

---

**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

**CURSO DE MESTRADO EM MELHORAMENTO DE PLANTAS**

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE TRIGO MOLE (*Triticum aestivum* L.)  
EM DOIS SISTEMAS DE MOBILIZAÇÃO DO SOLO**

**Manuel Joaquim Marques Patanita**

**ÉVORA**

**1997**

---

**Dissertação apresentada para  
obtenção do grau de Mestre em  
Melhoramento de Plantas**

**À Bisa  
e aos nossos filhos  
Mariana e Francisco**

---

## AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE TRIGO MOLE (*Triticum aestivum* L.) EM DOIS SISTEMAS DE MOBILIZAÇÃO DO SOLO

Por Manuel Joaquim Marques Patanita

(sob orientação do Prof. cat. conv. da UE Manuel J. T. A. Barradas)

### RESUMO

As novas medidas decorrentes da Reforma da PAC conduzem à alteração dos itinerários técnicos da cultura do trigo no Alentejo, com o objectivo de reduzir os custos de produção. Dada a importância que a mobilização do solo tem no total dos custos da cultura, as tecnologias de mobilização reduzida, particularmente a sementeira directa, surge como uma alternativa com grandes potencialidades. A utilização desta técnica tem dupla vantagem, pois além de poder aumentar a competitividade dos sistemas agrícolas de sequeiro conduz, pela conservação do solo, à necessária sustentabilidade da agricultura.

A alteração dos sistemas tradicionais de mobilização do solo para técnicas de sementeira directa requiere o estudo do ajustamento de genótipos adequados a esta prática.

Este trabalho avalia o comportamento de 15 genótipos de trigo mole (*Triticum aestivum* L.) em dois sistemas de mobilização do solo: mobilização tradicional (MT) e sementeira directa (SD).

Os resultados obtidos indicam não existir interacção sistema de mobilização×genótipo, ou seja, os genótipos revelam comportamento semelhante nos dois sistemas de mobilização. No entanto, para a maioria dos genótipos, a produção de grão é ligeiramente mais elevada no sistema de sementeira directa, fruto do maior número de espigas m<sup>-2</sup>, do maior número de grãos m<sup>-2</sup>, da maior produção de biomassa no período vegetativo e à ântese.

O estudo do sistema radical de quatro genótipos à ântese, revela uma concordância com o comportamento da parte aérea, inclusivamente com a produção de grão, e uma interacção sistema de mobilização×genótipo×profundidade para o comprimento e densidade radical.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*, melhoramento genético, variabilidade genética, mobilização tradicional, sementeira directa, interacção mobilização×genótipo, componentes da produção.

---



**THE EVALUATION OF BREAD WHEAT (*Triticum aestivum* L.)  
GENOTYPES IN TWO SYSTEMS OF SOIL TILLAGE**

By Manuel Joaquim Marques Patanita  
(advisor Prof. Manuel J. T. A. Barradas)

**ABSTRACT**

The new measures introduced in the course of the PAC reform, lead to the changing of the technical ways of wheat crop in Alentejo, aiming to reduce the production costs.

Since soil tillage has a great importance in the total amount of crop costs, the technologies of reduced tillage, mainly the direct drilling, seem to be a good alternative. The utilisation of this technique has a double advantage - it is able to increase the competitiveness of the agricultural systems of dryland and it also leads to a more sustainable farming, through soil preservation.

Changes of the traditional systems of soil tillage to techniques of direct drilling require the study of the suitability of genotypes to this practice.

This study aims to evaluate the behaviour of 15 genotypes of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in two of soil tillage systems - conventional tillage (CT) and direct drilling (DD).

The results obtained show there is no genotype interaction, which means that genotypes have a similar behaviour in the two tillage systems. Meanwhile, for almost all of genotypes the grain yield is higher in the direct drilling system, as a result of a greater number of spikes  $m^{-2}$ , greater number of grains  $m^{-2}$ , as well as greater production of biomass during the vegetative period and up to anthesis.

The study of the root system of four genotypes at anthesis shows good relation with the behaviour of the upper part, namely with grain production, and an interaction of the tillage system $\times$ genotype $\times$ depth with the root length and density.

**Key-words:** *Triticum aestivum*, genetic improvement, genetic variability, conventional tillage, direct drilling, tillage $\times$ genotype interaction, yield components.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE QUADROS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
I - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	1
II - SITUAÇÃO DO PROBLEMA	6
1 - DESCRIÇÃO DE UM AMBIENTE TÍPICO MEDITERRÂNIC	6
1.1 - Clima	6
1.1.1 - Temperatura	6
1.1.2 - Precipitação	7
1.1.3 - Insolação	11
1.1.4 - Geadas	12
1.2 - Solos	12
1.2.1 - Principais limitações à produção agrícola	12
1.2.2 - A utilização do solo	14
2 - FISILOGIA E ECOLOGIA DO TRIGO	16
2.1 - Ciclo biológico	16
2.2 - Hábitos de crescimento	17
2.3 - Determinação do rendimento	19
3 - FASES CRÍTICAS E ESTRANGULAMENTOS NO DESENVOLVIMENTO DO TRIGO	26
3.1 - Fases críticas	26
3.1.1 - Afilamento	26
3.1.2 - Estádio de aresta dupla e iniciação das flores	28

---

	Página
3.1.3 - Espigamento	28
3.1.4 - Ântese	30
3.1.5 - Enchimento do grão	31
3.2 - Estrangulamentos	35
3.2.1 - Irregularidade do início da estação das chuvas	35
3.2.2 - Irregularidade da precipitação de Outono-Inverno	35
3.2.3 - Irregularidade da precipitação de Primavera	36
3.2.4 - Elevadas temperaturas no final da Primavera e no Verão	36
3.2.5 - Geadas tardias	37
4 - MOBILIZAÇÃO DO SOLO	38
4.1 - Generalidades	38
4.2 - Racionalização do trabalho do solo	40
4.3 - Sementeira directa	42
4.4 - Sementeira directa <i>versus</i> mobilização tradicional	44
4.4.1 - Efeito sobre o solo	44
4.4.1.1 - Características físicas	44
4.4.1.2 - Características químicas	48
4.4.1.3 - Características biológicas	50
4.4.2 - Efeito sobre a cultura	52
4.4.2.1 - Produção de grão e componentes da produção	52
4.4.2.2 - Evolução da população	55
4.4.2.3 - Produção de biomassa	57
4.4.2.4 - Desenvolvimento do sistema radical	58
4.4.2.5 - Regime e perfil hídrico e consumo de água	61
5 - SELECÇÃO DOS GENÓTIPOS ADEQUADOS AOS SISTEMAS PROPOSTOS	63
5.1 - O papel do melhoramento de plantas	63
5.2 - Características morfofisiológicas com interesse na selecção	64
5.2.1 - Melhoramento do trigo nos ambientes mediterrânicos	64
5.2.2 - Ideótipo de planta para sistemas de sementeira directa	67

---

---

	Página
III - MATERIAL E MÉTODOS	75
1 - DESCRIÇÃO DO CLIMA	75
2 - DESCRIÇÃO DO ENSAIO	77
2.1 - Tratamentos e delineamento experimental	77
2.2 - Características medidas e métodos utilizados	79
2.3 - Descrição do local	82
2.4 - Técnicas culturais	83
IV - ANÁLISE DOS RESULTADOS	85
1 - PRODUÇÃO DE GRÃO E COMPONENTES DA PRODUÇÃO	86
2 - EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO	89
2.1 - População emergida, potencial e produtiva	89
2.2 - Número de filhos planta <sup>-1</sup> e taxa de sobrevivência	92
3 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA	95
4 - ÁREA FOLIAR E ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR	99
4.1 - Área foliar à espiguetta terminal e à ântese	99
4.2 - Índice de área foliar à espiguetta terminal e à ântese	104
5 - ÍNDICE DE COLHEITA E CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DO GRÃO	108
6 - ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO E PERÍODOS TÍPICOS	112
7 - CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS SIMPLES	115
8 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA RADICAL	118
8.1 - Comprimento e densidade radical	119
8.2 - Peso seco e razão peso seco/comprimento das raízes	124
8.3 - Relação entre características do sistema radical e da parte aérea	131
8.3.1 - Comprimento radical e características agronômicas	131
8.3.2 - Razão raiz/caule	132
V - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	134
1 - PRODUÇÃO DE GRÃO E COMPONENTES DA PRODUÇÃO	135
2 - EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO	138

---

---

	Página
3 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA	140
4 - ÁREA FOLIAR E ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR	142
4.1 - Área foliar	142
4.2 - Índice de área foliar	144
5 - ÍNDICE DE COLHEITA	147
6 - CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DO GRÃO	148
6.1 - Massa do hectolitro	148
6.2 - Teor de proteína	150
7 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA RADICAL	151
VI - CONCLUSÕES FINAIS	157
VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	160
AGRADECIMENTOS	175
ANEXOS	177

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro	Descrição	Página
 CAPÍTULO II		
Quadro 1.1	- Distribuição das diversas Ordens e Sub-ordens de solos (ha) pelos concelhos da Região Agrária de Beja (Leitão, 1973).	13
Quadro 1.2	- Aptidão de utilização do solo no Alentejo. (Direcção Regional do Alentejo, 1984).	14
Quadro 4.1	- Tempos de trabalho das operações preliminares da sementeira em várias situações (Adaptado de Carvalho, 1993).	43
Quadro 5.1	- Características relacionadas com aumentos de produção de cereais em sequeiro nos ambientes mediterrânicos (Adaptado de Ceccarelli <i>et al.</i> , 1991)	66
 CAPÍTULO III		
Quadro 1.1	- Genealogia, origem e principais características dos 16 genótipos avaliados no sistema de mobilização tradicional e no sistema de sementeira directa. Beja, 1995/96.	78
 CAPÍTULO IV		
Quadro 1.1	- ANOVA da produção de grão ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e peso de 1000 grãos (g), ambos corrigidos para 12% de humidade e número de grãos $\text{m}^{-2}$ .	86
Quadro 1.2	- Teste de Duncan para os genótipos relativo à produção de grão ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e ao peso de 1000 grãos (g), ambos corrigidos para 12% de humidade e, ao número de grãos $\text{m}^{-2}$ .	87
Quadro 2.1	- ANOVA da população emergida ( $\text{plantas m}^{-2}$ ), população potencial ( $\text{colmos m}^{-2}$ ) e população produtiva ( $\text{espigas m}^{-2}$ ).	90
Quadro 2.2	- Teste de Duncan para os genótipos relativo à população emergida ( $\text{plantas m}^{-2}$ ), à população potencial ( $\text{colmos m}^{-2}$ ) e à população produtiva ( $\text{espigas m}^{-2}$ ).	90
Quadro 2.3	- Teste de Duncan para os sistemas de mobilização relativo à população emergida ( $\text{plantas m}^{-2}$ ) e à população potencial ( $\text{colmos m}^{-2}$ ).	92
Quadro 2.4	- ANOVA do número de filhos planta <sup>-1</sup> e da taxa de sobrevivência (%).	93

---

Quadro	Descrição	Página
Quadro 2.5	- Teste de Duncan para os genótipos relativo ao número de filhos por planta e à taxa de sobrevivência (%).	94
Quadro 3.1	- ANOVA da produção de biomassa (kg MS ha <sup>-1</sup> ) à espiguetta terminal, à ântese e à colheita.	95
Quadro 3.2	- Teste de Duncan para os genótipos relativo à produção de biomassa (kg MS ha <sup>-1</sup> ) à espiguetta terminal, à ântese e à colheita.	96
Quadro 4.1	- ANOVA da área foliar (cm <sup>2</sup> ) à espiguetta terminal e à ântese (total e da folha bandeira).	100
Quadro 4.2	- Teste de Duncan para os genótipos relativo à área foliar (cm <sup>2</sup> ) à espiguetta terminal e à ântese (total e da folha bandeira).	101
Quadro 4.3	- Teste de Duncan para a interação sistema de mobilização×genótipo relativo à área foliar total à espiguetta terminal (cm <sup>2</sup> ).	102
Quadro 4.4	- Teste de Duncan para a interação sistema de mobilização×genótipo relativo à área foliar total à ântese (cm <sup>2</sup> ).	103
Quadro 4.5	- ANOVA do índice de área foliar à espiguetta terminal e à ântese.	104
Quadro 4.6	- Teste de Duncan para os genótipos relativo ao índice de área foliar à espiguetta terminal e à ântese.	105
Quadro 4.7	- Teste de Duncan para a interação sistema de mobilização×genótipo relativo ao índice de área foliar à espiguetta terminal.	106
Quadro 5.1	- ANOVA do índice de colheita (%), massa do hectolitro (kg hl <sup>-1</sup> ) e teor de proteína do grão (%).	108
Quadro 5.2	- Teste de Duncan para os genótipos relativo ao índice de colheita (%), à massa do hectolitro (kg hl <sup>-1</sup> ), e ao teor de proteína do grão (%).	109
Quadro 6.1	- Escala de desenvolvimento do meristema apical (EDAPICAL) de Kirby & Appleyard (1987) (Aguiar, 1992).	114
Quadro 7.1	- Coeficientes de correlação (r) entre área foliar à espiguetta terminal e a produção de grão e componentes da produção de grão, por sistema de mobilização do solo.	117
Quadro 7.2	- Coeficientes de correlação (r) entre a área foliar à ântese e a produção de grão e componentes da produção de grão, por sistema de mobilização do solo.	117
Quadro 7.3	- Coeficientes de correlação (r) entre o índice de área foliar à espiguetta terminal e a produção de grão e componentes da produção de grão, por sistema de mobilização do solo.	118
Quadro 8.1	- ANOVA do comprimento (m) e da densidade radical (cm cm <sup>-3</sup> ).	120
Quadro 8.2	- Teste de Duncan para os genótipos relativo ao comprimento (m) e densidade radical (cm cm <sup>-3</sup> ).	120

---

Quadro	Descrição	Página
Quadro 8.3	- Teste de Duncan para as profundidades relativo ao comprimento (m) e densidade radical ( $\text{cm cm}^{-3}$ ).	121
Quadro 8.4	- Teste de Duncan para a interacção genótipo×profundidade, relativo ao comprimento (m) e densidade radical ( $\text{cm cm}^{-3}$ ).	122
Quadro 8.5	- Teste de Duncan para a interacção mobilização×genótipo×profundidade, relativo ao comprimento (m) e densidade radical ( $\text{cm cm}^{-3}$ ).	123
Quadro 8.6	- ANOVA do peso seco (g) e da razão peso seco/comprimento radical ( $\text{g m}^{-1}$ )	125
Quadro 8.7	- Teste de Duncan para os genótipos relativo ao peso seco (g) e à razão peso seco/comprimento radical ( $\text{g m}^{-1}$ ).	125
Quadro 8.8	- Teste de Duncan para a interacção mobilização×genótipo relativa ao peso seco (g).	126
Quadro 8.9	- Teste de Duncan para as profundidades relativo ao peso seco (g) e à razão peso seco/comprimento radical ( $\text{g m}^{-1}$ ).	127
Quadro 8.10	- Teste de Duncan para a interacção mobilização×profundidade relativa à razão peso seco/comprimento ( $\text{g m}^{-1}$ ).	127
Quadro 8.11	- Teste de Duncan para a interacção genótipo×profundidade relativo ao peso seco (g) e à razão peso seco/comprimento radical ( $\text{g m}^{-1}$ ).	128
Quadro 8.12	- Coeficiente de correlação (n=16) entre o comprimento radical e a produção de grão, componentes da produção, índice de colheita e biomassa à espiguetta terminal e à ântese, referente aos genótipos 'Goelent', 'Tâmega', 'Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18', observados nos Blocos I e II.	131
Quadro 8.13	- Coeficiente de correlação (n=8) entre o comprimento radical e a produção de grão, componentes da produção, índice de colheita e biomassa à espiguetta terminal e à ântese, por sistema de mobilização, referente aos genótipos 'Goelent', 'Tâmega', 'Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18', observados nos Blocos I e II.	132
Quadro 8.14	- Coeficiente de correlação (n=16) entre o comprimento radical e outras características agronómicas, referente aos genótipos 'Goelent', 'Tâmega', 'Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18', observados nos Blocos I e II.	132
Quadro 8.15	- Coeficiente de correlação (n=8) entre o comprimento radical e outras características agronómicas, por sistema de mobilização, referente aos genótipos 'Goelent', 'Tâmega', 'Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18', observados nos Blocos I e II.	132
Quadro 8.16	- Razão raiz/caule por sistema de mobilização e por genótipo, determinada a partir do peso seco radical e da biomassa à ântese.	133



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descrição	Página
<b>CAPÍTULO II</b>		
Fig. 1.1	- Temperatura média, e média das temperaturas máximas e mínimas (°C) na Estação Meteorológica de Beja (1950-86).	7
Fig. 1.2	- Precipitação total (mm), evapotranspiração potencial segundo Penman (mm) e insolação (horas) na Estação Meteorológica de Beja (1950-86).	8
Fig. 1.3	- Termopluviograma referente à Estação Meteorológica de Beja (1950-86).	9
Fig. 1.4	- Precipitação acumulada (mm) de Setembro a Agosto na Estação Meteorológica de Beja (valor médio e valores verificados no ano mais seco e no ano mais chuvoso do período 1950-86).	10
Fig. 1.5	- Insolação média mensal (horas) na Estação Meteorológica de Beja (1950-86).	11
Fig. 2.1	- Diagrama dos principais componentes da produção de grão (Adaptado de Slafer <i>et al.</i> , 1996).	20
Fig. 2.2	- Diagrama esquemático do crescimento e desenvolvimento do trigo e períodos de formação dos componentes da produção (Adaptado de Slafer <i>et al.</i> , 1996).	22
<b>CAPÍTULO III</b>		
Fig. 1.1	- Temperaturas (°C) médias mensais, média das máximas e média das mínimas no ano agrícola de 1995/96 e no período 1950-86, na Estação Meteorológica de Beja.	75
Fig. 1.2	- Precipitação (mm) ocorrida no ano agrícola de 1995/96 por decêndios e no período 1950-86 (5° decil), na Estação Meteorológica de Beja.	76
Fig. 1.3	- Precipitação total (mm), evaporação (mm) e temperatura média (°C) na Estação Meteorológica de Beja (1995/96).	77
<b>CAPÍTULO IV</b>		
Fig. 1.1	- Produção de grão corrigida (kg ha <sup>-1</sup> ) para 12% de humidade, por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	88

Figura	Descrição	Página
Fig. 1.2	- Número de grãos $m^{-2}$ por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	88
Fig. 1.3	- Peso de 1000 grãos (g) corrigido para 12% de humidade, por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	89
Fig. 2.1	- População emergida (plantas $m^{-2}$ ), população potencial (colmos $m^{-2}$ ) e população produtiva (espigas $m^{-2}$ ) por genótipo.	91
Fig. 2.2	- Número de filhos planta $^{-1}$ por genótipo em cada sistema de mobilização do solo.	94
Fig. 2.3	- Taxa de sobrevivência (%) por genótipo para cada sistema de mobilização do solo.	95
Fig. 3.1	- Produção de biomassa (kg MS $ha^{-1}$ ) à espiguetta terminal, à antese e à colheita, por genótipo.	97
Fig. 3.2	- Produção de biomassa (kg MS $ha^{-1}$ ) à espiguetta terminal por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	98
Fig. 3.3	- Produção de biomassa (kg MS $ha^{-1}$ ) à antese por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	98
Fig. 3.4	- Produção de biomassa (kg MS $ha^{-1}$ ) à colheita por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	99
Fig. 4.1	- Área foliar total ( $cm^2$ ) à espiguetta terminal e à antese por genótipo.	101
Fig. 4.2	- Índice de área foliar à espiguetta terminal e à antese por genótipo.	105
Fig. 4.3	- Índice de área foliar à espiguetta terminal por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	107
Fig. 4.4	- Índice de área foliar à antese por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	107
Fig. 5.1	- Índice de colheita (%) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	110
Fig. 5.2	- Massa do hectolitro (kg $hl^{-1}$ ) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	111
Fig. 5.3	- Teor de proteína do grão (%) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	111
Fig. 6.1	- Número de dias à emergência, espiguetta terminal, espigamento e maturação fisiológica, por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	112
Fig. 6.2	- Período de emergência-espigamento por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	113
Fig. 6.3	- Período de enchimento do grão por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.	114
Fig. 6.4	- Meristema apical de trigo no estágio de aresta dupla.	115

---

Figura	Descrição	Página
Fig. 6.5	- Meristema apical de trigo no estágio de espiguetas terminal.	115
Fig. 8.1	- Comprimento radical (m) por interação genótipo×profundidade.	121
Fig. 8.2	- Comprimento radical (m) por interação mobilização×genótipo×profundidade.	124
Fig. 8.3	- Peso seco (g) por interação genótipo×profundidade.	128
Fig. 8.4	- Razão peso seco/comprimento radical ( $\text{g m}^{-1}$ ) por interação genótipo×profundidade.	129
Fig. 8.5	- Peso seco (g) por interação mobilização×genótipo×profundidade.	130
Fig. 8.6	- Razão peso seco/comprimento radical ( $\text{g m}^{-1}$ ) por interação mobilização×genótipo×profundidade.	130

## I - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A Política Agrícola Comum (PAC), tal como vem referida no Artigo 3º do Tratado de Roma (1957) conseguiu atingir os objectivos propostos. Assegurou a suficiência alimentar na Comunidade, estimulou a produção interna e assegurou o rendimento dos agricultores, garantindo-lhes um preço mínimo para os seus produtos.

Todavia, desde 1958 até aos nossos dias muito foi alterado, e a própria evolução interna da agricultura comunitária pôs em evidência a crise desta política, manifestada sobretudo, através de um excesso de produção com a acumulação de enormes excedentes. Por outro lado, começaram a verificar-se elevadas restrições à exportação, bem como a deterioração do ambiente devida, essencialmente, à excessiva intensificação da produção agrícola. No entanto, importa salientar que para esta situação não têm contribuído os países do Sul da Europa, de influência mediterrânica, já que nestes locais, de acordo com as limitações climáticas, a agricultura realiza-se com baixos “inputs” conduzindo a produtividades bem mais reduzidas que as obtidas nos países do Norte e Centro da Europa e à quase ausência de poluição ambiental.

Neste contexto, os agricultores viram-se confrontados com uma grave crise, tendo a Comissão Europeia anunciado em 1991 a necessidade da reforma da PAC. Resumidamente, esta reforma tem como objectivos gerais (CCE, 1991), os seguintes:

a) necessidade de manter um número suficientemente grande de agricultores nas zonas rurais, de modo a preservar não só o ambiente, mas também a agricultura familiar que é expressão de um modelo de sociedade;

b) o agricultor desempenha, ou deveria desempenhar, duas funções principais de um modo simultâneo: uma produtiva e outra de protecção ao ambiente e ao desenvolvimento rural;

c) existência de um controlo da produção para se conseguir um equilíbrio dos mercados, permitindo evitar a acumulação de existências e um aumento excessivo dos gastos agrícolas;

d) a PAC deve continuar a fundamentar-se nos seus princípios básicos (unicidade de mercado, preferência comunitária e solidariedade financeira) e corrigir os excessos cometidos na aplicação destes, em particular no referente à solidariedade financeira, repartindo a ajuda de uma forma mais adequada em função de factores, como os rendimentos e a situação regional;

e) o desenvolvimento rural não depende apenas do sector agrário, pelo que são necessárias outras formas de contribuir para a fixação e manutenção da população rural em algumas regiões. Há que ligar política agrária e política sócio-estrutural, ou seja, agricultura e desenvolvimento rural;

f) o orçamento agrícola deve ser um instrumento de solidariedade financeira a favor dos mais necessitados, que menos têm beneficiado desta política.

