,0005 (***)	1755,38 0,0109 (*)
Dicotiledóneas SL·m^{-2}	876,04 (ns)	74,67 (ns)	1163,47	282100,17 0,0000 (***)	18732,29 0,0000 (***)	35805,38 0,0000 (***)	32108,38 0,0000 (***)
Humidade volúmica 10 cm (%) SL	0,02 (ns)	4,77 0,0968 (ns)	1,79	57,97 0,0000 (***)	9,53 0,0205 (*)	0,28 (ns)	3,93 0,1819 (ns)

Anexo XVII - Continuação.

	ORIGEM DA VARIAÇÃO					Coeficiente de variação (%)
	C x D	A x C x D	B x C x D	A x B x C x D	Erro	
G.L.	1	2	1	2	36	
Plantas emergidas·m^{-2}						19,3
Espigas potenciais·m^{-2}	27880,17 0,0030 (**)	11845,57 0,0212 (*)	4455,38 0,2116 (ns)	4711,03 0,1952 (ns)	2755,083	12,9
Taxa de afilhamento	1,358 0,0001 (***)	0,148 0,1271 (ns)	0,368 0,0255 (*)	0,016 (ns)	0,068	47,0
Espigas produtivas·m^{-2}	13896,09 0,0492 (*)	3156,84 (ns)	1113,84 (ns)	3309,78 (ns)	3352,29	17,0
Taxa de sobrevivência	0,000 (ns)	0,002 (ns)	0,096 0,0075 (**)	0,077 0,0041 (*)	0,012	12,0
Número de grãos·espiga^{-1}	7,04 (ns)	18,84 0,3136 (ns)	7,26 (ns)	49,24 0,0558 (ns)	15,73	19,5
Número de grãos·m^{-2}	4507618,87 0,0307 (*)	100276,94 (ns)	860709,19 (ns)	1656787,14 0,1705 (ns)	891376,00	13,9
Peso do grão (mg)	3,90 0,1072 (ns)	1,73 0,3089 (ns)	0,26 (ns)	0,60 (ns)	1,43	3,9
Produção de grão (kg·ha^{-1})	20425,41 (ns)	40117,28 (ns)	1151,63 (ns)	38892,95 (ns)	108935,54	15,8
Matéria seca trigo (kg·ha^{-1})	37937,43 (ns)	62909,50 (ns)	120416,72 (ns)	2677197,36 0,1446 (ns)	1311184,90	18,1
Índice de colheita	0,000 (ns)	0,003 0,1869 (ns)	0,000 (ns)	0,004 0,1319 (ns)	0,002	13,0
Altura das plantas (cm)	0,67 (ns)	0,29 (ns)	0,04 (ns)	0,54 (ns)	1,09	1,6
Matéria seca infestantes (g·m^{-2})	4233,80 0,0672 (ns)	2862,01 0,1044 (ns)	223,35 (ns)	912,07 (ns)	1188,96	41,4
Infestantes PL·m^{-2}						29,0
Monocotiledóneas PL·m^{-2}						48,4
Dicotiledóneas PL·m^{-2}						34,1
Infestantes SL·m^{-2}	326,34 (ns)	429,03 (ns)	98,01 (ns)	416,89 (ns)	1878,71	36,9
Monocotiledóneas SL·m^{-2}	1320,17 0,0570 (ns)	699,54 0,1436 (ns)	828,38 0,1280 (ns)	515,38 0,2346 (ns)	341,35	43,6
Dicotiledóneas SL·m^{-2}	2948,17 0,1391 (ns)	774,04 (ns)	360,38 (ns)	7,88 (ns)	1288,22	47,8
Humidade volúmica 10 cm (%) SL	4,59 0,1567 (ns)	0,11 (ns)	2,67 0,2778 (ns)	1,86 (ns)	2,20	9,2

G.L. - Graus de liberdade.

PL - Primeira leitura realizada desde o estado de duas folhas expandidas até ao início do afilhamento do trigo.

SL - Segunda leitura realizada ao estado de espigamento do trigo.