Adicionalmente, pela aplicação dos acordos do GATT (1/7/95), o mercado europeu tornar-se-á, gradualmente, mais permeável às evoluções do mercado mundial. Este fenómeno será certamente acentuado pela adesão dos países da Europa Central e Oriental à União Europeia e pelas negociações dos acordos de mercado-livre, que conduzem a confrontar esta com numerosas regiões do mundo (Anónimo, 1995).

A produção agrícola nacional não mais poderá contar, de forma sustentada, com preços protegidos mais elevados do que os do mercado mundial, com barreiras alfandegárias protectoras do mercado nacional, ou com a existência de compradores pré-garantidos da produção, a preços compensadores pré-fixados (Poeta, 1992). A diminuição acentuada dos preços praticados para os cereais, tenderá, após o fim das ajudas específicas à agricultura portuguesa (2003/04), a provocar uma quebra da rentabilidade das explorações produtoras de cereais. De tal forma que o não desenvolvimento de melhoramentos tecnológicos levará, após o fim das ajudas específicas à agricultura portuguesa, a um progressivo abandono da produção de cereais, nomeadamente na “zona dos Barros de Beja” (Martins & Marques, 1996).

É neste contexto de incerteza, de risco, como complemento indissociável do funcionamento empresarial, que o melhoramento de plantas assume plena importância. Em clima de preços no produtor que frequentemente não cobrem os custos de produção e sofrendo a concorrência totalmente aberta e desprotegida de sectores produtivos bem estruturados, resta à empresa agrícola nacional, para poder competir neste mercado livre, procurar reduzir ao mínimo os custos por unidade produtiva, garantindo a qualidade. Agir sobre os sistemas culturais e respectivas tecnologias de produção é, sem dúvida, uma das

---

vias que se deparam ao empresário agrícola. A outra, a qual fica essencialmente dependente do trabalho desenvolvido pelo melhorador, é a utilização de plantas mais bem adaptadas às novas condições de cultura, isto é, à produção a baixos custos.

Os reflexos da nova PAC sobre o melhoramento de plantas que, à primeira vista, pareciam, pelo quase abandono da produção, como extremamente negativos e tornando praticamente inútil tal tarefa científica, revelam-se assim estimulantes para a actividade do melhorador (Gomes da Silva, 1992)

O melhoramento de plantas e as condições criadas pela nova PAC à produção nacional só aparentemente se revelam antagónicos. Na realidade convergem fortemente no sentido da oportunidade da criação de potenciais genéticos capazes de melhorar os resultados da produção, cada vez com menor utilização de “inputs”.

No sector dos cereais, onde as perspectivas de competitividade se tornam particularmente difíceis, o melhoramento necessita de encarar a definição de novos objectivos. A vocação extensiva da cultura dos cereais e a ausência ou raridade de alternativas nas zonas mediterrânicas, devido a condicionalismos agro-ecológicos, não aconselham a eliminação destas espécies dos sistemas de agricultura praticados. Sendo assim, a evolução dos rendimentos que se perspectiva, aconselha e justifica, como objectivo prioritário, a obtenção de variedades adequadas a sistemas de cultura mais baratos e menos agressivos do ambiente, proporcionando produtos de qualidade a reduzido custo (Bagulho, 1992).

Os novos materiais a utilizar pela lavoura deverão possuir alta capacidade produtiva, regularidade de produção e adaptar-se bem a condições da chamada agricultura sustentável (não causando problemas à conservação do ambiente), sendo ainda susceptíveis de proporcionar rendimentos estimulantes para os agricultores, evitando o êxodo rural e a desertificação da paisagem (Bagulho, 1995).

Os trabalhos actuais deverão ter como objectivos a atingir, a selecção de variedades com maior flexibilidade nas datas de sementeira, com alta competitividade em relação às infestantes, elevada capacidade de afilamento, resistência aos parasitas, melhor utilização dos adubos, plasticidade de adaptação, regularidade de produção, alta capacidade produtiva e elevada qualidade tecnológica.

A redução nos custos de produção e todo o conjunto de novas opções exigem um aprofundamento dos trabalhos de investigação e acrescidos investimentos nesta área. Só assim, as variedades e as tecnologias usadas permitirão benefícios reais aos agricultores.

---

No que respeita ao trabalho de melhoramento genético do trigo, propõe-se que a selecção encaminhe o excesso de potencial produtivo, em termos de produção de grão, das variedades actualmente existentes no sentido do crescimento vegetativo (parte aérea e raízes), a fim de aumentar a capacidade competitiva da cultura. A plasticidade do ciclo apresentada pelas variedades alternativas, com resposta moderada ao fotoperíodo e à vernalização, pode ser importante não só para o aumento da flexibilidade do sistema como também na adaptação ao ambiente mediterrânico e ainda na redução dos custos (Carvalho, 1994)

Considerando as limitações edafo-climáticas à produtividade da cultura do trigo no ambiente mediterrânico, a redução dos custos é uma estratégia óbvia a adoptar, na tentativa de manter a competitividade da cultura em Portugal. Esta redução dos custos obriga a uma revisão dos itinerários técnicos, em que a aplicação de factores tem de ser criteriosamente ponderada. Uma outra condição importante dos novos itinerários técnicos será a de permitirem uma maior flexibilidade na tomada de decisões, de forma a melhor se ajustarem à irregularidade climática. Por exemplo, uma maior transitabilidade do solo será muito importante para fazer face à irregularidade da data de sementeira, assim como à aplicação atempada de adubos e herbicidas.

Para se conseguir uma redução apreciável dos custos de produção será necessário uma utilização criteriosa de materiais e uma redução sensível dos custos relacionados com a tracção, particularmente os referentes à mobilização do solo. O maior número de mobilizações do solo no sistema tradicional, aliado ao alongamento no tempo de preparação da cama para a semente, torna este sistema mais caro e reduz o tempo disponível para as operações seguintes, tornando-as mais caras. Por isso tornam-se bastante atractivas as novas tecnologias que poderão contribuir para evitar a descida dos rendimentos (Martins & Marques, 1996).

As tecnologias de mobilização reduzida (MR) e de sementeira directa (SD) com produtividade comparável à da mobilização tradicional (MT), mas com necessidade de menos tempo e potência de tracção e maior disponibilidade de tempo para realizar as operações de preparação e execução de sementeira, contribuem para melhorar a rentabilidade das empresas agrícolas da “zona dos Barros de Beja” e a competitividade dos produtos que produzem (Martins & Marques, 1996).

O sistema de mobilização do solo deve ser barato, rápido e manter a coesão do solo o mais elevada possível, sendo a sementeira directa o sistema que maiores potencialidades apresenta (Carvalho, 1994).

Esta alteração dos sistemas tradicionais de mobilização do solo para técnicas de sementeira directa, apresentada como a principal via para o aumento da competitividade dos sistemas agrícolas de sequeiro, reforça a necessidade de estudar o ajustamento de variedades adequadas a essa prática (Carvalho, 1994). Apesar de já se dispor de um somatório de informação bastante significativo no que diz respeito à utilização da sementeira directa, pouco tem sido feito, nas condições do Alentejo, sobre a interacção do genótipo com o sistemas de mobilização.

É neste contexto que se insere o presente trabalho, com o objectivo de avaliar o comportamento de alguns genótipos de trigo mole à alteração do sistema tradicional de mobilização do solo, para uma situação de sementeira directa.

Para a continuidade do trabalho preconiza-se a realização de ensaios multianuais e multilocais, tal como se encontra definido num projecto PAMAF (Programa de Apoio à Modernização Agrícola e Florestal) que engloba várias instituições.



## II - SITUAÇÃO DO PROBLEMA

### 1 - DESCRIÇÃO DE UM AMBIENTE TÍPICO MEDITERRÂNICICO

#### 1.1 - CLIMA

A caracterização climática do ambiente mediterrânico efectua-se com base nos dados obtidos na Estação Meteorológica de Beja, que ao se situar numa zona praticamente isenta de acidentes geográficos pode ser utilizada como referência para uma vasta região agrícola.

##### 1.1.1 - TEMPERATURA

Nas condições que caracterizam o clima da região considerada, apesar de importante, não é a temperatura (T) o elemento do clima mais limitante da generalidade das culturas agrícolas, particularmente na cultura do trigo, dado que é ameno, registando a Estação Meteorológica de Beja para o período de 1950-86, 16°C de temperatura média anual (Regato *et al.*, 1993).

Ao longo do ano a variação da temperatura é cíclica verificando-se os seus valores mais reduzidos durante os meses de Inverno e os mais elevados nos meses de Verão (Fig. 1.1 e Anexo A, Quadro 1). Na generalidade, ao longo dos meses de Maio e Junho que correspondem ao final do ciclo cultural do trigo, constata-se a ocorrência de temperaturas elevadas, o que é confirmado pelo estudo da média das temperaturas máximas (Fig. 1.1 e Anexo A, Quadro 2). Estas podem ainda tornar-se um factor limitante da produção final de grão conduzindo a elevados valores da evapotranspiração quando a água disponível no solo é já limitada. De facto, o crescimento do trigo pode ser limitado por temperaturas superiores a 30°C, já que a respiração aumenta e as taxas de assimilação atingem um limiar que não compensa as perdas da respiração. Todavia, o efeito nos vários genótipos não é linear, já que McDonald *et al.* (1983) verificaram a existência de forte interacção da

temperatura com o genótipo, e sugerem a possibilidade de identificar variabilidade genética em resposta à temperatura.

Durante o período do Inverno e Primavera as temperaturas são relativamente amenas (Anexo A, Quadro 3 e Quadro 4), no entanto, a ocorrência de geadas pode tornar-se comprometedora para a cultura do trigo. A taxa de crescimento dos cereais também pode ser afectada pelas baixas temperaturas e geadas de Inverno, mas geralmente nunca causam problemas durante a fase vegetativa do desenvolvimento. A incidência das baixas temperaturas e das geadas torna-se mais perigosa quando se entra na fase reprodutiva do desenvolvimento do trigo (Single, 1985).

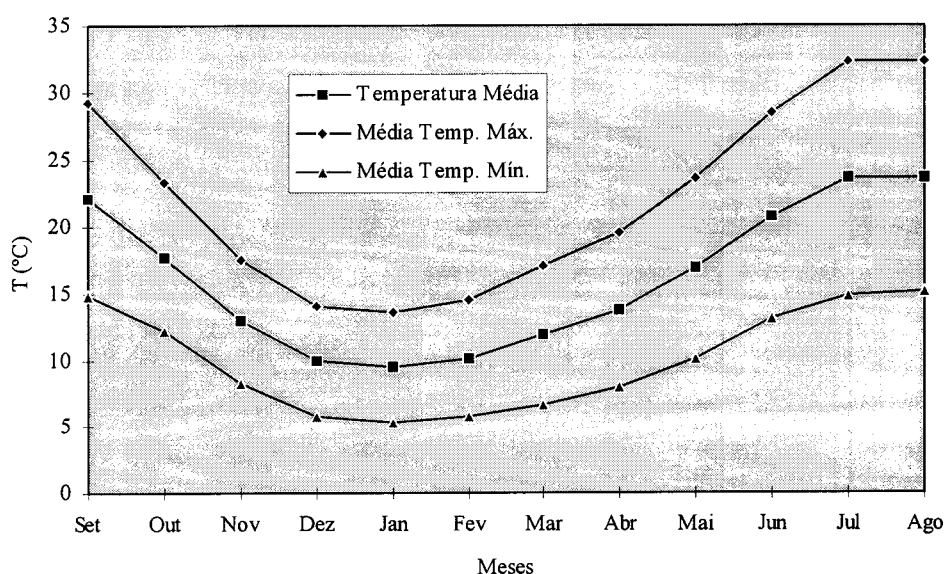


Fig. 1.1 - Temperatura média, e média das temperaturas máximas e mínimas (°C) na Estação Meteorológica de Beja (1950-86).

### 1.1.2 - PRECIPITAÇÃO

Nas regiões sob a influência de climas mediterrânicos, a precipitação (R) é dos diversos elementos climáticos aquele que se torna mais limitante da produção agrícola. Assim, é de salientar a extrema irregularidade da distribuição da precipitação ao longo do ano com concentração no semestre mais frio, no qual a ocorrência de excesso de água no solo pode ser motivo para a morte das plantas e conseqüente redução das produtividades atingidas. Salienta-se igualmente o facto de a precipitação ser também muito irregular de ano para ano, o que acentua a incerteza com que o empresário agrícola se debate.

Importa ainda salientar a quase ausência de precipitação nos meses de Maio a Setembro, o que normalmente compromete as culturas de Outono-Inverno, nomeadamente os cereais, nas fases finais dos seus ciclos culturais e, praticamente todo o ciclo cultural das culturas Primavera-Verão quando realizadas em sequeiro.

Assim, nos meses de Inverno, durante os quais ocorrem temperaturas relativamente baixas e conseqüentemente se verificam reduzidos valores da evapotranspiração potencial (ETP), podem ocorrer condições favoráveis a excessos de água no solo, enquanto que nos meses de Primavera-Verão, em que a temperatura é já bastante elevada e conseqüentemente os valores da evapotranspiração potencial também o são, verificam-se condições de acentuada escassez hídrica (Fig. 1.2).

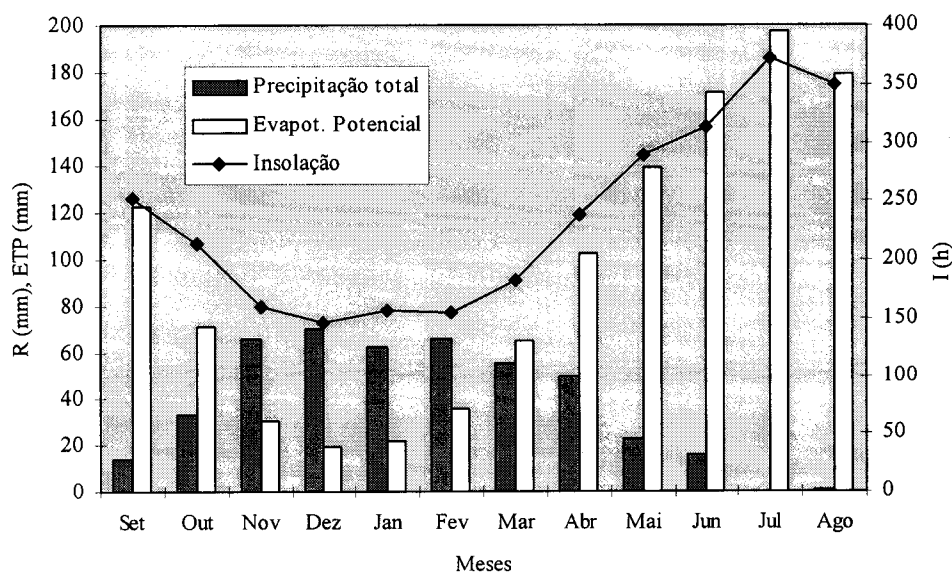


Fig. 1.2 - Precipitação total (mm), evapotranspiração potencial segundo Penman (mm) e insolação (horas) na Estação Meteorológica de Beja (1950-86).

Na Estação Meteorológica de Beja, a precipitação ocorrida no período de Primavera (Março a Maio) representa 19% da precipitação anual. No período de Setembro a Fevereiro concentra-se a maior parte da precipitação (77%), enquanto que de Junho a Agosto esta é praticamente inexistente, representando apenas 4% dos valores da precipitação anual (Regato *et al.*, 1993).

A inadequada distribuição da precipitação, com escassez no período de Primavera-Verão é a principal responsável pelos baixos rendimentos da generalidade das culturas

praticadas em sequeiro (Anderson, 1992), dada a deficiente alimentação hídrica das plantas ao longo da Primavera e particularmente no Verão.

O clima desta região é tipicamente mediterrânico, sendo notória a existência de um Verão quente e seco e de um Inverno moderado do ponto de vista térmico onde se concentram as chuvas, como se pode visualizar no termoplúviograma relativo à Estação Meteorológica de Beja (Fig. 1.3).

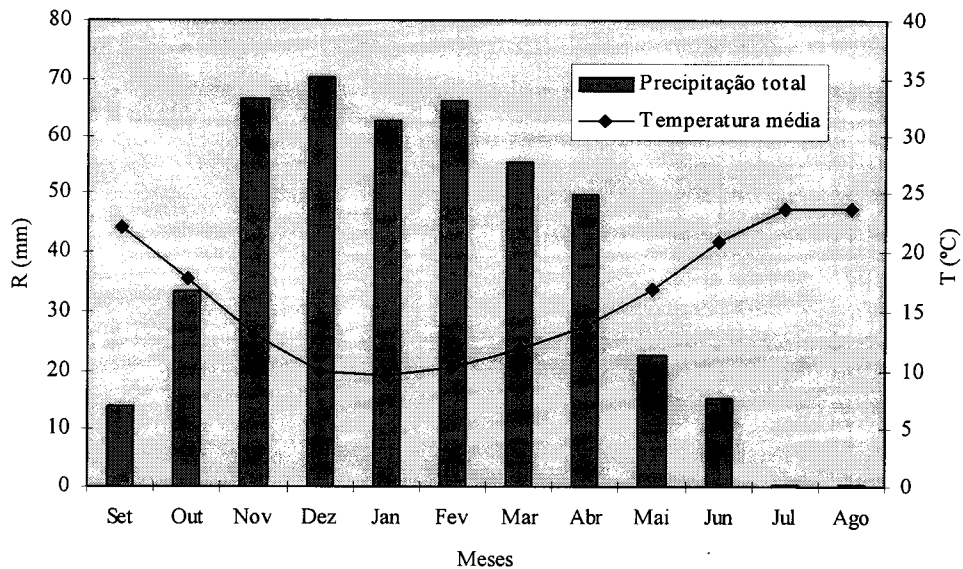


Fig. 1.3 - Termoplúviograma referente à Estação Meteorológica de Beja (1950-86).

Na Estação Meteorológica de Beja os valores da precipitação acumulada de Setembro a Agosto variaram entre 257,4 mm no ano mais seco (1980/81) e 866,4 mm no ano mais chuvoso (1968/69), situando-se o valor da média em 579,2 mm (Fig. 1.4). Isto mostra uma elevada variação interanual que se pode comprovar pela discrepância nos valores dos decis e do cálculo do coeficiente de variação referidos por Regato *et al.* (1993) (Anexo A, Quadro 5).

Esta oscilação interanual da precipitação é a principal responsável pela variação na produção. Cornish (1950), constatou que, em 396 ensaios realizados no Sul da Austrália no período 1896-1941, 70-80% da variação na produção se deveu à oscilação interanual da precipitação. Mais recentemente Seif & Pederson (1978), também na Austrália (Nova Gales do Sul), associaram 86% da variação na produção de trigo à variabilidade da precipitação de Primavera (três semanas antes e duas semanas depois da ântese). Em Israel,

com resultados de 16 ensaios e 12 génotipos de trigo mole de hábito de Primavera, obtidos durante dois anos, Blum & Pnuel (1990) atribuíram 75% da variação do rendimento em grão à precipitação total.

Em trabalhos realizados no Alentejo, Maças (1996) concluiu que o tipo de solo impõe significativas diferenças na resposta dos génotipos à precipitação nas distintas fases do crescimento e desenvolvimento do trigo. Por exemplo, em solos com boa drenagem superficial e elevada capacidade de armazenamento de água, existe forte correlação positiva entre a precipitação de Inverno (desde a sementeira até finais de Fevereiro) e a produção dos génotipos. Neste tipo de solos 65% ('Lima') a 77% ('Almansor') da variação interanual nas produções pode ser atribuído a variações na precipitação de Inverno (Maças, 1996). Nos solos cujas características são contrárias, então é a precipitação de Primavera (20-30 dias antes da ântese até finais de Maio) que mais influencia a produção dos génotipos. No primeiro exemplo encontram-se os solos de Beja ("Barros") e no segundo, os solos da região de Évora (Litólicos). Nestes solos, Carvalho (1987), refere que o efeito negativo da precipitação de Outono-Inverno na produção de trigo se deve, primeiramente à lavagem do solo, ao que se associa depois a toxicidade do manganês, devido a uma baixa concentração relativa magnésio/manganês.

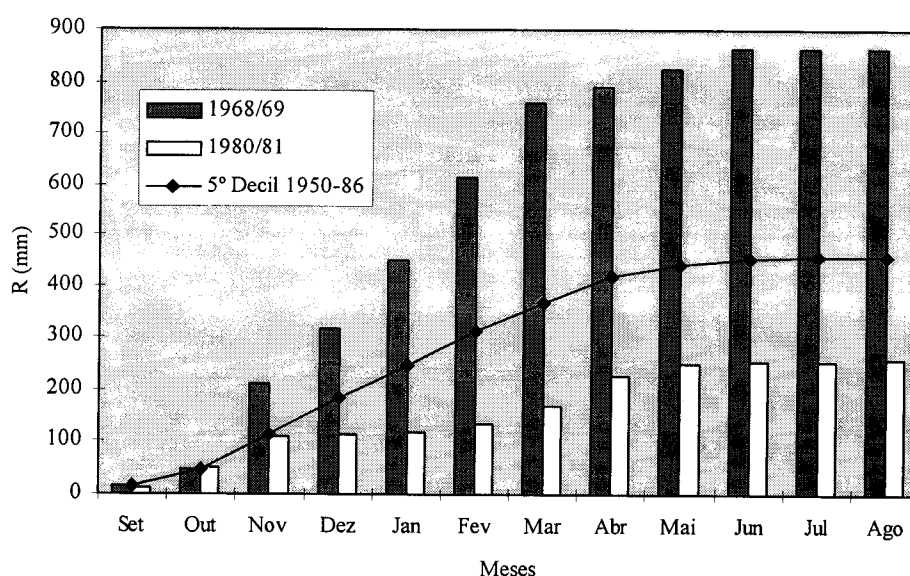


Fig. 1.4 - Precipitação acumulada (mm) de Setembro a Agosto na Estação Meteorológica de Beja (valor médio e valores verificados no ano mais seco e no ano mais chuvoso do período 1950-86).

### 1.1.3 - INSOLAÇÃO

A energia radiante proveniente do Sol é um dos elementos principais do processo essencial da produção vegetal - a fotossíntese .

A insolação (I) ao influenciar o regime de temperatura ambiental e a evaporação, condiciona o crescimento das plantas. Nos ambientes mediterrânicos, mesmo no Inverno este elemento climático não é limitante, até porque a temperatura e a área foliar da cultura são baixas nesta época.

O valor médio da insolação anual determinado por Regato *et al.* (1993) para o período 1950-86, referente à Estação Meteorológica de Beja, foi de 2806 horas. É nítido o aumento do número de horas de Sol dos meses de Inverno para os de Verão, sendo os valores máximos atingidos durante o mês de Julho (Fig. 1.5).

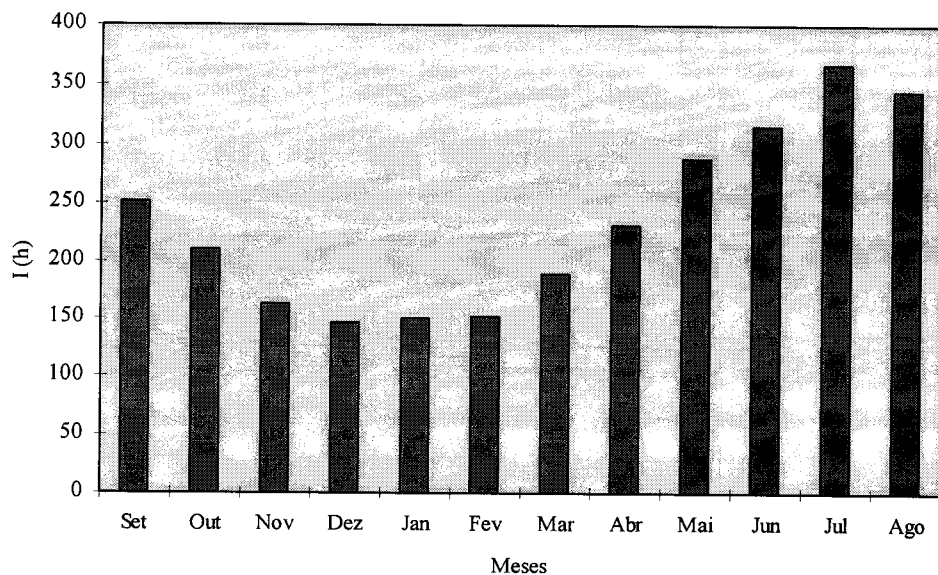


Fig. 1.5 - Insolação média mensal (horas) na Estação Meteorológica de Beja (1950-86).

Estes valores elevados da insolação levam a concluir que não será certamente a insolação que limitará a produção, pelo que importa assegurar uma boa alimentação hídrica das plantas, por forma a garantir um aproveitamento eficiente da luz solar que nos atinge.

A eficiência do uso da radiação e da água desempenham papel fundamental na fotossíntese, mas em geral, no ambiente mediterrânico, a radiação é muito menos limitante que a água. No entanto, quando o crescimento começa a ser afectado por falta de água e temperatura elevada, situação que frequentemente ocorre durante o enchimento do grão, a radiação pode constituir-se num elemento limitante (Maçãs, 1996). Nestas condições, a

quantidade de luz absorvida pode induzir a fotoinibição e degradação das membranas tilacoidais (Kaiser, 1987), fenómeno particularmente importante durante a fase de enchimento do grão no trigo.

#### 1.1.4 - GEADA

Os prejuízos causados pela ocorrência de geadas têm uma influência marcada no rendimento das culturas, particularmente quando ocorrem em simultâneo com as fases mais sensíveis dos respectivos ciclos vegetativos.

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica referido por Regato *et al.* (1993), na área de influência da Estação Meteorológica de Beja, a data média da primeira geada ocorre entre 1 de Novembro e 10 de Dezembro enquanto que a data média da última geada se verifica entre 1 de Março e 15 de Abril.

Com estas datas de ocorrência, a geada pode efectivamente causar problemas nas culturas de Outono-Inverno, em particular quando ocorre no início da Primavera, bem como às culturas de Primavera-Verão de sementeira mais precoce.

No caso do trigo, tal como se referiu, a incidência das geadas é perigosa quando ocorre na fase reprodutiva do desenvolvimento. Durante a fase final do alongamento dos caules, emborrachamento e espigamento, a acção da geada na produção de grão é mais pronunciada, sobretudo, porque após estas fases, a compensação é mínima face ao aumento da temperatura e diminuição das disponibilidades de água (Maças, 1996).

## 1.2 - SOLOS

### 1.2.1 - PRINCIPAIS LIMITAÇÕES À PRODUÇÃO AGRÍCOLA

O Alentejo, com uma superfície agrícola útil (SAU) de aproximadamente 1,8 milhões de hectares, ocupa cerca de 46% da SAU total do País, (INE, 1993), sendo cerca de 315 mil hectares referentes à Região Agrária de Beja ("Barros e Alentejo Interior"), a qual engloba os concelhos de Alvito, Cuba, Vidigueira, Beja e Mértola.

As principais limitações à capacidade produtiva da generalidade das áreas agricultadas do Alentejo, em particular da região agrária de Beja, prendem-se com as mesmas questões que conduziram, por exemplo, à necessidade de considerar há alguns anos, a "especificidade" da agricultura nacional e de criar um Programa Específico de Desenvolvimento da Agricultura Portuguesa (PEDAP).

Esta especificidade é, fundamentalmente, motivada por factores que são intrínsecos e por isso muito difíceis de serem alterados. De entre eles apontamos as características do clima e dos solos existentes.

Os materiais originários e as condições climáticas que condicionaram a formação dos solos traduzem-se na ocorrência nesta região de solos heterogéneos no que se refere à respectiva capacidade produtiva.

Como característica comum destes solos, refira-se o baixo teor de matéria orgânica, situação que deriva essencialmente dos seguintes aspectos:

- reduzida incorporação de resíduos, resultante dos sistemas culturais praticados, onde predominam as culturas cerealíferas em detrimento das culturas forrageiras e pratenses;

- excessiva mobilização dos solos efectuada, por vezes, em período de elevada temperatura o que contribui para o acréscimo substancial da taxa de mineralização da reduzida matéria orgânica existente.

Como se pode verificar (Quadro 1.1) grande parte dos solos existentes na região de Beja, são solos que apresentam algumas limitações para a produção vegetal, caso dos Litossolos (28,8%), Litólicos não húmicos (4,6%) e Argiluvitados delgados (cerca de 25%).

Quadro 1.1 - Distribuição das diversas Ordens e Sub-ordens de solos (ha) pelos concelhos da Região Agrária de Beja (Leitão, 1973).

Ordem	Sub-ordem	Alvito (ha)	Beja (ha)	Cuba (ha)	Mértola (ha)	Vidigueira (ha)	Total (ha)
Incipientes	Litossolos	56	12560	1095	72477	4617	90805
	Aluviossolos	645	1310	439	106	1172	3672
	Coluviossolos	86	557	148	19	127	937
Litólicos	Não Húmicos	6875	2933	1263	221	3216	14508
Calcários	Pardos	244	1795	0	0	895	2934
	Vermelhos	221	4106	23	0	1998	6348
Barros	Pretos	114	11297	783	11	160	12365
	Cast.-Avermelhados	74	11197	132	0	961	12364
Argiluvitados	Medit. Pardos	14172	21976	9206	31462	7358	84174
Pouco Insatur.	Medit. Verm. Amar.	2281	39101	2815	17931	9954	72082
Hidromórficos	Sem Horiz. Eluvial	1133	1590	682	184	66	3655
	Com Horiz. Eluvial	289	3947	182	8	30	4456
Orgân.Hidrom.	Turfosos		142				142
Aflor. rochosos		393	1157	49	4740	505	6844
<b>Total</b>		<b>26583</b>	<b>113668</b>	<b>16817</b>	<b>127159</b>	<b>31059</b>	<b>315286</b>



Todavia, a área de solos mais adaptados para as culturas exigentes, como é o caso do trigo, tem alguma importância. São disto exemplo os 7,8% de “Barros” e 13,5% de “Para-Barros”, em relação à área total da Região Agrária (Leitão, 1973). No concelho de Beja estes solos são particularmente importantes, ocupando uma área de 22494 e 61077 ha, o que corresponde, respectivamente, a 19,8% de “Barros” e 53,7% de “Para-Barros” em relação ao total do concelho.

### 1.2.2 - A UTILIZAÇÃO DO SOLO

Com o início da mecanização na agricultura nos anos 50 e 60 deste século, verificou-se um aumento enorme das áreas cultivadas de cereais, não através de uma extensão da área cultivada mas sim de uma redução do período de pousio dentro da rotação.

Esta redução do período do descanso da terra, passou de 5-10 anos para 2-4 anos (Galvão, 1943a, 1956), promoveu uma degradação progressiva do solo, a qual foi, aparentemente compensada, através da aplicação de adubos minerais e de variedades melhoradas.

A área utilizada para a agricultura de lavradio ocupa 60% da área do Alentejo, embora a área considerada apta para a cultura intensiva ou moderadamente intensiva seja de 13,8% e a área capaz de apenas suportar mobilização ligeira e pouco frequente 18,4% (Quadro 1.2).

Quadro 1.2 - Aptidão de utilização do solo no Alentejo (Direcção Regional do Alentejo, 1984).

Aptidão de utilização	% de área
Mobilização intensiva	4,1
Mobilização moderadamente intensiva	9,7
Mobilização ligeira e pouco frequente	18,4
Pastagem permanente, utilização da vegetação, arboricultura e silvicultura	26,6
Silvicultura restrita, vegetação natural, áreas protegidas	39,7
Área de construção	1,5

A utilização do solo de sequeiro depende principalmente da capacidade de retenção da água e da fertilidade natural do solo. O sistema de exploração da terra no Alentejo é predominantemente extensivo, sendo mais de metade da área utilizada para a agricultura de

---

lavradio, constituída por solos derivados de xistos e granitos, pouco profundos (30-60 cm) e com maior ou menor ocorrência de uma fase pedregosa (Balabanian, 1980).

Nos “Barros”, considerados um dos melhores tipos de solo, apesar de serem difíceis de trabalhar tanto no estado seco como em condições húmidas, não é considerado um período de pousio na rotação, realizando-se o chamado alqueive revestido, constituído de uma lavoura no fim do Verão para a cultura seguinte de Primavera. Nestas situações é frequente uma rotação de culturas trienal, a qual consiste em 2 anos de cereal (trigo e/ou cevada) e de uma cultura de Primavera, vulgarmente o girassol.

A mobilização do solo está baseada numa «charruada» por ciclo de rotação, a qual normalmente precede a cultura do trigo e que deve ser efectuada “o mais profundo possível” (Galvão, 1943b). Quando uma cultura de Primavera precede o trigo, a charruada é feita no fim do Verão com o solo seco.

A preparação da cama de semente consiste em várias passagens com escarificador e/ou grade de discos, atingindo camadas mais ou menos profundas do solo.

O sistema de utilização da terra acima descrito revela diversos efeitos negativos no que respeita à manutenção do potencial produtivo do solo (Basch, 1991):

a) está ainda a ser prestada pouca importância à erosão do solo, embora uma vez ou outra sejam efectuadas medições para determinar a sua dimensão local. No entanto, os solos pouco profundos, os terrenos cheios de pedras à superfície e as ribeiras carregadas de lama demonstram de uma maneira impressionante a importância deste fenómeno.

b) a forma de mobilização do solo (muito profunda) e a sua elevada frequência em relação ao potencial produtivo existente provocam, em conjunto com a erosão, uma diminuição gradual da matéria orgânica do solo e, assim, a destruição da estrutura do mesmo.

Além disso, o actual sistema de exploração da terra de sequeiro, mostra outros defeitos graves, sobretudo no que diz respeito ao êxito económico do mesmo:

- as técnicas culturais aplicadas resultam em produções extremamente baixas, o que tornaria o cultivo não rendível, caso os preços do produtor não fossem fortemente subvencionados;

- os custos da mobilização do solo representam uma grande parte dos custos totais da produção.

## 2 - FISIOLOGIA E ECOLOGIA DO TRIGO

### 2.1 - CICLO BIOLÓGICO

No ciclo de desenvolvimento do trigo podem considerar-se diferentes períodos, cada um dos quais caracterizado pelo estágio fisiológico das plantas nessa altura. Bellido (1991) diferencia o ciclo biológico do trigo em três grandes períodos:

- a) período vegetativo, compreendido entre a germinação e a diferenciação das espiguetas;
- b) período reprodutivo, desde o estágio de aresta dupla<sup>1</sup> (diferenciação das espiguetas) até à fecundação;
- c) período de enchimento do grão.

No período vegetativo ocorre o crescimento das raízes e folhas, o afilamento e a organização do meristema apical, fenómenos cuja intensidade se encontra regulada pelo fotoperíodo e temperatura e pela distribuição de assimilados dentro da planta (Hay & Kirby, 1991). No período reprodutivo verifica-se a diferenciação da inflorescência e o rápido alongamento dos colmos, que se tornam nos principais competidores pelos assimilados, além da continuação do crescimento do sistema radical e de se completar a expansão das folhas superiores. O crescimento dos colmos cessa logo após a ântese e, no período de maturação, os únicos órgãos que se desenvolvem são os grãos, aos quais são dirigidos os hidratos de carbono fotossintetizados e os provenientes das reservas armazenadas nos caules e bainhas foliares. Ao longo destas etapas são produzidas uma série de alterações fisiológicas e morfológicas que conduzem ao aparecimento sucessivo de distintos componentes do rendimento: número de filhos férteis por planta, número de grãos formados por espiga e peso médio dos grãos (Garcia del Moral & Ramos, 1989).

---

<sup>1</sup> O termo aresta dupla, é o adoptado na tradução do termo inglês “double ridge” para língua portuguesa, no livro “Anatomia das Plantas com Semente” de Esau (1974). Este estágio foi também denominado por dupla saliência por Moreira & Vasconcelos (1976).

## 2.2 - HÁBITOS DE CRESCIMENTO

A transição de uma fase de desenvolvimento da planta para outra, além da dependência directa da temperatura, é também comandada pelos genes que regulam a resposta ao fotoperíodo e vernalização (Hay & Kirby, 1991).

Para definir o genótipo que melhor explora uma determinada data de sementeira num dado ambiente, importa conhecer a influência quantitativa do padrão de desenvolvimento no crescimento da cultura, no uso da água e na produção (Maçãs, 1996). No trigo, ao considerarmos o desenvolvimento fenológico, distinguem-se três tipos fisiológicos.

Nas regiões temperadas frias do hemisfério norte, efectua-se duas épocas de sementeira, usando-se na primeira, de Setembro a Novembro, os trigos denominados de inverno, caracterizados por forte resposta à vernalização (Davidson *et al.*, 1985). O termo vernalização define uma série de processos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem durante a fase vegetativa e que, por acção do frio, aceleram ou induzem a diferenciação floral nos vegetais (Flood & Halloran, 1986). Na segunda época, em Março ou Abril, utilizam-se os trigos de primavera, caracterizados por terem um ciclo de crescimento e desenvolvimento contínuo, não suportando grandes períodos com temperaturas baixas, não tendo, em geral, necessidade de vernalização. Estes materiais também podem ser semeados no Outono nas zonas mediterrânicas onde a suavidade dos Invernos não prejudica o crescimento (Hanson *et al.*, 1982). Todavia, como refere Maçãs (1996), em zonas de clima mediterrânico e outras situadas em latitudes intermédias, como na China, ou ainda em situações de altitude, um terceiro grupo de trigos pode ser identificado. Hewstone (1985) no Chile, definiu-os como facultativos, atribuindo-lhes a característica de suportarem sementeiras durante períodos mais longos, completando apesar disso o ciclo normal de crescimento.

Além desta resposta à temperatura, os trigos dos diferentes grupos também variam consideravelmente na sua sensibilidade ao fotoperíodo. Apesar de Jedel (1994) considerar que a vernalização é o principal processo que induz a floração, Miura & Worland (1994) apontam também a resposta ao fotoperíodo como responsável pelo controlo da data de espigamento do trigo.

No controlo da resposta à vernalização está identificada a série homeoalélica (Vrn1, Vrn2, Vrn3) localizada no braço longo dos cromossomas do grupo 5 (5A, 5B e 5D, respectivamente) (Snape *et al.*, 1976, Pugsley, 1983 e Miura & Worland, 1994), o gene

Vrn4, cuja localização não é clara e o Vrn5, *locus* do braço curto do cromossoma 7B (Law, 1966). Os alelos Vrn dominantes conferem o hábito de primavera, mas a presença dos alelos Vrn em diferentes loci diferem na sua resposta na exposição ao frio (Pugsley, 1972).

Pugsley (1983) refere que Vrn1 não tem a correspondente resposta ao tratamento pelo frio e é epistático para Vrn2, enquanto que Vrn2, Vrn3 e Vrn4, ainda que conferindo o hábito de primavera, têm correspondência ao tratamento pelo frio. Assim, nos trigos de primavera está sempre presente o gene dominante Vrn1, enquanto os trigos facultativos podem transportar um ou outro dos restantes genes. Qualquer destes genes comanda a necessidade de algum frio, que pode ser satisfeita num período de duas ou três semanas (Pugsley, 1983). Os trigos de inverno têm que transportar todos os alelos recessivos, embora a diversidade da exigência em frio (variando de quatro a dez semanas), faça supor efeitos cumulativos dos alelos em todos os loci (Pugsley, 1983, Flood & Halloran, 1986).

Importa salientar que estes genes de resposta à vernalização podem ter efeitos pleiotrópicos em outras características agronómicas, facto importante para os programas de melhoramento quando pretendemos seleccionar génotipos com boa adaptação (Maças, 1996).

No que diz respeito à combinação de genes mais adequada para ambientes mediterrânicos, afectados pela falta de água e outros acidentes, Stelmakh (1993), em trabalhos efectuados com linhas isogénicas, concluiu que as linhas com Vrn3 quando combinado com Vrn1 ou Vrn2 apresentam boa produção de grão por planta.

A adaptabilidade a um determinado ambiente é, no entanto, como se referiu, influenciada pelo grupo de genes que controlam a resposta ao fotoperíodo. Estes constituem a série homeoalélica Ppd situada nos cromossomas do grupo 2 (Scarath & Law, 1984). Os genes Ppd têm acção epistática dominante para a insensibilidade (Keim *et al.*, 1973, Hoogendoorn, 1985) e localizam-se no braço curto do cromossoma 2D (Ppd1), no braço curto do cromossoma 2B (Ppd2) e no braço curto do cromossoma 2A (Ppd3) (Scarath & Law, 1984).

Estes genes são responsáveis pela adaptabilidade em zonas onde são necessários ciclos muito curtos ou em regiões com sementeira de Outono para alongar o ciclo (Maças, 1996).

A necessidade de vernalização e resposta ao fotoperíodo nas cultivares de trigo não é absoluta e, quando se pretende introduzir nos programas de melhoramento, é necessário ter em conta outros genes de influência menor que controlam o desenvolvimento (Maças,

1996). Miura & Worland (1994) encontraram esta terceira categoria de genes que modificam a data de espigamento, independentemente da vernalização e fotoperíodo, num grupo de aneuploides e linhas de substituição dos cromossomas do grupo 3 da cultivar 'Chinese Spring'. Descreveram o fenómeno como precocidade *per se*, e identificaram a presença de um gene no cromossoma 3A.

### 2.3 - DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO

A obtenção dos altos rendimentos na cultura do trigo, em especial nos ambientes mediterrânicos, exige o controlo das diferentes componentes responsáveis pelo desenvolvimento biológico da cultura. Durante a diferenciação dos órgãos vegetativos e reprodutivos, determina-se a quantidade de produção de biomassa, particularmente o número potencial de grãos. A formação do rendimento, portanto, deverá ser considerada em relação com todos os factores e processos responsáveis pela formação total de biomassa e, igualmente, com a componente economicamente mais importante que é o rendimento em grão.

A produção total de matéria seca de uma cultura depende da duração do período de crescimento e da taxa de crescimento da cultura. A taxa de crescimento depende da área fotossintética da cultura e da taxa de assimilação líquida. Desta forma, a fotossíntese total pode definir-se como função de três variáveis: área; duração; taxa (Carvalho, 1987).

Um alto rendimento biológico e económico requer um equilíbrio adequado entre os factores que o determinam (Bellido, 1991):

- tamanho do aparelho fotossintético e duração da sua actividade;
- funcionamento do aparelho fotossintético;
- transporte e distribuição dos assimilados entre os diferentes órgãos da planta;
- número e tamanho dos grãos e sua capacidade para acumular os assimilados.

Os cereais de alto rendimento caracterizam-se por um óptimo desenvolvimento do aparelho fotossintético e do sistema radical durante a fase de crescimento vegetativo e por uma alta taxa de produção de matéria seca durante a fase de crescimento reprodutivo, a qual depende de um óptimo índice de área foliar (IAF), de uma prolongada actividade foliar, especialmente das folhas superiores, e de uma alta taxa de fotossíntese (Bellido, 1991). Os processos de produção devem harmonizar-se com a formação das componentes

do rendimento, e neste sentido é essencial a aptidão da planta para transferir assimilados para o grão (Bellido, 1991).

O rendimento pode ser considerado como resultado do produto das componentes, o que permite estudar com grande exactidão a contribuição das distintas partes da planta para a produção final de grão e suas causas de variação (Garcia del Moral & Ramos, 1989). Como se pode observar na Fig. 2.1, as componentes básicas do rendimento são (Thorne, 1974, Carvalho, 1987, Bellido, 1991):

- número de espigas por unidade de área, em geral, número de espigas  $m^{-2}$  (E);
- número de grãos por espiga (G);
- peso médio do grão, por norma peso de 1000 grãos em gramas (P).

Com base nestas componentes o rendimento (R), em toneladas por hectare ( $t ha^{-1}$ ), pode ser expresso da seguinte forma:

$$R = E.G.P.10^{-5}$$

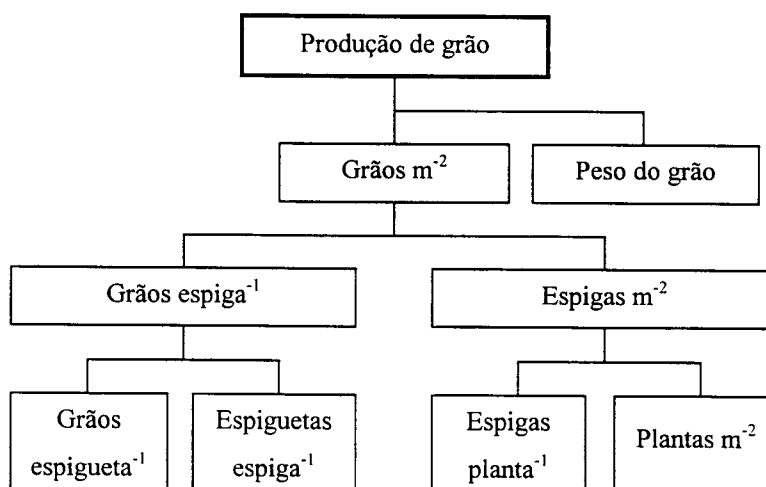


Fig. 2.1 - Diagrama das principais componentes da produção de grão (Adaptado de Slafer *et al.*, 1996).

Cada uma destas componentes é influenciada por factores genéticos e ambientais dos quais importa salientar alguns que se consideram mais importantes (Bellido, 1991).

O número de espigas  $m^{-2}$  é função de :

- número de plantas  $m^{-2}$  - depende do valor biológico da semente, das condições de sementeira, da capacidade de emergência e sobretudo da resposta aos factores ambientais;
- número de caules férteis  $planta^{-1}$  - depende da capacidade de afilhamento, condições climáticas, práticas agronómicas, nutrição mineral e taxa de crescimento e desenvolvimento dos caules individualmente.

O **número de grãos espiga<sup>-1</sup>** depende do número de espiguetas espiga<sup>-1</sup> e do número de flores espiguetas<sup>-1</sup>, que por sua vez são influenciados por factores, tais como:

- potencial genético da variedade para a formação da espiga, comprimento da espiga e número de espiguetas e de flores;
- condições climáticas durante a formação da espiga, espiguetas e flores;
- tamanho e actividade do aparelho fotossintético durante a formação da espiga, espiguetas e flores e capacidade para transferir assimilados para a espiga;
- competição entre plantas individualmente.

Por fim, o **peso de 1000 grãos**, característica de elevada heritabilidade, depende de:

- tamanho e duração da actividade funcional do aparelho fotossintético na parte superior da planta;
- capacidade de transferência de assimilados para o grão;
- duração do período de formação do grão;
- condições climáticas e nutrição mineral durante o enchimento do grão (disponibilidade de água e nutrientes e temperatura).

Estas componentes determinam-se sequencialmente ao longo do desenvolvimento da planta (Fig. 2.2).

O número de espigas depende tanto da quantidade de colmos filhos formados por planta como da proporção dos mesmos que podem diferenciar-se numa espiga fértil durante o espigamento. Os grãos espiga<sup>-1</sup> resultam do número de primórdios florais formados pelo meristema apical, da quantidade destes que possam produzir uma espiguetas fértil e da percentagem destes que são fecundados na ântese para originar grãos viáveis. Finalmente, o peso do grão é função tanto da taxa como duração da etapa de enchimento (Loss *et al.*, 1989). A taxa depende do número de células formadas durante os primeiros dez dias após a ântese (Jenner *et al.*, 1991) e aumenta moderadamente com a temperatura, enquanto a duração do crescimento do grão apresenta uma forte resposta negativa aos aumentos de temperatura (Sofield *et al.*, 1977, Wardlaw *et al.*, 1980, 1989).

O facto de as componentes do rendimento se determinarem sequencialmente ao longo do desenvolvimento, proporciona aos cereais a capacidade de compensar efeitos adversos sobre as primeiras componentes do rendimento através do aumento das que se formam posteriormente, se as condições ambientais o permitirem, conseguindo desta forma equilibrar a produção de grão e assegurando a estabilidade do rendimento, numa grande diversidade de ambientes e circunstâncias (Molina-Cano, 1989).





1974), indica a medida em que esta capacidade de produção se transforma em rendimento final (Carvalho, 1987).

Os aumentos de potencial produtivo derivam de uma melhor distribuição dos fotoassimilados para o grão, alterando profundamente o índice de colheita (IC) nas variedades de palha curta (Austin *et al.*, 1980, Feyerherm *et al.*, 1984, Gent & Kiyomoto, 1989). Donald & Hamblin (1976) definiram a produção de grão como o produto da biomassa produzida com o IC, sendo este a proporção da matéria seca acima do solo que está localizada no grão. Por isso, maximizar a produção pode ser uma função daquele índice.

O avanço genético na produção de grão de trigo, em quase todo o Mundo, parece estar mais associado com a alteração do IC, do que com o aumento na produção de biomassa, os quais têm sido pequenos ou negligíveis (Austin *et al.*, 1989, Perry & D'Antuono, 1989, Slafer & Andrade, 1993). De facto, o IC evoluiu de 34% das variedades muito antigas para 51% nas variedades modernas, fundamentalmente a expensas duma redução da altura da palha (145 para 78 cm) pela presença de genes Rht e duma distribuição de assimilados mais favorável ao grão (5,05 para 8,05 t/ha) (Maçãs, 1996). Todavia, estudos efectuados por outros investigadores, não suportam a ideia anterior, particularmente em situações de limitação de água (Evans, 1987). A correlação positiva entre a produção de grão e a biomassa total (Hucl & Baker, 1987) e a associação do melhor comportamento do germoplasma, em situações de limitação de água, à capacidade para produzir mais biomassa revelam uma dependência da produção de grão relativa à produção de biomassa.

Deste modo, particularmente nas regiões mediterrânicas, os futuros aumentos na produção de trigo deverão estar relacionados com aumentos na produção de biomassa total (Richards, 1987 e Turner & Nicolas, 1987).

Pela sua natureza genética, o IC parece mais fácil de modificar que a produção de biomassa, mas como nos ambientes mediterrânicos o enchimento do grão ocorre, frequentemente, sob condições de deficiência hídrica, não se esperam grandes avanços deste índice nestas regiões (Maçãs, 1996). Todavia, Maçãs (1990) apesar de ter obtido valores mais baixos no índice de colheita que Hucl & Baker (1987) e Austin *et al.* (1989), registou alguma variação (de 28 a 33%) em 11 linhas de trigo mole de ciclo facultativo em quatro locais do Alentejo, o que indica a existência de um considerável potencial que não está a ser alcançado (Maçãs, 1996).

Assim os itinerários científicos mais adequados para o progresso do melhoramento nestas regiões devem ter em conta o balanço da matéria seca produzida antes e depois da ântese no sentido de otimizar o IC (Maçãs, 1996).

A introdução dos genes responsáveis pela redução da altura da palha (Rht-“reduced height”) associada ao uso de práticas agronómicas mais aperfeiçoadas, provocou um enorme impacto na produção de grão, pela eliminação dos problemas da acama e pelo incremento do potencial genético da produção (Maçãs, 1996). O conhecimento dos efeitos destes genes Rht é muito importante para o melhoramento dado que, apesar da distribuição dos assimilados para o grão em variedades de palha curta, a presença destes genes é por vezes acompanhada de efeitos pleiotrópicos, indesejáveis, nomeadamente, nos caracteres que regulam a adaptação a determinado ambiente.

As técnicas agronómicas só podem ter êxito quando estão baseadas num conhecimento real das exigências da planta. As técnicas para aumentar o rendimento dependem particularmente do solo, do clima e das condições de cultura. Esta é a razão pela qual uma técnica concreta pode aumentar o rendimento sob umas condições particulares, num dado ano, e não ser efectiva noutro ano, quando ocorrem diferentes condições. Esta variabilidade de resultados reflecte a complicação dos processos formadores do rendimento, comuns a todos os processos biológicos.

Todas as funções vitais da planta dependem, de uma forma ou de outra, da fotossíntese e ao mesmo tempo os processos metabólicos, o crescimento e o desenvolvimento da planta também determinam a estrutura do aparelho fotossintético e a sua funcionalidade. No entanto, isto não implica que a produtividade da planta seja exclusivamente controlada pela fotossíntese. Os processos de formação do rendimento, como já se viu, englobam muitas contribuições e reflectem uma complexa determinação das funções vitais individuais da planta associada com as suas mútuas interrelações. É necessário utilizar o conhecimento das relações básicas destes processos ao nível de características como o índice de área foliar (IAF), a duração da área foliar (DAF), o índice de assimilação líquida (IAL), a taxa de fotossíntese e o peso da matéria seca, assim como os conhecimentos actuais sobre a distribuição de assimilados (Ramos *et al.*, 1983).

À medida que o IAF aumenta, verifica-se uma subida na luz interceptada e na fotossíntese realizada pela cultura, o que se reflecte num incremento exponencial da biomassa. No ambiente mediterrânico do Sul da Península Ibérica, a unidade de assimilação líquida permanece relativamente estável até finais de Março, aumentando

posteriormente como resposta à subida de radiação e temperatura (Garcia del Moral & Ramos, 1989).

As componentes número de espigas  $m^{-2}$  e o número de grãos espiga<sup>-1</sup> passam por fases de aumento e subsequente diminuição, que podem ser coincidentes, sendo possível determinar os momentos críticos do estabelecimento de cada componente e analisar as condições que estimulam o seu aumento ou restringem a sua diminuição (Ramos *et al.*, 1982). Estudos mais exaustivos podem classificar as relações quantitativas dos componentes formadores do rendimento, tanto com as condições ambientais como com as características próprias da planta. Como consequência podem estabelecer-se os seguintes princípios gerais que devem ser considerados na aplicação, de forma racional, das técnicas culturais (Bellido, 1991):

- delimitação dos períodos críticos na formação das componentes individuais do rendimento;
- estimativa do nível de cada componente formadora do rendimento;
- conhecimento do nível óptimo das componentes formadoras do rendimento em culturas de alta produção;
- exploração de técnicas que estimulem a formação e limitem a redução das componentes formadoras do rendimento.

O registo exacto dos processos formadores do rendimento ajuda na tomada de decisões e na economia da cultura, especialmente no que respeita à aplicação de fertilizantes e pesticidas. Também o registo dos agentes que causam uma diminuição do rendimento, como infestantes, doenças e pragas, permite actuar antes que os danos sejam maiores. De igual forma a análise das condições climáticas, para além de ser utilizada para explicar os rendimentos obtidos, pode constituir um arquivo de informação válido para a planificação de operações culturais.

Para estimar o rendimento e a sua estrutura, antes da colheita, pode utilizar-se a fórmula anteriormente mencionada ( $R = E.G.P.10^{-5}$ ), baseada no número de espigas  $m^{-2}$ , no número de grãos espiga<sup>-1</sup> e no peso de 1000 grãos. Após a colheita, para analisar o rendimento e estimar o papel de cada uma das suas componentes, é mais conveniente calcular cada uma delas a partir do peso de 1000 grãos e do rendimento final (Bellido, 1991). O número de grãos por unidade de área é uma característica valiosa da cultura, já que inclui o número de espigas e o número de grãos por espiga, que aparecem sequencialmente durante o processo de desenvolvimento e podem parcialmente coincidir.

O peso de 1000 grãos e o número de grãos  $m^{-2}$  são utilizados para avaliar a relação entre a produção potencial e a capacidade acumulativa de um cereal (Bellido, 1991).

### **3 - FASES CRÍTICAS E ESTRANGULAMENTOS NO DESENVOLVIMENTO DO TRIGO**

#### **3.1 - FASES CRÍTICAS**

A adequada identificação destas fases é essencial para uma agricultura moderna, visto que numerosas operações culturais, tais como a aplicação de fertilizantes azotados de cobertura, de herbicidas ou de reguladores de crescimento, devem ser realizadas nas alturas correctas do desenvolvimento de modo a obter a máxima eficácia. Além disso um bom conhecimento do desenvolvimento apical pode proporcionar informação muito útil sobre outros aspectos do rendimento da cultura, assim como ajuda a interceptar e prever os efeitos causados por condições ambientais desfavoráveis, como as temperaturas extremas e a secura.

A não ser para valores de temperatura muito baixos, o aumento da duração de determinada fase leva a um aumento da produção nessa fase, mesmo que haja uma redução da taxa (Carvalho, 1987).

Com base na possibilidade de influenciar o rendimento, elegemos as seguintes fases críticas do desenvolvimento do trigo:

- afilhamento;
- estágio de aresta dupla e iniciação das flores;
- espigamento;
- ântese;
- enchimento do grão.

##### **3.1.1 - AFILHAMENTO**

A grande duração do período de afilhamento conduz a uma marcada e longa influência ambiental, traduzindo-se em baixos valores de heritabilidade (Hay & Kirby, 1991). Todavia, pode existir possibilidade de compensação em fases posteriores do desenvolvimento do trigo através de outras características.

Para as condições de clima mediterrânico, um bom e equilibrado nível de afilhamento é condição necessária para o sucesso produtivo da cultura do trigo, já que nestas regiões está provado que o número de espigas é uma das principais componentes responsável pelas variações no rendimento causadas pelo efeito dos anos, do genótipo ou da fertilização azotada (Garcia del Moral & Ramos, 1989).

Um elevado nível de afilhamento conduz à existência de filhos que morrem sem produzir espiga, o que além de supor uma perda de assimilados para os que sobrevivem, consomem água e interceptam radiação que poderia chegar aos que produzem grão. Assim, será mais conveniente um nível médio de afilhamento com elevada sobrevivência dos filhos (Garcia del Moral e Ramos, 1989).

Além do genótipo (Dewey & Albrechtsen, 1985), da temperatura (Thorne, 1974), da radiação e da condição hídrica da cultura (Gales, 1983), as técnicas culturais, nomeadamente, a nutrição mineral, a densidade e época de sementeira (Sampaio, 1990, Bellido, 1991), são os factores que mais influenciam a capacidade de afilhamento.

O efeito da temperatura sobre o afilhamento encontra-se estreitamente relacionado com o da luz e muito dependente do genótipo. Em geral, temperaturas elevadas estimulam a formação de primórdios foliares no ápice do colmo principal, o que reduz o número de colmos filhos que se podem formar. As baixas temperaturas, pelo contrário, se bem que atrasem o desenvolvimento dos colmos filhos, favorecem o afilhamento já que diminuem o crescimento das folhas (Garcia del Moral & Ramos, 1989).

A humidade do solo aumenta o número de espigas ao favorecer tanto a formação como a sobrevivência dos colmos filhos. Não obstante, após um período de secura prolongado, o aumento da humidade ainda que aumente o número de colmos formados, não tem repercussão sobre a produção de grão, uma vez que os novos colmos são imaturos, verdes e sem espiga (Garcia del Moral & Ramos, 1989).

A aplicação de fertilizantes azotados, além de aumentar a produção de colmos, dentro de certos limites, também melhora a sua taxa de sobrevivência (Willington & Biscoe, 1974, Blacklow & Incoll, 1981, Willington, 1985 e Garcia del Moral & Ramos, 1989).

A competição por assimilados pode controlar também a sobrevivência, tendo a radiação (Puckridge, 1968, Evans, 1978) e a deficiência hídrica (Johnson & Kanemas, 1982, Hochman, 1982) efeitos acentuados.

### 3.1.2 - ESTÁDIO DE ARESTA DUPLA E INICIAÇÃO DAS FLORES

A iniciação de todos os estádios de desenvolvimento do meristema apical está fortemente influenciada pelo genótipo e sua resposta ao fotoperíodo e à temperatura e, em certa medida, pode ser modelada pelas operações culturais (Hay & Kirby, 1991). A data de sementeira, por exemplo, determina fortemente a temperatura e o fotoperíodo durante as fases de desenvolvimento do ápice, o que por sua vez influenciará o início e a duração de cada fase (Garcia del Moral & Ramos, 1989 e Hay & Kirby, 1991).

O estágio de aresta dupla ocorre, cronologicamente, muito próximo da iniciação da folha bandeira e caracteriza-se pela transição do período vegetativo para o reprodutivo (Delécolle *et al.*, 1989). A data em que se verifica depende do genótipo e da sua resposta à vernalização e sensibilidade ao fotoperíodo. Desta forma, o período que medeia entre a sementeira e a iniciação do primórdio floral é diferente quando estamos em presença de genótipos com hábitos de crescimento de inverno, de primavera ou facultativos. É mais longo no primeiro caso, dependendo, estritamente, da temperatura e da acção do período de luz. Como ocorre durante o afilhamento, é por isso afectado pelos factores que regulam esta característica (Hay & Kirby, 1991).

A iniciação das espiguetas, situada entre a iniciação do primórdio floral e a iniciação das flores, vai condicionar o número de espiguetas espiga<sup>-1</sup>. A taxa de iniciação das espiguetas depende, fundamentalmente, do clima (temperatura e fotoperíodo), do genótipo e das técnicas culturais (data e densidade de sementeira) (Hay & Kirby, 1991).

A iniciação das flores ocorre ainda antes da fase de espiguetas terminal (Hay & Kirby, 1991) o que em termos de estádios fenológicos, nos localiza no fim do afilhamento. Esta altura normalmente coincide com o estágio de máximo número de primórdios, de modo que o desenvolvimento da planta determina o tamanho potencial da capacidade de armazenamento, ou seja, o número potencial de grãos por unidade de área (Kirby & Appleyard, 1987).

### 3.1.3 - EPIGAMENTO

O desenvolvimento da espiga associado com a formação dos órgãos reprodutores, os subsequentes processos de polinização e fecundação e finalmente a formação do grão, determinam o êxito da cultura (Ramos *et al.*, 1985). As diferenças interanuais de rendimento podem explicar-se na base das relações entre as condições climáticas e o decurso da organogénese. Isto coloca em evidência a importância prática de analisar o

crescimento e desenvolvimento da cultura para determinar os estádios críticos de formação das componentes do rendimento, e decidir sobre a melhor época para realizar determinadas técnicas culturais.

O aumento e diminuição no número de órgãos associado com os respectivos processos de crescimento e desenvolvimento, permite, em certa medida, uma compensação entre tais componentes individuais, a qual contribui para a produtividade da espiga (Garcia del Moral & Ramos, 1989). Por isso um número baixo de órgãos formados durante os estádios mais precoces de desenvolvimento pode ser corrigido, sob condições favoráveis, mais tarde, por órgãos formados durante os estádios seguintes de desenvolvimento da espiga. Como a capacidade de compensação das componentes da produtividade da espiga formadas até ao final do seu desenvolvimento é muito limitada, ou nula, devido a ocorrerem em condições desfavoráveis, o êxito dos órgãos desenvolvidos mais precocemente torna-se muito importante para a produtividade (Bellido, 1991).

Existem diferenças genéticas na capacidade potencial de compensação e na aptidão para compensar em determinados órgãos específicos (Ramos *et al.*, 1982). Nas condições de cultura as plantas estão expostas, em várias fases ao longo do seu crescimento e em diferentes períodos, a um ou mais factores adversos. A estabilidade do rendimento de um determinado genótipo, sob diferentes condições de clima e solo, pode, por isso, depender da sua capacidade compensatória.

Os factores ambientais modificam o desenvolvimento da espiga através da sua influência sobre a velocidade e duração do período de diferenciação floral (afectado principalmente pelo fotoperíodo e pela temperatura) e sobre a repartição de fotoassimilados (o qual depende principalmente da intercepção da luz e das disponibilidades de azoto) (Thorne, 1974). Em geral fotoperíodos longos aceleram a floração e estimulam a velocidade de produção de primórdios florais, mas encurtam a sua duração, pelo que reduzem o número de grãos espiga<sup>-1</sup> e o número de folhas formadas colmo<sup>-1</sup>. Pelo contrário, os fotoperíodos curtos favorecem a produção de folhas porque alargam o período vegetativo de iniciação das mesmas e atrasam a indução floral (Garcia del Moral & Ramos, 1989).

Quando ocorre a emergência da espiga todas as flores estão formadas. A temperatura e o fotoperíodo são os principais factores de controlo do espigamento, sendo diferente consoante estamos em presença de trigos de inverno, de primavera ou facultativos



(Hay & Kirby, 1991). Todavia, a partir desta fase os diferentes tipos fisiológicos comportam-se de forma semelhante.

#### 3.1.4 - ÂNTESE

A duração do dia, a temperatura e as condições de humidade são os factores que exercem maior controlo sobre a fase de antese (Thorne, 1974). As temperaturas elevadas e a deficiência de água tendem a proporcionar uma aceleração no desenvolvimento da planta, tornando, por vezes, o espigamento e a antese quase simultâneos. A seca ou o excesso de água podem provocar esterilidade nas flores, da mesma forma que temperaturas excessivamente baixas, inferiores a certos valores críticos (Bellido, 1991). O número de flores depende tanto da velocidade como da duração das fases de desenvolvimento do meristema apical (Hay & Kirby, 1991). Há que ter em conta que existe uma tendência, consequência da domesticação, para a quase simultaneidade de floração nas numerosas flores da inflorescência. Este carácter é muito importante na formação do número de grãos, determinado pela morte e/ou aborto de algumas flores, e no seu crescimento equilibrado.

As altas temperaturas e a seca afectam negativamente a formação dos órgãos reprodutores, induzindo esterilidade do pólen (Ramos *et al.*, 1985). A produção de grão é particularmente reduzida nestes casos, não só durante o período da formação do pólen como também durante a antese e a fecundação. Os investigadores referidos salientam ainda que o desenvolvimento do pólen é também sensível à intensidade da luz, de tal forma que, uma baixa intensidade luminosa durante a formação do pólen reduz a sua produção nas anteras. A deficiência de água no solo quando severa impede a formação de pólen fértil, conduzindo a esterilidade masculina, sobretudo nas espiguetas do ápice e da base da espiga (Garcia del Moral & Ramos, 1989).

A duração da viabilidade do pólen depende, portanto, das condições meteorológicas. Existem efeitos adversos sobre a germinação do pólen devido a uma baixa humidade do ar, alta temperatura e radiação directa do sol (Ramos *et al.*, 1985 e Bellido, 1991). A polinização e a fecundação do trigo podem ocorrer a um máximo de temperatura de 32°C, com um óptimo compreendido entre 18 e 24°C e um mínimo de 10°C. A velocidade de polinização e de fecundação é afectada pelas temperaturas extremas e pela nutrição azotada (Garcia del Moral & Ramos, 1989). Temperaturas suaves (Wardlaw, 1970, Fischer & Maurer, 1976, Rawson & Bagga, 1979, Smika & Shawcroft, 1980, Frank & Bauer, 1982, Amores-Vergara & Cartwright, 1984, Hammes & Marshall, 1986) e alta

intensidade luminosa (Evans, 1978, Fischer & Stockman, 1980, 1982, Hammes & Marshall, 1986) são condições ótimas para o processo de polinização e fecundação e, portanto, para a formação do grão, ao produzir-se um lento crescimento e uma alta produção de hidratos de carbono. A diminuição da formação de grãos devido a baixa intensidade de luz pode dever-se a um baixo nível de fotossíntese. Quando ocorre um déficit hídrico durante a ântese e fecundação formam-se menos grãos por espiga (Wardlaw, 1967, Slatyer, 1969, Nix & Fitzpatrick, 1969, Johnson & Kanemas, 1982, Hockman, 1982).

O número de grãos espiga<sup>-1</sup> vai sendo definido durante um período relativamente longo do desenvolvimento da planta, que vai desde o início da diferenciação das espiguetas até ao vingamento do grão após a ântese (Carvalho, 1987 e Slafer *et al.*, 1996). De uma forma geral, o alongamento do ciclo entre estas duas fases conduz a um aumento do número de grãos espiga<sup>-1</sup> mesmo que este aumento da duração seja acompanhado de uma diminuição da taxa de crescimento (Friend, 1965, Halse & Weire, 1970, Rawson & Evans, 1971, Yoshida, 1972).

Importa salientar o desenvolvimento convergente, pelo encurtamento das fases devido à temperatura e ao fotoperíodo, que conduz a uma sincronia para as fases de ântese e maturação, mais acentuada nos genótipos de inverno, com período vegetativo mais longo, e menos nos de primavera (Hay & Kirby, 1991).

### 3.1.5 - ENCHIMENTO DO GRÃO

O período de enchimento do grão condiciona o peso do grão, o qual pode ser afectado pelas condições ambientais nas fases anteriores à ântese, pois delas depende a área fotossintética à ântese (Thorne, 1974). O peso final de um grão depende da taxa e duração do período do seu crescimento, sendo normalmente esta última mais importante (Wardlaw, 1970, Sofield *et al.*, 1977, Wardlaw *et al.*, 1980). Todavia, situações em que a maturação é forçada por temperaturas elevadas após a ântese, o peso de um grão está mais relacionado com a taxa de crescimento do grão (Sayed & Gadallah, 1983) na qual a variedade tem grande influência (Sofield *et al.*, 1977, Bruckner & Frohberg, 1987). De facto a taxa elevada e rápido enchimento do grão podem contribuir para melhorar o peso do grão e a produção em ambientes onde o ciclo tem de ser mais curto (Nass & Reiser, 1975), ou onde o “stress” depois da ântese pode ser severo (Sayed & Gadallah, 1983).

Nos ambientes mediterrânicos as temperaturas altas são frequentes durante esta fase causando um aumento da taxa de enchimento do grão (Maçãs, 1996). Contudo, este aumento não compensa a redução da duração do processo de desenvolvimento (Sofield *et al.*, 1977, Wardlaw *et al.*, 1980, 1989) o que, conseqüentemente, pode resultar na diminuição do tamanho do grão. De acordo com Perry & D'Antuono (1989), os programas de melhoramento na Austrália têm favorecido a selecção de materiais capazes de produzir muitos grãos por unidade de superfície, mas de menor peso. Genótipos capazes de encher rapidamente o grão atingem a maturação fisiológica antes que o crescimento seja limitado por falta de água (Bruckner & Froberg, 1987). Da mesma forma, em áreas com riscos de geadas tardias, cultivares que atrasam a ântese mas que apresentam um rápido crescimento do grão, reduzem os riscos provocados pelas geadas não sendo prejudicadas pela falta de água na fase terminal (Loss *et al.*, 1989).

O aumento da temperatura provoca uma redução da duração do enchimento do grão e, conseqüentemente, no peso do grão (Wiegand & Cuellar, 1981). Ao contrário do que se verifica com esta duração do enchimento do grão, muito influenciada pelas condições ambientais, a taxa de crescimento apresenta uma heritabilidade que varia entre 60 e 92% (Loss & Siddique, 1994). Como não tem sido detectada nenhuma relação genética entre a taxa e a duração do enchimento do grão (Gebeyehow *et al.*, 1982) a selecção simultânea para taxa mais elevada e menor duração, pode ser realizada sem prejuízo do tamanho do grão. No entanto, para as zonas mediterrânicas, onde grãos grandes têm sido associados a menor quantidade, estas características devem ser consideradas simultaneamente com a possibilidade de obter elevado número de grãos por unidade de superfície (Maçãs, 1996).

Apesar de grãos pequenos estarem associados a períodos mais longos de enchimento, Blum *et al.*, (1983) encontraram que o tamanho pequeno é um importante atributo quando se pretende seleccionar para tolerância ao "stress" hídrico durante o processo da formação do grão. A vantagem dos grãos pequenos deve, no entanto, ser considerada somente no contexto da ocorrência de "stress" depois da ântese (Maçãs, 1996). Isto porque face a um "stress" intermitente nas fases anteriores à ântese, os grãos maiores podem oferecer algumas vantagens como forma de compensar a supressão de outras componentes da produção determinadas durante os períodos de "stress" (Begg & Turner, 1976).

Nas condições do sul de Portugal, para reduzir a duração do período de enchimento do grão e garantir boas produções, o melhorador deverá tentar combinar a elevada taxa de

enchimento do grão com um adequado número de grãos  $m^{-2}$  e ciclo de desenvolvimento ajustado ao padrão ambiental (Maçãs, 1996).

As condições ambientais, nomeadamente, a temperatura (Wardlaw, 1970, Sofield *et al.*, 1977, Wardlaw *et al.*, 1980, Smika & Shawcroft, 1980, Wiegand & Cuellar, 1981, Bhullar & Jenner, 1983), a radiação (Evans, 1978), a deficiência hídrica (Slatyer, 1969, Hockman, 1982) e a deficiência de azoto influenciam significativamente e negativamente o peso médio de um grão, provocando esta última uma aceleração na senescência das folhas (Gifford, 1981).

O período da ântese à maturação fisiológica é mais ou menos constante em termos de Dias Grau Crescimento (cerca de 650) (Loss *et al.*, 1989), desde que o enchimento do grão não termine prematuramente devido a situações severas de “stress” (Hay & Kirby, 1991).

O tamanho final do grão é fortemente influenciado pelo número de células do endosperma, fixado nas fases iniciais do desenvolvimento do grão, enquanto que o seu aumento de peso é devido à formação de amido e à síntese de proteínas a partir dos aminoácidos translocados desde as partes vegetativas (Garcia del Moral & Ramos, 1989).

A contribuição dos hidratos de carbono armazenados até à ântese para o peso final de grão pode ser de 10 a 20%, aumentando nos anos secos e quentes, chegando a ser maioritária (50% ou mais, no caso da cevada), presumivelmente, porque a fotossíntese depois do espigamento se encontra muito restringida devido à falta de água e porque a necessidade de assimilados para os grãos em desenvolvimento é muito alta nas condições de temperaturas elevadas (Ramos *et al.*, 1983).

A grande importância das reservas da pré-ântese para o enchimento do grão em áreas secas e quentes, como o sul de Portugal, apoia-se nas elevadas correlações estatísticas encontradas entre a produção de grão e o peso seco da cultura no momento de máximo desenvolvimento da área foliar, ou seja próximo da ântese (Ramos *et al.*, 1982 e Maçãs, 1996). Neste momento pode produzir-se uma elevada acumulação de fotoassimilados nos órgãos vegetativos dado que as condições ambientais são óptimas para a fotossíntese (elevada radiação, humidade suficiente e temperatura moderada), enquanto que o crescimento quase terminou e ainda não se iniciou o desenvolvimento dos grãos.

Na situação de clima mediterrânico, a contribuição dos assimilados de reserva, resultantes principalmente de hidratos de carbono solúveis não estruturais armazenados no colmo antes da ântese e durante a primeira fase do crescimento do grão, é considerável e

pode ser decisiva para o enchimento do grão (Gallagher *et al.*, 1975, Ramos *et al.*, 1985 e Blum & Pnuel, 1990).

As modernas cultivares semi-anãs parecem ser mais eficientes na remobilização da matéria seca acumulada antes e depois da ântese quando comparadas com os genótipos mais antigos de palha alta (Pheloung & Siddique, 1991). O melhoramento da eficiência de remobilização dos assimilados de reserva pode proporcionar avanço no índice de colheita e na produção de grão (Maçãs, 1996).

A contribuição dos fotoassimilados produzidos depois da ântese nas partes verdes por cima do nó da folha bandeira (limbo e bainha da folha bandeira, espiga e seu pedúnculo) é variável, sendo a maior parte proveniente da folha bandeira e da espiga (Thorne, 1982). No caso da cevada, a máxima actividade fotossintética das espigas tem lugar às três semanas após a ântese e a sua contribuição para a fotossíntese total da cultura no período de maturação estima-se entre 10 e 40% (Ramos *et al.*, 1982).

As variedades aristadas são mais produtivas nas regiões secas (Evans *et al.*, 1972 e Olugbemi *et al.*, 1976) porque as aristas podem constituir até 50% da capacidade fotossintética da espiga e o seu nível de respiração é particularmente baixo, representando somente 30% da respiração da totalidade da espiga (Ramos *et al.*, 1983). Além disso as espigas podem, nestas regiões, aumentar a eficiência do uso da água, modificar o balanço térmico e a turbulência na superfície da cultura (diminuindo assim a temperatura das espigas e a sua taxa de respiração) e estimular o transporte de citoquininas (produção de maior número de células no endosperma e, conseqüentemente, aumento da capacidade de armazenamento dos grãos) (Garcia del Moral & Ramos, 1989).

Na cevada, a folha bandeira e o pedúnculo da espiga participam no fornecimento de assimilados aos grãos numa quantidade que pode oscilar entre 40 e 70%, dependendo da variedade e das condições ambientais, contribuindo ambos quase na mesma proporção (Ramos *et al.*, 1982).

Nos ambientes mediterrânicos, as variações de rendimento encontram-se determinadas, na sua maior parte, pelo período de pré-ântese, através de modificações no número de espigas  $m^{-2}$  e da biomassa na ântese e em muito menor grau pela duração da área foliar (DAF) ou pela eficiência assimiladora durante a maturação (EAM) (Ramos *et al.*, 1982). Este facto pode ser explicado pelas elevadas temperaturas, alta radiação e escassez de água durante o enchimento dos grãos que precipitam a maturação do trigo e aceleram a senescência das suas folhas. Além disso, o movimento compensatório de

reservas desde os órgãos vegetativos, visa estabilizar o peso dos grãos, pelo que esta componente do rendimento está debilmente relacionada com a produção de grão (Garcia del Moral & Ramos, 1989)

### 3.2 - ESTRANGULAMENTOS

Os estrangulamentos à cultura do trigo na região mediterrânica advêm da irregularidade e imprevisibilidade do clima, o que não só impõe limitações à produtividade da cultura do trigo como também influencia a tecnologia óptima a utilizar, nomeadamente o nível de incorporação de azoto e herbicidas e a variedade a eleger (Carvalho, 1994). Deste modo podemos indicar como estrangulamentos, as seguintes situações:

- irregularidade do início da estação das chuvas;
- irregularidade da precipitação de Outono-Inverno;
- irregularidade da precipitação de Primavera (Abril-Maio);
- elevadas temperaturas no final da Primavera e no Verão;
- geadas tardias (Primavera).

#### 3.2.1 - IRREGULARIDADE DO INÍCIO DA ESTAÇÃO DAS CHUVAS

A data óptima de sementeira é, com frequência, limitada pela incerteza do início da estação das chuvas, sendo por isso necessário procurar as melhores condições na época tradicional de sementeira e seleccionar o genótipo mais adequado. Tal procura não é fácil dada a extrema variabilidade da precipitação que pode proporcionar as condições desejadas. Regato *et al.* (1993) referem que na Estação Meteorológica de Beja, para o período de 1950 a 1986, os coeficientes de variação para a precipitação caída nos meses de Setembro (13,9 mm), Outubro (33,4 mm) e Novembro (66,4 mm) são, respectivamente, 96,5%, 91,5% e 62,9%. Também o número de dias com precipitação superior a 1 mm fornece coeficientes de variação elevados, 74,1% para Setembro (2 dias), 70,9% para Outubro (5 dias) e 51,2% para Novembro (7 dias).

#### 3.2.2 - IRREGULARIDADE DA PRECIPITAÇÃO DE OUTONO-INVERNO

O nível de precipitação de Outono-Inverno condiciona não só a adubação azotada a fornecer e os esquemas de herbicidas a utilizar, mas também a possibilidade real destas operações poderem ser executadas em tempo oportuno (Carvalho, 1994).

A quantidade de precipitação que ocorre entre os meses de Setembro e Fevereiro pode atingir 77% do total anual na região de Beja (Regato *et al.*, 1993). Desta forma, apesar da irregularidade interanual da precipitação, podem ocorrer situações de encharcamento temporário.

Quando se verifica excesso de água no Inverno, coincide com as primeiras fases de crescimento das plantas e tem especial efeito sobre o crescimento do sistema radical. De facto, a abundância de água próxima das raízes da planta, não estimula o crescimento das raízes, o qual se torna necessário em fases mais adiantadas do ciclo cultural quando a água é escassa. Nesta altura quando se verificam, frequentemente, fenómenos de deficiência hídrica, o maior comprimento das raízes conduziria a um maior volume de solo a explorar, conseqüentemente, a maior disponibilidade de água.

Na região de Beja, devido às características dos solos, as produções dos anos secos são inferiores à média dos muito chuvosos (Feio & Henriques, 1986). De facto, no ano de 1980/81, numa área de 491 hectares de “Barro”, a produção foi de 206 kg de trigo por hectare com uma precipitação total anual de 203 mm (Feio & Henriques, 1986).

### 3.2.3 - IRREGULARIDADE DA PRECIPITAÇÃO DE PRIMAVERA

Este período coincide com uma das fases em que se determina uma das componentes do rendimento, concretamente o peso do grão. A deficiência hídrica que se manifesta com alguma regularidade nesta época limita a formação e o enchimento do grão. Na região de Beja, a estação de crescimento definida por Regato *et al.* (1993) como o período compreendido entre o mês em que a precipitação iguala um décimo da evapotranspiração potencial e o mês em que o armazenamento de água no solo é maior ou igual que 10% da capacidade utilizável, vai de Setembro a Maio/Junho. Todavia o período favorável ao crescimento, sem limitações hídricas (armazenamento de água no solo superior a 30% da capacidade utilizável -  $A > 30\% \text{ CU}$ ) verifica-se de Dezembro a Abril/Maio. A precipitação medida de Abril/Maio é, respectivamente, 48,7 mm e 22,5 mm, mas com coeficientes de variação de 65,3% e 83,8% (Regato *et al.*, 1993).

### 3.2.4 - ELEVADAS TEMPERATURAS NO FINAL DA PRIMAVERA E NO VERÃO

O stress térmico desta altura do ano pode afectar várias fases críticas do ciclo biológico das plantas, tais como: a ântese, a fecundação, a formação e o enchimento do grão. Apesar das temperaturas médias, na região de Beja, serem relativamente amenas

(Abril-13,8°C, Maio-16,9°C e Junho-20,8°C), as temperaturas máximas absolutas (Abril-29,6°C, Maio-35,4°C e Junho-40,1°C) são demasiado elevadas (Regato *et al.*, 1993).

A temperatura ao provocar um aumento na taxa de crescimento e uma aceleração no desenvolvimento, tende a diminuir a duração do período de enchimento do grão, o que pode conduzir a uma diminuição do peso do grão (Asana & Williams, 1965, Wardlaw, 1970, Sofield *et al.*, 1977, Wiegand & Cuellar, 1981, Bhullar & Jenner, 1983, Amores-Vergara & Cartwright, 1984). Contudo, outros autores embora detectando uma redução da duração do enchimento com o aumento da temperatura, afirmam que o seu efeito no peso de um grão é variável dependendo também do efeito sobre a taxa de crescimento (Fischer & Maurer, 1976, Wardlaw *et al.*, 1980). Estes últimos referem que o aumento da temperatura de 15/10°C (diurna/nocturna) para 21/16°C diminui a duração mas aumenta a taxa de crescimento do grão pelo que o efeito sobre o peso de um grão é pequeno. O aumento da temperatura de 21/16°C para 30/25°C provoca nova redução do período de enchimento sem alterar a taxa pelo que se verifica uma substancial redução do peso de um grão.

Ao efeito das elevadas temperaturas adiciona-se, nesta altura do ano, o efeito da deficiência hídrica, comprometendo seriamente as produções.

### 3.2.5 - GEADAS TARDIAS

Na região de Beja a última geada do ano agrícola ocorre, em média, entre 1 de Março e 15 de Abril (Reis & Gonçalves, 1987). A extensão do período, por si só, limita muito a utilização de genótipos com hábito de crescimento de primavera, precoces ao espigamento e à floração. Quando utilizados, estes genótipos com crescimento contínuo, podem ser fortemente afectados na sua produção pela ocorrência de geada em fases críticas do seu ciclo biológico, como é o caso do espigamento e da floração.

As temperaturas baixas e geadas de Primavera podem provocar vários prejuízos dada a sensibilidade das espigas do trigo durante um período bastante longo, que vai desde cerca de 15 dias antes do espigamento até quase ao momento do grão ficar completamente formado (Sampaio, 1990).

Os danos ocasionados por estas geadas primaveris são muito maiores que os produzidos pelas geadas de Inverno, já que naquela estação a planta se encontra em pleno crescimento com abundância de tecidos jovens muito aquosos, com a espiga em condições de ser afectada e com menor possibilidade de compensar, posteriormente, os danos



sofridos. Os órgãos florais são os mais atingidos causando o aborto floral, impedindo a formação do grão ou destruindo este quando se encontra na fase leitosa (Sampaio, 1990).

Considerando todos estes estrangulamentos, aconselha-se o uso de cultivares com desenvolvimento lento até ao espigamento e rápido enchimento do grão, principalmente quando se pretende efectuar sementeiras no cedo (Maças, 1990). Para obtenção de cultivares de ciclo mais longo, pelo alongamento do período vegetativo, utilizam-se como critérios de selecção a sensibilidade ao fotoperíodo por este não apresentar variação interanual e a necessidade moderada de vernalização (Maças *et al.*, 1994), ou seja, cultivares de ciclo facultativo. Estas têm sido obtidas a partir dos cruzamentos artificiais entre trigos de inverno e de primavera, partindo de variedades com hábito de primavera, com comprovada adaptabilidade e alto valor tecnológico nos quais se procura a incorporação de genes de trigos com hábito de inverno.

## 4 - MOBILIZAÇÃO DO SOLO

### 4.1. - GENERALIDADES

A mobilização do solo tem como finalidade a melhoria das condições do solo que afectam o desenvolvimento da cultura, por forma a manter ou aumentar os níveis de produção.

O sistema de mobilização do solo tem sido, desde há muito tempo, entendido como um conjunto de operações que apresenta a lavoura como operação primária de preparação do terreno, seguindo-se operações secundárias de fragmentação (Carvalho *et al.*, 1991a).

São apontados a este sistema os seguintes objectivos principais:

- descompactação, de modo a facilitar o crescimento das raízes e a circulação da água e do ar;
- controlo das infestantes;
- preparação da cama para a semente.

Importa salientar, tal como refere Carvalho (1993), que a decisão sobre a necessidade ou não de se realizar a operação de descompactação do solo requer, pelo menos, uma observação visual do perfil do solo, o que muito raramente é feito na prática corrente de uma exploração agrícola. Assim, aquela que é a operação mais cara do sistema

de mobilização do solo, é realizada normalmente sem nenhum critério técnico que fundamente a sua execução.

Ao contrário do que, com frequência se verifica, o trabalho do solo não deverá ser visto como uma série de operações comuns nem como uma receita aplicável a várias condições. As técnicas culturais dependem do solo, do clima e da cultura em causa (Trochard & Lajou, 1994), por isso torna-se necessário determinar para cada situação particular, a solução que melhor se adapta dos pontos de vista agronómico, ecológico e económico.

Até à Segunda Guerra Mundial a necessidade de lavrar e cultivar o solo praticamente não foi posta em causa (Allen, 1981). Em 1943 Faulkner referido por Phillips & Young (1973) critica a utilização da charrua, considerando-a a principal causa da erosão do solo ocorrida nos EUA nos anos 20 e 30. Dois anos mais tarde, em 1945, Russel, referido por Allen (1981), apresenta os resultados de ensaios realizados em Rothamsted e Woburn entre 1930 e 1939 em que compara a técnica de mobilização tradicional (MT) com a mobilização reduzida (MR), concluindo que a lavoura só é superior quando produz um controlo mais eficaz das infestantes.

Todavia, a falta de alternativas no controlo das infestantes desmotivou a procura de processos alternativos de mobilização do solo. Só a partir da década de 50 com o desenvolvimento dos herbicidas e em especial da década de 70 com a crise energética, se criaram as condições no sentido de procurar alternativas à mobilização tradicional do solo (Carvalho *et al.*, 1991a).

É da disponibilidade de herbicidas para controlar as infestantes sem afectar a cultura que vai depender, para cada situação, a adaptabilidade da mobilização reduzida e da não mobilização (Shear, 1985).

O interesse dos agricultores pelos novos sistemas de mobilização surge como consequência do aumento do custo da mão-de-obra, das máquinas e dos combustíveis e, sobretudo, do desenvolvimento dos herbicidas (Allen, 1981).

A charrua de aivecas começa a ser substituída, durante os anos 50, pelo escarificador pesado (“chisel”), pela charrua de discos e por outras máquinas de mobilização primária do solo e são conduzidas as primeiras experiências para eliminar toda a mobilização (Phillips & Young, 1973).

Mais recentemente, às preocupações de natureza ecológica, onde se evidenciam os efeitos das lavouras efectuadas em condições inadequadas, assim como das mobilizações

---

complementares excessivas e fora de época (Allen, 1981), vem juntar-se uma preocupação de natureza energética. De facto, importa salientar que a maior parte do combustível utilizado na agricultura é consumido pelas máquinas operadoras, sendo quase metade deste quantitativo distendido na mobilização do solo, o que mostra bem a necessidade de reduzir as intervenções mecânicas e de combinar várias máquinas numa só passagem com o objectivo de aumentar a eficiência (Toniolo, 1977).

#### 4.2 - RACIONALIZAÇÃO DO TRABALHO DO SOLO

O desenvolvimento de alternativas à técnica de mobilização do solo tradicionalmente utilizada, em que a lavoura com charrua de aivecas assume especial relevo, deve-se a várias razões, destacando-se entre elas as seguintes (Silva, 1989):

- o perigo que a mobilização excessiva pode representar para a conservação do solo cultivado; este risco é agravado como refere Delgado (1986), por um critério inadequado de utilização baseado no princípio de que, se o trabalho do solo favorece a produção, a intensificação desta prática deve conduzir a aumentos de produção da cultura;

- a pressão económica no sentido da redução dos custos de produção em agricultura.

Se no passado, os trabalhos de preparação do solo foram frequentemente considerados como uma operação sistemática, a evolução dos constrangimentos económicos dos últimos anos obriga hoje a racionalizá-los de uma forma muito precisa. Todavia, como para todas as outras técnicas culturais, qualquer modificação da técnica não deverá ser efectuada com detrimento do potencial da cultura.

A forma como se trabalha o solo é um dos poucos factores onde ainda é possível reduzir os encargos, sem afectar o rendimento. Carvalho (1993) refere que a tracção pode representar 42% dos custos totais da cultura do trigo, indo até 86% no caso da cultura do girassol, sendo a mobilização do solo a principal componente.

De modo a contrariar ou a atenuar esta problemática têm surgido algumas alternativas às tradicionais técnicas de mobilização do solo. A técnica de mobilização mínima, que se pretende que seja a mais barata, a mais rápida e a que causa o menor impacto ambiental (Carvalho, 1993) pode, se convenientemente utilizada, atingir os objectivos pretendidos com o mínimo de esforço e tempo, conduzindo naturalmente a menor compactação e risco de erosão.

Contudo, a redução do trabalho do solo não pode ser considerada em todas as situações. Antes de tomar uma decisão, será conveniente conhecer o estado do solo onde se pretende suprimir a mobilização profunda (lavoura), verificar se dispomos de condições necessárias à implantação de uma cultura sem esta mobilização e conhecer as precauções a tomar para não limitar o potencial da cultura (Trochard & Lajou, 1994).

Um dos objectivos prioritários da mobilização mínima é a conservação do solo, para a qual as técnicas culturais utilizadas deverão possibilitar a manutenção à superfície de pelo menos 20-30% dos resíduos da cultura anterior (Fernández & Quintanilla, 1988), embora Carvalho *et al.* (1991a) refiram que não existe um limite fixo de quantidade de resíduos a deixar à superfície do terreno, dependendo este das condições do meio. Estes sistemas de mobilização de conservação, que resultam da utilização racional e eficiente da mobilização, podem ser muito diversificados. Contudo, os objectivos de conservação do solo, como sejam a manutenção dos resíduos da cultura anterior e a redução do número de operações de mobilização, estão sempre presentes. As técnicas de mobilização utilizadas nestes sistemas pressupõem ainda (Roque, 1993):

- melhoria da estrutura do solo;
- redução da erosão do solo;
- conservação da humidade no solo;
- menor compactação;
- redução dos gastos de combustível;
- redução do tempo necessário para cultivar um hectare.

Em Portugal não é possível, actualmente, estimar qual a área onde se empregam técnicas de conservação do solo como é o exemplo da mobilização mínima. Contudo temos a noção que se situa muito aquém do que seria técnica e economicamente desejável. A situação irá certamente evoluir no sentido do aumento destas áreas, já que a conjuntura agrícola actual que evoluiu da reforma da PAC e dos acordos do GATT, resultantes do Uruguay Round, irá exercer pressão sobre os agricultores, pelo menos, no sentido da redução dos custos de produção.

Noutros países a mobilização mínima, entendida como uma técnica de conservação do solo, utilizada há vários anos, tem evoluído de uma forma progressiva em termos de área. Roque (1993) refere três exemplos:

- na Austrália, no ano de 1983, estimava-se que cerca de 17% da superfície em que se cultivavam cereais (mais de três milhões de hectares) se utilizava uma das técnicas de

mobilização mínima, correspondendo a que em cada três agricultores australianos um era utilizador destas técnicas;

- nos Estados Unidos, segundo estimativas do Departamento de Agricultura, no ano de 1984, as técnicas de mobilização mínima empregavam-se em cerca de 25-40% da superfície e no ano 2000 espera-se atingir 80% da superfície cultivada;

- em Espanha, no ano de 1987, as técnicas de conservação do solo (mobilização mínima) eram utilizadas em cerca de 35000 hectares e a evolução foi de tal forma significativa que, em 1993 a área cultivada aumentou para 225000 hectares.

#### 4.3 - SEMENTEIRA DIRECTA

A sementeira directa (SD) é uma das técnicas ou um caso particular de um sistema de mobilização reduzida ou de conservação (Carvalho *et al.*, 1991a), que consiste em implantar uma cultura sobre os resíduos da anterior, utilizando para o efeito semeadores apropriados.

A única mobilização do solo é realizada pelo próprio semeador no momento em que deposita a semente. Todas as restantes mobilizações são substituídas pela aplicação de um herbicida para controlo das infestantes.

A SD, havendo disponibilidade do respectivo semeador, é um sistema que pode ser empregue na sementeira de um solo onde a análise do perfil não indique existência de limitações ao crescimento das raízes em profundidade (Carvalho, 1993). Neste caso a SD apresenta-se como alternativa realizável e realista ao sistema tradicional com lavoura, conduzindo à utilização de menos tempo necessário, de menores encargos e à menor compactação do solo. É pois o sistema de mobilização mínima que, perante a análise das condições do solo existentes e as pretendidas, face ao equipamento disponível e à alteração das condições do solo a cada momento, atinge os objectivos propostos, com um mínimo de custos económicos e ambientais (Carvalho, 1993).

As operações de mobilização profunda, além de, na maioria das situações, não aumentarem a produção das culturas conduzem a uma maior perda de solo por erosão. Em talhões experimentais situados na Herdade Experimental da Mitra - Universidade de Évora e durante uma cultura de trigo, foram perdidos por erosão 7 t ha<sup>-1</sup> de solo com lavoura, enquanto que com a SD, devido ao menor número de operações realizadas, se reduziram

significativamente as perdas de solo por erosão ( $2 \text{ t ha}^{-1}$ ) (Carvalho, 1993), por oxidação e destruição dos agregados e a compactação (Roque, 1993).

A SD proporciona ainda uma melhor conservação da humidade no solo devido essencialmente à redução do efeito dessecante das mobilizações, à protecção do solo contra a acção do sol e do vento e ao aumento da proporção da microporosidade (Fernández & Quintanilla, 1988).

A mobilização do solo representa cerca de 40% dos custos de produção dos cereais e cerca de 80% na produção do girassol, no sistema tradicional (Carvalho, 1993 e Roque, 1993). A SD permite reduzir estes custos para menos de 10%, pelo que o rendimento económico da cultura aumenta substancialmente; no caso dos cereais, a redução dos custos pode atingir  $30000\$00 \text{ ha}^{-1}$  (Roque, 1993).

Também o tempo necessário para as operações culturais até à sementeira fica reduzido a cerca de 2 horas  $\text{ha}^{-1}$ , caso haja necessidade de proceder à distribuição de resíduos, ou a menos de 0,5 horas  $\text{ha}^{-1}$  para aplicação do herbicida (Quadro 4.1), quando não houver necessidade de espalhar os resíduos, o que conduz, conseqüentemente, à redução do consumo de combustível. Esta redução do tempo de trabalho é muito importante para zonas onde os dias disponíveis são escassos e nos casos em que os agricultores têm tempos de trabalho muito ajustados.

Quadro 4.1 - Tempos de trabalho das operações preliminares da sementeira em várias situações (Adaptado de Carvalho, 1993).

Operações para preparação da sementeira	Horas de trabalho ( $\text{h ha}^{-1}$ )		Área total calcada (%)	Produto extra
	Parcial	Total		
Charrua	2,5	5,5	165	
Grade de discos (3×)	3,0			
Chisel	1,0			
Vibrocultor	0,5	1,7	54	Herbicida
Pulverizador	0,2			
Escarificador	0,8	1,3	47	
Vibrocultor	0,5			
Pulverizador	0,2	0,2	7	Herbicida
Semeador (SD)				

A diminuição do número de mobilizações, bem como a presença dos resíduos vegetais melhoram a infiltração da água, reduzem a erosão e compactação (área calcada), mantêm a humidade no solo e aumentam o teor do solo em matéria orgânica (Tebrügge, 1989, Roque, 1993). Desta forma, o número de minhocas e de microorganismos que vivem associados à matéria orgânica do solo aumenta, assim como a população das aves (Belmonte, 1992). Estes dois últimos conjuntos de factores podem, a médio prazo, aumentar o potencial produtivo do solo, pelo que as produções podem também aumentar. As produções são semelhantes às do sistema tradicional e mantêm-se mais estáveis em anos secos (Monsanto, 1987). Em muitos casos podem verificar-se produções superiores em 5-15% (Monsanto, 1987) e os rendimentos económicos mais elevados dependentes, obviamente, da cultura e da zona agroclimática. Importa salientar que, nos resultados obtidos por Arnal (1991), no sistema de SD, foi significativa a redução no consumo de gasóleo (mais de 40 l ha<sup>-1</sup>) e na poupança de tempo (cerca de 4 h ha<sup>-1</sup>), melhorando o rendimento económico deste sistema, o que está de acordo com os resultados de Carvalho (1993). Também Bonari *et al.* (1992) e Peruzzi & Sartori (1994) referem uma redução de cerca de 80% no tempo necessário para a sementeira do trigo e uma redução de 80 a 95% no consumo de combustível.

Em relação à utilização de herbicidas, a substância activa vulgarmente utilizada (glifosato) inactiva-se em contacto com o solo, permitindo a sementeira de qualquer cultura no dia seguinte ao da aplicação (Roque, 1993). A FAO e a Organização Mundial de Saúde reconheceram que, em geral, a toxicidade destes herbicidas é extremamente baixa, facto importante na preservação do ambiente (Roque, 1993).

#### **4.4 - SEMENTEIRA DIRECTA *VESUS* MOBILIZAÇÃO TRADICIONAL**

##### **4.4.1 - EFEITO SOBRE O SOLO**

###### **4.4.1.1 - Características físicas**

Os efeitos a longo prazo do sistema de mobilização do solo na produtividade do solo deverá depender das suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Como o trabalho do solo e a transitabilidade são também influenciados pelas operações de mobilização é difícil generalizar os efeitos do sistema de mobilização nas características do solo. Por um lado dependem das características ontogénicas do solo e das condições do solo antes e

durante as operações de mobilização, por outro, da rotação de culturas, das condições climáticas, etc. (Carvalho & Basch, 1995).

Por forma a tentar uma maior aproximação das possíveis alterações exercidas pelos sistemas de mobilização no solo do local do ensaio, a literatura consultada incidiu preferencialmente sobre os trabalhos efectuados em solos argilosos, particularmente, nos “Barros” da região de Beja, de que são exemplo os trabalhos de Basch (1991), Carvalho & Basch (1995), Penacho (1996) e Boteta (1996).

A análise do estado físico do solo pode ser efectuado com base na descrição de diferentes parâmetros, como é o caso da densidade aparente, porosidade, estabilidade e tamanho dos agregados, resistência à deformação e movimento de água e ar no solo (O’Sullivan, 1985).

De uma maneira geral os dados referidos na bibliografia consultada são concordantes, salientando-se as óbvias variações quando as experiências são efectuadas em tipos de solo diferentes. Carvalho e Basch (1995) referem que os efeitos da não mobilização poderão ser mais pronunciados nas condições climáticas do Alentejo, dependendo ainda do tipo de solo utilizado.

#### Densidade aparente e Porosidade

Em trabalhos realizados em solos tipo “Barros” Basch (1991), após três anos, não verificou diferenças entre os tratamentos de mobilização (MT, MR e SD), nem na densidade aparente (Dap), nem na porosidade total do solo. A expansibilidade e contractibilidade destes solos ricos em montmorilonite, fazem que se torne improvável uma compactação do solo, mesmo após muitos anos de ausência de mobilização. São concordantes com esta ausência de diferenças na Dap entre a SD e a MT com lavoura, os trabalhos de Channey *et al.* (1985).

Noutros trabalhos efectuados também em “Barros” (Vertisolos), nos sistemas de não mobilização, a Dap aumentou enquanto que a porosidade diminuiu, mas só nos primeiros 10 cm, devido em especial à redução da macroporosidade (poros com diâmetro superior a 50  $\mu\text{m}$ ) (Carvalho e Basch, 1995). Abaixo desta profundidade, até 30 cm, a situação foi inversa. Estes autores referem valores de Dap, após seis anos de ensaios, de 1,48  $\text{g cm}^{-3}$  para a SD e de 1,30  $\text{g cm}^{-3}$  para a MT.

Também Pidgeon & Soane (1977), Ehlers *et al.* (1983), Ball (1995) e Penacho (1996), apontam um aumento semelhante da Dap com SD no horizonte Ap, o que a longo



prazo pode ter um efeito adverso no crescimento das raízes e na produção potencial da cultura.

Como consequência da maior Dap à superfície do solo nos solos não mobilizados, o teor de água no solo aumenta, facto que conduz a um deficiente arejamento e maior impedimento mecânico do crescimento das raízes (Hargrove & Hardcastle, 1984).

Ehlers (1975), Goss *et al.* (1978) e Lo Cascio & Leto (1982), referem que para solos argilosos a porosidade total, até à profundidade de 30 cm, é maior no solo mobilizado devido em especial ao maior valor da macroporosidade ( $> 50 \mu\text{m}$ ). Todavia esta fracção da porosidade é facilmente eliminada com o tráfego de máquinas, razão pela qual apresenta maiores alterações ao longo do tempo. Abaixo dos 30 cm de profundidade praticamente não se verificam diferenças na porosidade total entre os sistemas de SD e MT, sendo o espaço relativo ocupado por cada fracção de poros menos variável na SD (Goss *et al.*, 1978).

Assim, para os primeiros 30 cm de solo, onde a porosidade apresenta valores diferentes entre a SD e a MT, a microporosidade é superior na SD enquanto que a macroporosidade ocupa maior volume na MT.

Penacho (1996) verificou também uma porosidade total mais elevada no sistema de MT, comparativamente com o sistema de SD, proveniente do aumento da macroporosidade. No sistema de SD verificou-se um aumento da microporosidade até 10 cm de profundidade, mantendo-se constante até 35 cm e decrescendo a partir daqui. Resultados semelhantes foram obtidos por Lo Cascio & Leto (1982) em vertisolos.

Além da determinação da porosidade importa conhecer a continuidade dos poros. Na MT observa-se uma redução do número de poros contínuos nas camadas superficiais, embora aumente o número de macroporos quando comparamos com a SD (Goss *et al.*, 1978). Em solos sujeitos à SD os grandes poros contínuos, especialmente, de orientação vertical, causados por fendas de contracção e pela acção da fauna do solo, facilitam o crescimento das raízes, compensam o menor número de macroporos e permitem a difusão de gases através do solo (Ellis & Barnes, 1980).

#### Resistência à penetração

Os sistemas de mobilização reduzida, em particular a SD, aumentam a resistência do solo à penetração (Ehlers *et al.*, 1983, Schmidt *et al.*, 1994, Ball, 1995, Carvalho & Basch, 1995 e Tebrügge & Wagner, 1995). Todavia, em solos bem estruturados, como são

os “Barros”, pode não estar associada a uma redução da taxa de infiltração ou condutividade hidráulica do solo, nem a menores taxas de crescimento das raízes. Tal como referem Carvalho e Basch (1995) a SD, apesar de aumentar a resistência à penetração em todas as profundidades analisadas (até 40 cm), melhora a infiltração da água, aumenta a condutividade hidráulica e a capacidade de conservação de água do solo.

O crescimento das raízes depende, sobretudo da textura e estrutura do solo, quantidade e tipo de argila, teor em MO e sensibilidade da cultura à compactação (Russell, 1977). Além disso com a SD, preferencialmente se efectuada durante vários anos, há uma estabilização dos canais das raízes e das minhocas, especialmente na orientação vertical, o que em parte compensa o menor número de macroporos (Pidgeon & Soane, 1977 e Tebrügge & Wagner, 1995).

No sistema de SD devido à maior possibilidade de desenvolvimento de grande porosidade biológica contínua ao longo do perfil do solo, pode verificar-se simultaneamente aumento da densidade aparente, da permeabilidade do solo (Goss *et al.*, 1978) e da taxa de alongamento das raízes (Ellis & Barnes, 1980).

A extensão das raízes pode ser restringida pela resistência oferecida pelo solo, mas a profundidade pode não ser necessariamente afectada, desde que seja fornecido um suplemento adequado de nutrientes e exista água disponível (Cannell & Finney, 1973; Hargrove & Hardcastle, 1984).

### Infiltração da água

Em geral nos sistemas de SD verifica-se um aumento da taxa de infiltração da água no solo (Ehlers, 1975, Cannell & Finney, 1973, Costamagna *et al.*, 1982, Doran, 1980, Rabago, 1982, Basch *et al.*, 1990 e Basch, 1991), devido à elevada presença de bioporos e melhor estabilidade dos agregados (Basch *et al.*, 1990, Lal & Van Doren, 1990, Carter & Steed, 1992 e Mahboubi *et al.*, 1993). O volume de água armazenada nos poros tende a ser maior, enquanto que o volume de ar preenchendo a porosidade é menor (Riley, 1983 e Carter, 1991).

Em consequência, não só do aumento da taxa de infiltração, mas também da maior estabilidade dos agregados (Douglas & Goss, 1982), assim como da diminuição da energia do impacto das gotas da chuva pelos resíduos vegetais, o efeito conservador da mobilização reduzida, particularmente da SD, em relação à erosão do solo é um facto geralmente reconhecido (Basch, 1991).

Em Portugal, Basch (1991) na região de Beja, Carvalho (1993) na região de Évora, e no sudoeste da Austrália (Hairsine *et al.*, 1993), verificaram também uma redução significativa de perdas de solo por erosão nos sistemas de SD em relação aos de MT de, respectivamente, 7,5, 3,5 e 5,3 vezes menos. Justifica-se desta forma o investimento nas práticas de conservação do solo.

O tipo de mobilização do solo deverá ser conjugado com a quantidade dos resíduos retidos à superfície do solo, de modo a diminuir as perdas de solo por erosão (Malinda, 1995).

#### Estabilidade dos agregados

Quando se confrontam os sistemas de MT e SD, verifica-se, para este último, um aumento da estabilidade estrutural do solo (Lo Cascio & Leto, 1982, Schonning & Rasmussen, 1989, Ball, 1994, 1995, Carvalho & Basch, 1995), devido ao facto destes sistemas não destruírem toda a estrutura criada anteriormente e ao aumento da matéria orgânica do solo, principalmente junto à superfície (Ellis & Barnes, 1980, Russell, 1981). A isto não são alheias a maior capacidade de sustentação do solo (Schonning & Rasmussen, 1989, Ball, 1994) e as menores perdas por erosão (Basch *et al.*, 1990).

A estabilidade dos agregados aumenta à medida que se reduz a intensidade de mobilização. A agregação do solo é menos estável após a lavoura, apresentando a SD durante vários anos o valor mais elevado (Schonning & Rasmussen, 1989, Ball, 1994, Carvalho & Basch 1995).

Em consequência desta maior coesão do solo verifica-se uma melhoria da transitabilidade com alta resistência contra a pressão de calcamento do solo (Tebrügge & Wagner, 1995), tornando mais fácil a adequada data de sementeira e a aplicação atempada dos herbicidas e das adubações de cobertura.

#### **4.4.1.2 - Características químicas**

##### Matéria orgânica

O sistema de mobilização influencia a distribuição da MO (Fleige & Baeumer, 1974, Ellis & Howse, 1980), verificando-se, no sistema de SD, uma acumulação na camada superficial do solo (Dalal, 1989, Carter, 1991, Ellington & Reves, 1990 e Comia *et al.*, 1994), decrescendo nas camadas mais profundas devido à ausência de incorporação de resíduos das plantas através da mobilização (Doran, 1980; Azevedo e Fernandes, 1972).

Em consequência, este aumento do teor de MO à superfície do solo no sistema de SD, proporciona condições de maior uniformidade de temperatura, humidade e arejamento, melhoria do crescimento das raízes e prevenção da formação de crosta. Tais benefícios manifestam-se num aumento da estabilidade estrutural dos agregados, maior sustentação do solo e maior capacidade de armazenamento de água (Schonning & Rasmussen, 1989, Ball, 1995), redução do escoamento superficial, menores perdas do solo por erosão e menores perdas de nutrientes (Cannell & Finney, 1973, Lal *et al.*, 1977, Russell, 1981, Lal & Akinremi, 1983 e Basch *et al.*, 1990). Também Carvalho & Basch (1995), nas condições mediterrâneas já referidas, obtiveram um maior teor de MO com SD em todas as profundidades analisadas (até 40 cm), assim como um aumento da taxa de respiração (mg CO<sub>2</sub>/10 g solo).

A tendência para o aumento do teor de MO na camada 0-10 cm à medida que se reduz a mobilização foi também verificada por Boteta (1996). Tal como referem Azevedo & Fernandes (1972), a redução da taxa de mineralização quando diminui o número de trabalhos do solo, conduz a um aumento do teor de MO. Na modalidade SD é onde se observam valores mais elevados na camada superficial quando comparada com outros sistemas de mobilização do solo e onde existe uma diferença mais acentuada entre os valores das três camadas analisadas (0-10, 10-20 e 20-30 cm), diminuindo o teor de MO com o aumento da profundidade (Boteta, 1996).

No Sul de Espanha, também em solos argilosos, Giráldez & González (1994), referem que além do acréscimo no teor de MO, o aumento da reserva de água no solo através das fendas à superfície que ficaram abertas no Outono, a redução das perdas de água por evaporação devido à protecção do restolho na Primavera e início do Verão, são as principais razões para a conservação da humidade. Ao mesmo tempo, o mecanismo de contracção-dilatação no solo evita o endurecimento de qualquer horizonte.

No ambiente mediterrâneo, particularmente em Portugal, onde os solos são em geral pobres em MO (cerca de 1%), a SD pode revelar enormes vantagens já que a mobilização do solo acelera o processo de mineralização da MO. Contudo, alguns autores como Chan *et al.* (1987), Chan *et al.* (1989), Rovira (1990) e Chan & Mead (1992), referem que o aumento da deposição dos resíduos culturais não alternados, ou mesmo os microorganismos responsáveis pela decomposição dos resíduos, podem produzir fitotoxinas e ácidos gordos que irão inibir a germinação e retardar o crescimento das

plântulas, pela acção sobre o sistema radical. Esta informação poderá, eventualmente, limitar a praticabilidade da SD em Portugal.

### Fósforo

A redução da mobilização e a consequente aplicação superficial dos fertilizantes requerida pelo sistema de SD poderia ter alguns inconvenientes e até questionar a eficácia de uma adequada fertilização. Neste contexto, devido às suas características de imobilidade, mais da fracção inorgânica que da fracção orgânica (Vivancos, 1984), e da sua importância no desenvolvimento das raízes, o fósforo poder-se-ia tornar um elemento limitante ao uso do sistema. Por isso em vários trabalhos de mobilização do solo a análise da disponibilidade segundo a profundidade tem sido objecto de estudo.

Ellis & Howse (1980) e Almeida & Rodrigues (1985) afirmaram que a quantidade de fósforo disponível é superior na SD nos primeiros 10 cm de solo enquanto que Logan & Adams (1981) referem que o fósforo total e Guertal *et al.* (1991), que o fósforo disponível, aumenta com a SD.

De facto a localização mais superficial do fósforo na SD não afecta a sua concentração nas plantas, ou seja, fornecendo uma maior quantidade de fósforo por planta, a quantidade absorvida mantém-se constante (Cannell & Finney, 1973 e Basch, 1991).

Após vários anos de SD, o fósforo pode atingir uma certa profundidade, devido ao movimento da água através dos poros de maior diâmetro. Além disso sugere-se que no solo não perturbado, as raízes façam um melhor uso dos nutrientes libertados pelos seus precedentes (Toureiro, 1996). Assim os resultados obtidos por Carvalho & Basch (1995) num vertisolo submetido a SD durante seis anos, em que se verificou um aumento significativo do fósforo solúvel em todas as profundidades analisadas (10, 20, 30, e 40 cm) está dentro do contexto. Mesmo decrescendo com a profundidade, na SD o teor foi sempre mais elevado; 70,54 ppm em SD e 17,65 ppm em MT aos 10 cm de profundidade e 24,98 ppm em SD e 2,86 ppm em MT aos 40 cm de profundidade.

#### **4.4.1.3 - Características biológicas**

##### Microorganismos e Minhocas

A acção que os diferentes sistemas de mobilização do solo exercem na população microbiana, está relacionado com alterações no teor de água do solo, carbono orgânico, níveis de azoto e pH (Doran, 1980). Segundo este autor, de entre todas estas características,

a mais influente na população microbiana parece ser a água, já que o pH do solo, carbono orgânico, localização dos substratos microbiológicos e níveis de azoto, podem ser resultado da actividade microbiológica sendo, simultaneamente, reguladores da mesma.

A actividade biológica e microbiológica (Dalal, 1989, Carter, 1991 e Gupta *et al.*, 1994), bem como a biomassa e o número de minhocas (Friebe & Henke, 1991 e Double *et al.*, 1994), tendem a aumentar nos sistemas de SD. Este acréscimo, à superfície do solo, está directamente relacionado com os aumentos no teor de água, MO, carbono e azoto (Carter, 1991).

Importa aqui salientar a presença de resíduos à superfície do solo já que se estabelecem correlações elevadas entre a presença e quantidade destes, com a actividade microbiológica (Gupta *et al.*, 1994) e com a biomassa de minhocas (Double *et al.*, 1994).

Nos solos não mobilizados parece verificar-se um aumento do potencial para o metabolismo anaeróbio e desnitrificação com a profundidade. De facto a contagem da população microbiana e a abundância relativa dos vários tipos microbiológicos demonstra que o meio bioquímico dos solos não mobilizados é menos oxidativo que sob MT (Ehlers, 1975).

A actividade microbiana exerce influência nas características físicas e químicas do solo, tais como:

- produção de canais adicionais para a rápida infiltração da água (Goss *et al.*, 1978);
- regulação das diferentes formas de azoto no solo (Doran, 1980);
- diminuição da compactação do solo (Russell, 1981);

- manutenção da estrutura do solo, destroçar a MO morta e reincorporá-la no solo, conduzindo a um melhor arejamento, drenagem e crescimento das raízes (Edwards & Lofty, 1977).

As minhocas exercem particular influência nas características do solo, nomeadamente, a estabilidade estrutural e a fertilidade, devido à criação de estáveis agregados e verticais sistemas de macroporos com alta continuidade que podem melhorar o desenvolvimento das raízes em profundidade, arejamento e altas taxas de infiltração da água, conferindo protecção contra a erosão hídrica (Tebrügge & Wagner, 1995).

A utilidade das minhocas estende-se ainda à redistribuição e mineralização dos resíduos orgânicos e à rápida disponibilidade dos nutrientes (Lal & Akinremi, 1983).

Deste modo, os sistemas de mobilização reduzida, particularmente a SD, ao proporcionarem, pela não destruição, um aumento do número e da actividade das

---

minhocas, produzem um efeito benéfico na estrutura e estabilidade dos solos (Cannell & Finney, 1973, Ehlers, 1975, Edwards, 1975, Gerard & Hay, 1979, Ellis & Barnes, 1980, Double *et al.*, 1994).

#### 4.4.2 - EFEITO SOBRE A CULTURA

##### 4.4.2.1 - Produção de grão e componentes da produção

A resposta da cultura às alterações das características dos solos sob o efeito dos diferentes sistemas de mobilização depende de vários factores, tais como: a própria cultura, o tipo de solo, a rotação de culturas e as condições climáticas (Carvalho & Basch, 1995).

Na cultura do trigo a não mobilização não influencia a produção de grão (Anderson & Russell, 1964, Bond *et al.*, 1971, Ciha, 1982, Chevalier & Ciha, 1986 e Wilhelm *et al.*, 1986). Geralmente, as respostas do crescimento da planta e da produção de grão à diferente preparação da cama de sementeira, são o resultado de factores como a humidade do solo, a temperatura do solo e as doenças e pragas (Hall & Cholick, 1989). De facto, tal como referem Van Doren & Allmaras (1978), as camas de sementeira sem mobilização tendem a possuir uma temperatura do solo primaveril mais baixa e uma humidade mais elevada.

Para as condições predominantes no Sul de Portugal, a produção das culturas semeadas no Outono em regime de sequeiro e as de Primavera regadas é idêntica, em média, para a MT e para a SD (Carvalho & Basch, 1994). O principal constrangimento usualmente evidenciado para a SD (compactação do solo, maneo dos resíduos e controlo das infestantes vivazes) não constitui problema na maioria das situações (Carvalho & Basch, 1994).

Na região de Beja, para a cultura do trigo efectuada em solos de “Barro” durante um período de três anos, Basch (1991), não observou diferenças estatisticamente significativas na produção de grão, nem entre os tratamentos de mobilização, nem entre os anos. No entanto, quer para a cultura do trigo quer para a cultura da cevada, o sistema de SD conduziu, em média, a valores de produção de grão mais elevados, seguido dos sistemas de MR e finalmente de MT. Noutro ambiente, situado na região de Évora e, tendo como base um solo Mediterrâneo Pardo Para-Hidromórfico de Gneisses (Pagn), os resultados para a produção de trigo, apesar de mais reduzidos, foram concordantes com os do ensaio de Beja no que respeita às diferenças entre tratamentos de mobilização do solo. Todavia, o valor da

produção mais elevado na média dos três anos, neste caso, foi para a MT seguida da MR e da SD.

Esta ausência de diferenças entre tratamentos de mobilização do solo (MT, MR e SD) para a produção de grão da cultura do trigo é relatada por vários autores, donde salientamos Carvalho *et al.* (1987) com trabalhos realizados em solo Pardo-mediterrâneo de granitos (Pmg), na região de Évora.

Lo Cascio & Leto (1982), Toderi & Bonari (1986) e Caliandro *et al.* (1992), referem que em Itália a média da produção de trigo no sistema de SD é cerca de 10% inferior ao sistema tradicional com lavoura a 20-40 cm de profundidade. Todavia, segundo os mesmos autores, a produção de grão com SD é muito variável, indo de -33% na Sicília em solos de textura pesada com um fraco controlo de infestantes e valores normais de precipitação, até +25% em Foggia em solos de textura pesada e anos secos. A referida redução na produção, no sistema de SD, parece ter sido devido ao reduzido armazenamento de água no solo, mas em muitos casos (anos secos) verifica-se o efeito contrário (Basso *et al.*, 1986, Lo Cascio & Venezia, 1986 e Basso, 1990). Nas condições climáticas mediterrânicas a secura primaveril tende a atenuar as diferenças entre sistemas de mobilização (Basch, 1991, Giráldez & González, 1994).

Em geral o aumento da profundidade da mobilização na cultura do trigo, conduz a um aumento da produção de grão. Mesmo dentro do sistema de SD, o aumento da profundidade de perturbação do solo, mostra vantagem na produção em solos franco-arenosos no Oeste da Austrália (Schmidt *et al.*, 1994). Inclusivamente, estes autores verificaram uma estreita e negativa correlação ( $r^2=0,719$ ) entre a produção de grão e a resistência do solo.

Importa, todavia, salientar que se verifica interacção mobilização×genótipo (Elmore, 1987). Também Ciha (1982) e Chevalier & Ciha (1986) a referem, nomeadamente sobre o crescimento precoce e consequentemente sobre a produção de grão do trigo de primavera em situações de “stress”. Após esta constatação sugeriu-se que a selecção de cultivares para sistemas de não mobilização deveria ser realizada nestes sistemas. De facto, o sistema de mobilização do solo pode ser visto como uma alteração ao ambiente, tornando-se, portanto, um factor adicional à complexidade da interacção genótipo×ambiente. Dada a importância da avaliação genótipo×ambiente nos programas de melhoramento e selecção de novas cultivares, e considerando que o sistema de mobilização parece confundir mais a sua avaliação, torna-se estritamente necessária que a selecção se



efectue nestas situações (Hall & Cholick, 1989). Estes autores referem também a existência de interacção mobilização×genótipo na produção de grão e no peso do grão, ou seja, respostas diferenciais dos genótipos, não revelando correlações significativas entre as alterações das condições ambientais e as características analisadas nas plantas.

Para as componentes da produção, os resultados referidos na literatura são variáveis. Na cultura do trigo, os trabalhos já referidos, efectuados por Basch (1991) em solos de “Barro” na região de Beja só revelaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos de mobilização do solo para o número de espigas ( $p \leq 10\%$ ), registando a MR valor mais elevado que a MT e SD. Para o número de grãos por espiga as diferenças não foram estatisticamente significativas, enquanto que para o peso de 1000 grãos não se registaram diferenças.

Na cultura da cevada o sistema de SD conduziu a maior número de grãos espiga<sup>-1</sup> e maior peso de 1000 grãos, estatisticamente diferentes ( $p \leq 10\%$ ) da MT e da MR, respectivamente.

O peso de 1000 grãos, para Basch (1991) é o factor menos influenciado pelo tratamento de mobilização, observando-se valores quase idênticos nos três sistemas de mobilização durante os três anos de ensaio. Todavia, uma menor densidade da população na altura do enchimento do grão poderá conduzir a pesos de 1000 grãos mais elevados.

Nos ambientes com limitações hídricas para as culturas em sequeiro, a não mobilização e outras práticas de conservação dos resíduos, comparativamente com a MT, podem aumentar ligeiramente o tamanho do grão e a produção (Van Doren & Allmaras, 1978, Tanaka, 1989).

No outro ambiente já descrito por Basch (1991), entre os tratamentos de mobilização verificaram-se somente diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 10\%$ ) para o número de grãos espiga<sup>-1</sup>, registando a SD o valor mais baixo e a MT o mais elevado. Esta característica está directamente relacionada com o número de espigas área<sup>-1</sup>, verificando-se um maior número de grãos espiga<sup>-1</sup> no sistema de SD como resultado de uma compensação do menor número de espigas. Todavia, há vários autores que salientam um menor número de grãos espiga<sup>-1</sup> na SD, como consequência da menor disponibilidade de azoto neste sistema, relativamente à MT (Ellis *et al.*, 1983, Powlson & Jenkinson, 1981, Leitsch & Vaidyanathan, 1983). Este facto também foi verificado por Basch (1991), já que os valores de nitratos na SD foram cerca de metade dos verificados na MT.

Schmidt *et al.* (1994), verificaram tendência para o aumento do número de espigas  $m^{-2}$  com o aumento da profundidade de perturbação do solo, sendo o principal componente da produção de grão a contribuir para as diferenças de produção entre os tratamentos. No entanto, o número de grãos espiga<sup>-1</sup> não foi afectado pelo tratamento durante os oito anos em que decorreu o ensaio.

#### 4.4.2.2 - Evolução da população

O objectivo de qualquer sementeira é a obtenção de uma cultura regularmente distribuída sobre o terreno com a densidade de população desejada. A procura deste objectivo sem mobilização do solo exige uma adequada técnica de sementeira, uma vez que se sujeita ao estado em que o solo se encontra no momento (Tebrügge & Gabriel, 1984).

A emergência é um dos principais factores que influencia o desenvolvimento de uma cultura e que contribui significativamente para a sua produtividade. Além disso, representa um parâmetro importante para a comparação de tratamentos de mobilização, pois é esta a componente que nos dá informação sobre a aptidão de um sistema de mobilização no que diz respeito à preparação da cama de semente e da técnica de sementeira.

Basch (1991), refere que o número de plantas de trigo emergidas mostra uma certa dependência entre o sistema de mobilização e o local do ensaio. Assim, em solo de “Barro” observou diferenças significativas quer entre os anos, quer entre os tratamentos de mobilização, tendo o sistema de SD mostrado uma emergência inferior à dos sistemas com mobilização, em cerca de 50 plantas  $m^{-2}$ . Na cultura da cevada verificaram-se as mesmas tendências, porém menos acentuadas, só ocorrendo diferenças significativas na comparação entre anos. No outro ambiente testado (solo derivado de gneisses), a situação foi quase inversa, já que a SD proporcionou uma emergência significativamente superior à dos sistemas com mobilização. Todavia, outros autores como Lo Cascio & Leto (1982), Carvalho *et al.* (1987) e Trochard & Lajou (1994), não verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os sistemas de MT, MR e SD. Os primeiros salientam que tal efeito poderá ser ainda mais atenuado nos solos que possuem boa aptidão para a auto-estrutura, como sucede nos solos que fendilham, tipo “Barros”.

É corrente verificar-se uma emergência mais rápida da cultura do cereal em terreno não mobilizado que pode ser explicado pela menor profundidade de sementeira nestas

---

condições (Basch, 1991) e/ou, dependendo das condições sazonais, pelo aumento do teor de água no solo (Chan & Heenan, 1996).

Torna-se também importante analisar o índice de afilhamento (número de colmos planta<sup>-1</sup>) ou taxa de afilhamento (número de filhos planta<sup>-1</sup>) de modo a conhecer o comportamento dos vários genótipos com diferentes capacidades de afilhamento em cada sistema de mobilização.

Schmidt *et al.* (1994) verificaram um aumento no número de filhos e no seu peso seco por planta com o aumento na profundidade de mobilização. Da mesma forma, o número de folhas e, conseqüentemente, a biomassa total foi afectada pelo sistema de mobilização. Contudo, para Basch (1991), embora sem diferenças significativas o índice de afilhamento foi mais elevado, tanto para o trigo como para a cevada, nos sistemas de SD em solos de “Barro”, facto devido a uma ligeira compensação do menor número de plantas emergidas na SD. A densidade de afilhamento (número de colmos m<sup>-2</sup>) foi maior nos sistemas de MT, também sem diferenças significativas para a SD e para MR.

Nos solos derivados de gneisses a magnitude dos valores referentes ao índice e à densidade de afilhamento foi sempre inferior (Basch, 1991). Também sem diferenças significativas, a relação entre os três sistemas de mobilização no que respeita ao índice de afilhamento foi semelhante ao que se verificou nos solos de “Barro”, enquanto que na densidade de afilhamento foi inverso, apresentando a SD maior densidade. Quando comparados os resultados dos vários anos, então as diferenças são significativas ( $p \leq 1\%$ ), o que vem de acordo com a ideia que expressamos inicialmente.

Basch (1991) refere grandes diferenças entre os tratamentos de mobilização na percentagem de sobrevivência das plantas de trigo. Em solos de “Barro”, para o sistema de SD, obteve o valor mais elevado da razão espigas/plantas emergidas (1,06) enquanto que o mais reduzido foi para o sistema de MT (0,85). Ao longo do tempo verificou uma diminuição das diferenças na densidade da população observada na altura da emergência, facto que o autor atribui à infestação e ao excesso de água que conduz ao encharcamento (mais grave na SD) e ainda ao número elevado de plantas emergidas.

De uma maneira geral, o desenvolvimento da cultura dos cereais durante o ciclo vegetativo pode ser deduzido através da evolução da população, dada pela relação entre o número de espigas e o número de plantas emergidas.

#### 4.4.2.3 - Produção de biomassa

Os cortes efectuados para a determinação de biomassa (kg matéria seca) produzida em várias fases do ciclo das plantas podem, além do índice de afilamento, servir como indicadores do desenvolvimento da cultura ao longo do ciclo vegetativo. Tal facto torna-se tão mais importante devido às correlações elevadas que se estabelecem entre a produção de biomassa em vários estados de desenvolvimento e a produção final de grão. Basch (1991), refere que no ensaio realizado na Herdade da Mitra os cortes em verde mostraram claramente que a diferenciação da produção entre os tratamentos de mobilização, quer na cultura do trigo quer na da cevada, já se tinham manifestado em grande parte na altura do corte das amostras ao espigamento.

Chan & Heenan (1996) salientaram que o fraco crescimento inicial do trigo, associado com a reduzida extracção ou uso da água antes da ântese, no sistema de SD, apesar de não diferenciar a produção de matéria seca à maturação, resultou numa significativa redução da produção de grão em cerca de  $0,5 \text{ t ha}^{-1}$ . Facto que indica o efeito positivo da mobilização do solo no crescimento precoce na cultura do trigo.

Chan *et al.* (1989) referem que este pobre crescimento inicial na cultura do trigo no sistema de SD pode ser ultrapassado com a aplicação ao solo de brometo de metilo, concluindo que serão agentes biológicos associados aos resíduos existentes no solo deixados pela cultura anterior que afectam o crescimento das plantas. Os resultados de Chan *et al.* (1987), Rovira (1990) e Chan & Mead (1992) são concordantes com os referidos, acrescentando estes que o fraco crescimento da parte aérea da cultura está significativamente correlacionado com o reduzido crescimento do sistema radical e que, no Sul da Austrália, as estratégias de tratamento do solo que diminuem os níveis de doença na raiz, aumentam grandemente a produção de grão. Todavia, desta forma serão eliminados alguns dos efeitos benéficos da prática da mobilização de conservação, onde a retenção dos resíduos (restolhos) à superfície do solo melhora a estrutura do solo e as suas propriedades hidráulicas (Packer *et al.*, 1984, Burch *et al.*, 1986 e Chan & Mead, 1988).

Na ausência de outras limitações, como doenças e nutrientes, a água é o principal factor limitante da produção de trigo sob condições de sequeiro nas regiões mediterrânicas (French & Schultz, 1984). Contudo, o provável efeito benéfico na produção do trigo, da melhoria da capacidade de armazenamento de água do solo em situações de SD (com retenção dos resíduos), ainda não foi totalmente demonstrada. De acordo com Fischer (1987), a mobilização induz diferenças no crescimento inicial do trigo podendo conduzir a

diferenças na distribuição temporal do uso da água, o que pode resultar em diferenças no teor de água do solo para o enchimento do grão.

Por outro lado a precipitação excessiva pode, efectivamente, reduzir a produção de trigo, especialmente sob sistemas de SD e retenção dos restolhos (Mason & Fischer, 1986), devido às situações de encharcamento e à consequente decomposição anaeróbia dos resíduos com formação de substâncias tóxicas que retardam ou inibem o crescimento das plantas (Ellis *et al.*, 1975, Russell *et al.*, 1975). Observação semelhante foi efectuada por Mead & Chan (1988), os quais atribuíram à produção de trigo uma redução de 30% nestas condições, devido ao reduzido crescimento inicial.

Em anos secos, a produção de biomassa à ântese, à maturação e a produção de grão são significativamente maiores para o tratamento de SD, comparativamente com a MT (Merril *et al.*, 1996). O aumento da infiltração de água, a redução da evaporação e a protecção contra as altas temperaturas proporcionada pelos resíduos podem contribuir para estas produções mais elevadas nos sistemas de SD (Ellis *et al.*, 1975 e Russell *et al.*, 1975). Schmidt *et al.* (1994), referem que apesar da maior produção de biomassa (kg MS) à ântese nos sistemas de mobilização tradicional (com maior profundidade de trabalho), em geral, esta produção não reflecte o efeito da profundidade de sementeira dos sistemas de SD, não sendo por isso um bom indicador da produção final de grão. Além disso, tal como também referem outros autores, esta diferença entre sistemas de mobilização atenua-se ou cessa em anos secos.

#### **4.4.2.4 - Desenvolvimento do sistema radical**

A investigação do desenvolvimento radical é de importância essencial na comparação dos tratamentos de mobilização, já que estes influenciam directamente a camada superficial da rizosfera, onde o desenvolvimento radical tem o seu início.

Em relação ao crescimento radical do trigo os resultados obtidos por Carvalho *et al.* (1987) num solo pardo mediterrâneo de granito (Pmg) concluem que o efeito dos tratamentos de mobilização do solo são menores que as variações das condições do solo de local para local, e que o estabelecimento em profundidade do sistema radical é mais rápido na SD, o que está de acordo com o resultado de outros autores, nomeadamente, Goss (1986). Este fenómeno parece estar associado ao facto de as raízes serem capazes de continuar a crescer contra elevadas pressões exteriores, apesar do decréscimo ser muito acentuado para pequenas pressões (Goss, 1986). Por outro lado a SD, ao manter intacto o

perfil do solo, não destroi nem interrompe a porosidade (macroporosidade) desenvolvida pela actividade biológica (pequenos animais e raízes), necessária ao crescimento livre e contínuo das raízes (Russell, 1977).

O desenvolvimento radical na camada superficial do solo apresenta um efeito nítido do sistema de mobilização. Os tratamentos sem lavoura, particularmente a SD, mostram uma densidade de raízes bastante superior em solos argilosos na altura do encanamento, comparativamente com a MT (Lo Cascio & Leto, 1982 e Basch, 1991), que deve ser devido a um regime hídrico mais favorável e/ou à maior quantidade de matéria orgânica à superfície do solo (Basch, 1991). Contudo, na altura da floração, este investigador verificou que o maior número de raízes, sobretudo na camada entre 10 e 25 cm de profundidade, se associou ao sistema de MT. Venezia *et al.* (1995) referem que o aumento no desenvolvimento radical em sistemas de SD se deve ao aumento do húmus na superfície do solo e ao melhor equilíbrio entre macro e microporosidade. Drew & Saker (1980), que encontraram também uma maior densidade de raízes de cevada nos primeiros 5 cm, sugerem uma maior concentração de fosfatos como razão para esta observação. Também Lo Cascio & Venezia (1986) apontam uma mais elevada densidade radical e maior uniformidade na distribuição das raízes no sistema de SD.

A não redução do número de raízes nos solos sujeitos a SD pode ainda ser explicada pelo facto de no horizonte Ap as raízes explorarem apenas 1 a 5% do volume total do solo, o que equivale a 10-50% dos poros existentes no solo (Tebrügge, 1994). Além disso as raízes possuem aptidão para diminuir o diâmetro de modo a permitir o seu alongamento através de pequenos poros, sendo todavia, mais lento o seu crescimento (Cannell & Finney, 1973). No entanto, Carvalho *et al.* (1987), verificaram que o desenvolvimento máximo das raízes foi atingido mais cedo na SD, o que poderá estar relacionado com uma melhor continuidade dos poros no solo neste tratamento de mobilização (Boone & Kuipers, 1970).

As tendências observadas no crescimento radical encontram-se também na produção da parte aérea, tal como referem Chan & Mead (1992). Verifica-se uma correlação significativa entre o comprimento total das raízes e a produção total de MS e entre o comprimento total de raízes e a altura máxima das plantas (Basch, 1991). Contudo, entre o comprimento total de raízes e o número de pés de trigo, a relação não se revelou significativa.

Basch (1991) refere que a máxima densidade de enraizamento, quer para sistemas de MT quer para sistemas de SD, foi encontrada na camada entre 5 e 10 cm, mas a profundidade máxima das raízes variou ligeiramente entre os tratamentos de mobilização. Segundo Kmoch (1961) e Kmoch & Hanus (1967), o enraizamento pouco profundo e a baixa densidade de raízes nas camadas inferiores podem ser consideradas como resultado da compactação natural do subsolo. Além disso, as experiências efectuadas por Ellis & Barnes (1980) revelam também um efeito retardador do encharcamento no desenvolvimento radical de cereais. No entanto a profundidade da toalha freática raramente é fixa e o efeito do encharcamento vai depender da sua posição, relativamente à do sistema radical (Cannell & Jackson, 1981). Nas condições de rizosfera adversas é característico o engrossamento da raiz do trigo, todavia a resposta dos genótipos revela variabilidade genética, podendo os danos ser atenuados pelas adubações azotadas efectuadas durante o encharcamento (Oliveira, 1991).

A resistência mecânica na SD ou o calo de lavoura são considerados por Kopke (1979) e Finney & Knigh (1973) as razões para a distribuição das raízes referida. Todavia, Basch (1991) pensa que o factor decisivo no ensaio realizado foi a redistribuição da MO pela acção da mobilização, pois na altura da observação do crescimento radical não se verificaram diferenças na densidade aparente entre os tratamentos de mobilização. A concentração mais elevada de nitratos que promove a ramificação das raízes (Wiersum, 1957, Drew & Saker, 1975), e que foi detectada no tratamento de MT, apoia esta hipótese.

Por outro lado, quando o diâmetro do poro é inferior ao da raiz, desde que o solo seja facilmente deformável, esta exerce uma certa pressão sobre as partículas que a rodeiam aumentando o diâmetro do poro e assim vai crescendo até que surja qualquer outro factor que não a resistência mecânica (Taylor & Gardner, 1960).

Schmidt *et al.* (1994), verificaram que a razão raiz/biomassa da planta foi mais baixa no sistema com mobilização do solo, mas com pequenas diferenças entre os tratamentos sem mobilização com a mesma data de sementeira. No entanto, é necessário ter presente que a massa das raízes observada num dado momento traduz a diferença entre o total de raízes vivas e o de raízes mortas, representando este valor uma pequena percentagem do total de raízes produzidas pela planta até aquele momento (Huck, 1981).

Ao estabelecerem, para solos de textura franco-arenosa, uma regressão linear entre o crescimento radical e a resistência do solo, Schmidt *et al.* (1994), verificaram que esta explica 79% da variação no comprimento radical num ano seco e 63% num ano com

precipitação normal. Inclusivamente referem que, no sistema de SD, um acréscimo do perturbação do solo em profundidade pode conduzir a um aumento efectivo do sistema radical e da proporção das raízes em profundidade (Schmidt *et al.*, 1994).

Sob limitações de água no solo, o crescimento radical é menos afectado que o crescimento da parte aérea da planta (Klepper, 1992). Em relação ao sistema de MT, o de SD, geralmente proporciona um aumento do comprimento da raiz em maior grau que o crescimento da parte aérea (Merrill *et al.*, 1996). Ainda segundo estes autores, a penetração das raízes observada foi reduzida (1,1 m ou menos) em subsolo seco, mas durante 8 anos de ensaio as raízes penetraram mais em profundidade em sistemas de SD que em MT ou MR (Merrill *et al.*, 1996).

Wilhelm *et al.* (1982) observaram que, a longo prazo, a SD conduz a um significativo, rápido e grande desenvolvimento do sistema radical do trigo de Inverno, comparativamente com a MT.

#### 4.4.2.5 - Regime e perfil hídrico e consumo de água

Os efeitos da precipitação abundante no Inverno, com excepção dos solos com grande capacidade de armazenamento de água (tipo “Barros”), manifestam-se numa correlação negativa entre a quantidade de precipitação e a produção de grão (Figueiredo, 1919, Frazão, 1943, Oliveira, 1955 e Carvalho, 1987, Maças, 1996). A diminuição da produção, com o aumento da precipitação de Inverno, encontra-se associada a um agravamento da toxicidade do manganês, especialmente em solos arenosos (Carvalho, 1987). O encharcamento pode ter também como efeito negativo, a redução do crescimento das raízes em profundidade, resultando num maior défice hídrico das plantas no final do seu ciclo vegetativo.

O perfil hídrico do solo é um dos factores que mais determinam a distribuição das raízes e, por conseguinte, a configuração do sistema radical (Oliveira, 1988). Por exemplo, a subida da toalha freática, chegando em alguns sítios e, durante algum tempo, até à superfície do solo, afectando o desenvolvimento e sobrevivência do sistema radical, ocasiona prejuízos na cultura do trigo e o aparecimento de sintomas característicos, tal como a clorose precoce das folhas mais velhas (Belford, 1981) e a paralisação do crescimento até à morte das plantas. De facto, o excesso de água no solo, ao reduzir o arejamento, pode ser tão prejudicial como a deficiência hídrica (Kramer, 1969).



Basch (1991), efectuou a análise de regressão que forneceu uma correlação altamente significativa entre a produção de grão e a altura da toalha freática, a qual é quase sempre mais elevada nas situações de SD.

A precipitação abundante durante o Inverno e a saturação dos solos pouco profundos até à capacidade de campo, faz que eventuais diferenças na taxa de infiltração entre os tratamentos de mobilização não se traduzam em diferenças no teor de água no solo, no final do Inverno. De facto Basch (1991), não verificou nenhum efeito dos tratamentos de mobilização nem no teor de água no solo, nem na extracção da mesma no final do ciclo da cultura do trigo. Também Goss *et al.* (1978), não detectaram diferenças na extracção de água em nenhuma das profundidades da camada do solo medida (20 a 60 cm), o que torna improvável que tenha havido diferenças no crescimento de raízes entre os tratamentos de mobilização.

Embora se tenha que assumir uma evaporação inicial mais elevada na SD devido à melhor continuidade dos poros no solo (Scheffer & Schacht-Schabel, 1979) a sua proporção, no entanto, na evapotranspiração de uma cultura de cereal, pode ser considerada muito pequena, tomando em conta também a maior ocorrência de fendas no sistema de SD (Basch, 1991). Mesmo assim, Giráldez & González (1994), associaram uma maior conservação de água no solo ao sistema de SD, devido à presença dos resíduos das culturas.

A eficiência do uso da água foi mais elevada no tratamento com mobilização tradicional, diminuindo com a redução da mobilização (Schmidt *et al.*, 1994). A razão uso da água pré/pós ântese foi mais baixa no sistema de mobilização tradicional (2,0), mas os valores mais elevados foram muito próximos, o que torna o uso da água independente após a ântese (Passioura, 1983).

A extracção de água do solo entre a ântese e a colheita, em solos franco-arenosos no Oeste da Austrália, foi mais elevada no sistema tradicional de mobilização do solo devido ao maior comprimento radical (Schmidt *et al.*, 1994). Por isso o comprimento máximo das raízes é um bom indicador sobre a capacidade de extracção de água nestes solos (Hamblim & Tennant, 1987).

De acordo com os resultados de Carvalho *et al.* (1987), o efeito do tipo de mobilização na produção manifesta-se, principalmente pelo controlo de infestantes, visto que nem a germinação da cultura e o posterior crescimento da planta e raízes, nem o

armazenamento e utilização da água são afectados. Estes objectivos podem conseguir-se através da utilização de herbicidas e redução ou mesmo ausência de mobilização do solo.

Para um baixo nível de infestação, qualquer que seja o sistema de mobilização do solo, poder-se-á admitir que a água é principalmente utilizada pela cultura. O facto de a evapotranspiração estar linearmente relacionada com o IAF, para valores deste abaixo de três (Ritchie, 1974), e dada a não existência de diferenças entre mobilizações, no respeitante aos perfis de humidade e água utilizada, permite a hipótese da ausência de efeito das diferentes mobilizações no armazenamento de água no solo e na capacidade das raízes para a utilizarem (Carvalho *et al.*, 1987).

## 5 - SELECÇÃO DE GENÓTIPOS ADEQUADOS AOS SISTEMAS PROPOSTOS

### 5.1 - O PAPEL DO MELHORAMENTO DE PLANTAS

O melhoramento de plantas “assume basicamente as características de uma tecnologia. Desenvolve-se dentro de um conceito multidisciplinar como reflexo do próprio avanço dos ramos das disciplinas científicas integradas, como a genética, citogenética, fitopatologia, entomologia, etc., maiores possibilidades se reúnem para a criação, selecção e aproveitamento de genótipos mais evoluídos e conseqüente exploração das suas potencialidades” (Barradas, 1978).

O progresso no melhoramento de qualquer planta cultivada envolve portanto o aprofundamento de cada uma e de todas as disciplinas que o enformam para uma melhor definição da estratégia a adoptar no melhoramento de plantas.

Para alcançar os objectivos pretendidos com um determinado programa de melhoramento em sentido lato, é necessário considerar a integração de dois aspectos fundamentais (Guedes-Pinto, 1986):

- adopção de técnicas culturais adequadas;
- melhoramento do material vegetal.

Estas componentes têm ambas importância quando aplicadas individualmente, mas é sobretudo da sua interacção que podemos esperar maiores benefícios relativamente ao êxito das culturas.

O melhoramento de plantas deve assumir, assim, em complemento com as técnicas culturais mais adequadas, papel de maior relevo como actividade de grande impacto na agricultura caso se deseje actuar eficazmente na melhoria da produção agrícola em geral e dos cereais em particular, através da obtenção de novas cultivares mais produtivas, de melhor qualidade e mais adaptadas aos condicionalismos ambientais (Guedes-Pinto, 1986).

O melhoramento do trigo assume particular destaque devido à importância da cultura a nível Nacional e Mundial. A opinião expressa por Barradas (1965) ao afirmar que “o alto valor social e económico que a cultura do trigo, tem desde longa data representado em Portugal, justifica que a esta planta se tenham continuamente dedicado numerosos cientistas”, continua actual. De facto, o homem tem proporcionado enormes avanços nas técnicas de melhoramento conduzindo à obtenção de novas e melhores cultivares. Contudo, nos ambientes tipicamente mediterrânicos, devido à forte influência dos condicionalismos ambientais, muito se encontra por conhecer sobre a interacção genótipo×ambiente e por isso ainda não se conseguiu, por exemplo, aumentar substancialmente as produtividades nem a estabilidade dos rendimentos.

## **5.2 - CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS COM INTERESSE NA SELECÇÃO**

### **5.2.1 - MELHORAMENTO DO TRIGO NOS AMBIENTES MEDITERRÂNICOS**

Os programas de melhoramento em ambientes mediterrânicos deverão considerar como objectivos mais importantes a capacidade produtiva e a estabilidade de produção ao longo dos anos (Richards, 1987 e Maças, 1996). Por isso o melhoramento deve ser orientado para ultrapassar os factores específicos do ambiente que limitam as produções (Maças, 1996). Todavia, dada a imprevisibilidade climática (especialmente da precipitação) e a extensão da variabilidade das populações é muito difícil decidir quais as características a seleccionar. À medida que a intensidade e a adaptação às condições de deficiência hídrica variam com a região e com a época do ano surgem normalmente dúvidas aos fisiologistas quanto ao valor de determinada característica. Por outro lado, como a secura afecta muitos tratamentos em simultâneo, alterando um deles pode obter-se um efeito inesperado em qualquer outro. Por isso, é enorme a dificuldade em identificar os efeitos dos “stresses” ambientais na produção devido à ocorrência simultânea e à variabilidade temporal. Assim, a produção final, como processo integrado e resultado da interacção genótipo×ambiente, parece ser o melhor indicador da resistência do genótipo ao

“stress” em causa (Maçãs, 1996). Esta ideia está de acordo com Barradas (1987), o qual referiu que a produtividade, para o caso dos cereais, é um indicador das potencialidades ambientais, dos materiais genéticos utilizados e da tecnologia praticada.

No melhoramento genético, uma das principais consequências da variabilidade ambiental diz respeito à avaliação dos genótipos, particularmente porque se torna extremamente difícil interpretar os resultados dos ensaios de campo. A ocorrência de “stress” hídrico em diferentes graus e em fases de desenvolvimento variáveis de ano para ano, significa que a avaliação dos genótipos tem que ser realizada durante vários anos e locais. Só assim, é possível realizar a avaliação do comportamento dos genótipos, principalmente, identificar a magnitude da interação genótipo×ambiente. A escolha dos locais para avaliação é extremamente importante na medida em que pode determinar a recolha de informação não só sobre o germoplasma mas também sobre os locais e interação (Maçãs, 1996).

A metodologia a utilizar no melhoramento deverá dispor de procedimentos de selecção baseados na produção, mas complementados por critérios morfológicos e fisiológicos de resistência ao “stress” (Maçãs, 1996). Este melhoramento designado “analítico” é também referido por Richards (1987), Marshall (1987) e Ceccarelli *et al.* (1991) como o mais adequado se bem que o seu sucesso pareça ainda modesto.

Ortiz-Ferrara (1994), desenvolveu no “International Center for Agricultural Research in the Dry Areas” (ICARDA) uma metodologia de melhoramento para a resistência ao “stress”, baseada em cinco fases:

- 1) identificação da principal causa de limitação da produção;
- 2) desenvolvimento das técnicas de selecção;
- 3) identificação de características da planta que conferem resistência ao “stress” e relação com a produção;
- 4) identificação de germoplasma que exhibe variação da característica;
- 5) utilização da informação obtida no programa de melhoramento.

A característica relacionada com o “stress”, deverá poder, simultaneamente, ser utilizada como critério de selecção, alternativa à produção, no melhoramento para condições desfavoráveis e não deverá conduzir à diminuição da produção em ambientes favoráveis. Deve ainda satisfazer alguns requisitos, tais como os que Ceccarelli *et al.*, 1991 apontam:

- 1) ter relação causa-efeito ou ligação genética com a produção em condições de “stress”;
- 2) exibir variação genética;
- 3) apresentar elevada heritabilidade;
- 4) ser barata, fácil e rápida para seleccionar.

Nos últimos anos foram propostos vários atributos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos que podem ser usados como critérios de selecção para aumentar as produções de trigo em condições de “stress”. Vários autores, Passioura (1977), Richards (1987), Miglietta *et al.* (1987), Ceccarelli *et al.* (1991) e Maças (1996), são concordantes na definição das principais características a considerar nestes ambientes. O modelo para melhoramento das culturas em zonas com limitações hídricas, inicialmente proposto por Passioura (1977) determinava que :  $P = T \times EUA \times IC$ , onde P representa a produção de grão, T a quantidade de água transpirada pela cultura, EUA a eficiência do uso da água e IC o índice de colheita. Este modelo tem sido aperfeiçoado ao longo dos anos em trabalhos efectuados por melhoradores de plantas e fisiologistas. No Quadro 5.1 podemos observar algumas das características relacionadas com o melhoramento da cultura dos cereais nos ambientes mediterrânicos.

Quadro 5.1 - Características relacionadas com aumentos de produção de cereais em sequeiro nos ambientes mediterrânicos (Adaptado de Ceccarelli *et al.*, 1991)

Objectivo	Característica	Processo de selecção
Maximizar a transpiração como componente da evapotranspiração	1-rápida cobertura do solo	-visual
	2-porte prostrado ou semi-prostrado	-visual
	3-crescimento inicial rápido	-visual
Maximizar a evapotranspiração em condições de secura	1-elevada eficiência de carboxilação	-IRGA (1), C <sup>13</sup> D (2)
	2-baixo efeito não estomático na fotossíntese líquida	-IRGA, C <sup>13</sup> D
	3-ajustamento estomático em condições de secura	-porómetro, temperatura do coberto vegetal
	4-cor verde glauco no início e verde vivo no final	-visual
Maximizar o índice de colheita	1-elevada translocação de assimilados de reserva para a espiga	-dessecação
	2-data de espigamento adequada	-visual
	3-rápido enchimento do grão	-visual

(1) IRGA - Analisador de gases por infra-vermelho

(2) C<sup>13</sup>D - Discriminação do isótopo C<sup>13</sup>

A adopção da metodologia analítica do melhoramento de cereais, nomeadamente do trigo, é justificada por Ceccarelli *et al.* (1991) devido à elevada frequência de insucesso quando se pretende usar características individuais no processo de selecção, particularmente nos ambientes mediterrânicos onde a frequência, ocorrência e severidade do “stress” é desconhecida. Nestas situações, diferentes combinações de vários atributos morfofisiológicos podem conduzir à obtenção da mesma produção final (Maçãs, 1996). Por outro lado, muito frequentemente os genes responsáveis por essas características encontram-se em materiais não adaptados cuja incorporação no germoplasma moderno seria um processo muito moroso (Maçãs, 1996).

Neste contexto pensamos que a metodologia empírica ainda pode conduzir a saltos significativos na produção, nomeadamente através da informatização de todo o sistema desde a colheita de dados até ao processamento (Maçãs, 1996).

O programa de melhoramento do trigo na Estação Nacional de Melhoramento de Plantas (ENMP), através do uso integrado das duas metodologias (analítica e empírica), tem conseguido algum avanço na produção, ou indirectamente na eficiência do uso da água, pela selecção de variedades de ciclo mais longo, os denominados trigos facultativos. O aumento da estabilidade de produção ao longo dos anos tem sido conseguido através de sementeiras mais cedo (desde finais de Outubro) e da incorporação de características que promovam alguma plasticidade.

Tudo isto tem conduzido à selecção de materiais com necessidade moderada de vernalização (4-5 semanas) e resposta ao fotoperíodo (Maçãs, 1996).

### 5.2.2 - IDEÓTIPO DE PLANTA PARA SISTEMAS DE SEMENTEIRA DIRECTA

A definição de ideótipo ou modelo de planta para uma situação de SD num ambiente mediterrânico deverá, necessariamente, englobar as características desejáveis para ultrapassar as limitações climáticas bem como as características necessárias para uma melhor exploração do solo não mobilizado. Neste desafio que se coloca ao melhorador, além da distribuição e da quantidade de precipitação que constituem os principais elementos climáticos que afectam a produção de cereais nas zonas mediterrânicas, a natureza das condições edáficas é um factor determinante na selecção das características desejáveis para uma planta de trigo na situação referida. A enorme variabilidade das características físicas, químicas e biológicas, poderá conduzir a incompatibilidades na

selecção de uma característica para duas condições edáficas distintas. Daí a problemática que surge quando se questiona a natureza e o número de locais de selecção.

No presente trabalho, pretendem considerar-se as condições edafoclimáticas atrás referidas, potencialmente as mais adequadas para a cultura do trigo em regime de sequeiro e representativas da região. Deste modo pensamos que será mais adequada a designação de eco-ideótipo, tal como referiu Mackey (1994), já que o tipo ideal de planta está estreitamente associado com as condições ecológicas do meio onde se irá desenvolver.

Nas condições do Sul de Portugal, o ideótipo indicado deverá ser capaz de produzir muitos filhos férteis e muitas espigas  $m^{-2}$ , desenvolver um bom sistema radical e apresentar um rápido enchimento do grão, possibilitando a formação de sementes com elevada massa do hectolitro e elevado peso do grão (Coutinho, 1991). Estas características são referidas por vários autores, salientando Carvalho *et al.* (1991) e Maçãs (1996) que a oscilação das produções é, principalmente, devida à variabilidade observada no número de grãos  $m^{-2}$ , sendo o peso do grão claramente mais constante. Mostrando a produção uma forte dependência do número de grãos  $m^{-2}$ , a estabilidade da produção depende, por isso, da capacidade que o genótipo tiver para assegurar e maximizar a componente grãos  $m^{-2}$ .

Após caracterizar e entender claramente o ambiente, o melhorador deve desenvolver e utilizar toda a informação sobre o efeito das principais limitantes no comportamento das plantas que melhor explorem os recursos disponíveis (Maçãs, 1996). O modelo de planta dever-se-à basear numa sólida compreensão do crescimento e desenvolvimento das plantas e da sua resposta aos factores ambientais. Desta forma o uso de modelos dinâmicos de simulação tem dado, nos últimos anos, grande contributo para a definição de ideótipos (Miglietta *et al.*, 1987).

No entanto, tal como refere Maçãs (1996), quer os ideótipos quer os modelos de simulação estão sempre baseados em informação limitada e por vezes imperfeita, sendo necessário a sua contínua revisão, aproveitando conhecimentos actualizados no domínio da fisiologia e bioquímica e comportamento geral das plantas no ambiente em causa.

De acordo com o referido anteriormente, a conjuntura actual da agricultura europeia e, particularmente da portuguesa, pressupõe que se caminhe cada vez mais no sentido da redução dos custos de produção, da sustentabilidade do sistema agrícola e da protecção ambiental. Neste contexto, a contribuição conjunta do melhoramento genético das plantas e da fitotecnia na procura de novas variedades mais adaptadas a sistemas de baixo custo torna-se imprescindível.

---

Estas variedades, além de necessariamente se revelarem mais adaptadas aos estrangulamentos ambientais do clima mediterrânico, deverão possuir características que lhes permitem exibir elevado potencial produtivo (sem redução da produtividade) nestas situações de redução de custos e “inputs”, nomeadamente as que Carvalho (1994) salienta:

- redução dos custos com a mobilização do solo - sistemas de SD;
- redução dos custos com a semente - maior capacidade de afilhamento e utilização de semente de multiplicação do ano anterior;
- redução do custo com herbicidas - rotação de culturas, técnicas culturais, controlo de infestantes;
- redução dos custos com fertilizantes - com o azoto (racionalização na aplicação, evitando, pela melhoria da transitabilidade do solo, as perdas decorrentes da aplicação fora da época mais correcta e rotação de culturas); com o fósforo (utilização de micorrizas).

O risco da utilização de sistemas de SD advém de vários factores. Além da exigência em equipamento especial e de maior grau de qualificação a quem decide e a quem opera (Carvalho, 1994), as duas causas mais frequentemente apontadas para o aumento do risco são a germinação da cultura (Choudhary & Baker, 1980) e o controlo de infestantes (Unger & Maccalla, 1991). Apesar da reduzida informação disponível, há indicação clara da existência de interacções genótipo×sistema de mobilização (Ciha, 1982, Chevalier & Ciha, 1986, Hall & Cholick, 1989).

Assim as variedades de trigo para sistemas de SD deverão apresentar (Carvalho, 1994):

- elevada capacidade de afilhamento;
- crescimento inicial vigoroso;
- crescimento radical vigoroso.

Além destas características, Maças (1996), define outras que promovam a plasticidade na adaptação dos genótipos no nosso ambiente, como sejam:

- produções elevadas através da maximização do IC;
- maior taxa de sobrevivência dos filhos;
- elevada produção de biomassa à ântese;
- elevado número de grãos  $m^{-2}$ ;
- reduzido período de enchimento do grão;
- adequada data de espigamento e ântese;
- maior duração da folha bandeira.



A análise destas características não poderá ser feita isoladamente devido às interações que existem entre elas, por isso irão ser referidas em conjunto. A nossa atenção irá incidir, particularmente, nas características que as variedades deverão apresentar em sistemas de SD, considerando o ambiente mediterrânico e os solos de “Barro”.

A elevada capacidade de afilhamento e o crescimento inicial vigoroso, são importantes para compensar algumas falhas de germinação e/ou o deficiente controlo das infestantes pré-sementeira que podem surgir associados a sistemas de SD. Em geral, devido à maior densidade aparente do solo nestes sistemas, a germinação e emergência das sementes colocadas a maior profundidade é mais difícil, facto que associado à não existência de transporte de semente para a superfície do solo pela mobilização, pode, no caso das infestantes anuais na cultura do trigo, representar uma redução de 90% no número de infestantes emergidas (Kollman & Staniforth, 1969).

Genótipos com vigor inicial e bom estabelecimento da planta tendem a melhorar a transpiração a expensas da evaporação, particularmente onde a superfície do solo está húmida pelas chuvas frequentes. Tanner & Sinclair (1983) referem que a quantidade de água transpirada está linearmente relacionada com a acumulação de biomassa. Turner & Nicolas (1987) para 22 cultivares de trigo em ambiente típico mediterrânico obtiveram, para estados iniciais de crescimento vigoroso, altos rendimentos em MS e grão, mas sem diminuição do IC.

Uma melhoria do vigor invernal é proposto como outra forma de aumentar a EUA, ou seja, a relação entre a biomassa da parte aérea e a quantidade de água transpirada. Cálculos obtidos por Fischer (1979) mostram que em Wagga Wagga, Austrália, o crescimento durante os meses mais frios, o que corresponde para nós a Dezembro e Janeiro, é 25% mais eficiente em termos de água que o crescimento em Março. O crescimento deve ser maximizado durante o período mais frio e muita atenção deve ser dada à fenologia que mais eficientemente causa a mudança de estação na EUA (Richards, 1987).

Também os trabalhos de French & Schultz (1984) realizados no Sul da Austrália, conduziram a resultados similares aos referidos. Nestes, 72% do total da água usada ocorreu até à ântese, sendo 40% ou mais utilizada no intervalo compreendido entre o fim do afilhamento e a ântese, período onde a maior parte da MS é produzida. Nos ambientes mediterrânicos, com frequência a precipitação excede o uso da água somente no período

---

entre a sementeira e o fim do afilhamento, de forma que as culturas desde o afilhamento à maturação recorrem muito à água armazenada no solo (Richards, 1987). Por isso torna-se evidente, nestes ambientes, o efeito benéfico na produtividade da cultura, da maior capacidade de armazenamento de água no solo.

Regan *et al.* (1992) verificaram que os genótipos com maior produção de biomassa, 54 dias após a sementeira, obtiveram também maiores taxas de crescimento relativo (TCR) e índices de área foliar (IAF). A elevada produção de MS esteve associada com uma grande cobertura do solo e elevada intercepção da luz, mas não com a precocidade do início do período reprodutivo. Siddique *et al.* (1990) verificaram que para as modernas cultivares de trigo a rapidez de desenvolvimento da área foliar e o aumento de intercepção da luz proporcionou menores taxas de evaporação da água do solo na parte inicial do crescimento. Esta situação conduziu a um aumento da EUA para as modernas cultivares, tendo-se perdido pela evaporação do solo cerca de 40% do total da água usada, quando para cultivares de cereais em ambientes mediterrânicos as estimativas da evaporação como proporção da evapotranspiração variam de 30 a 60% (Cooper *et al.*, 1983 e French & Schultz, 1984). De salientar que a cevada nestas condições teve 15% menos de evaporação do solo que o trigo, o que conduziu a uma maior EUA.

O desenvolvimento da área foliar é uma característica referida por muitos investigadores, como extremamente importante na melhoria do aproveitamento da água. No entanto, ao contrário do referido anteriormente, Passioura (1983), salienta que se a cultura possui baixo IAF consegue, simultaneamente, preservar um estado elevado de humidade e utilizar a água disponível lentamente. De facto, o baixo IAF pode manter o potencial de água na folha a um nível elevado durante o crescimento da cultura, reduzindo deste modo o stress hídrico (Miglietta *et al.*, 1987).

Em ambientes mediterrânicos (Oeste da Austrália), Whan *et al.* (1991) verificou que a elevada produção de MS nos estados vegetativos precoces e na ântese se correlacionavam positiva e significativamente com a produção de grão. Confirmou a existência de variabilidade genética para estas características, essencialmente devida à extrema diversidade morfológica da parte aérea dos vários genótipos (Richards, 1987) e, pelo cálculo da heritabilidade *sensu lato*, verificou que a produção de biomassa no estado vegetativo está menos sujeita às influências ambientais que a produção de biomassa à ântese.

A interacção genótipo×ambiente pode verificar-se com alguma frequência nestes ambientes e para estas características (Siddique *et al.*, 1990, Whan *et al.*, 1991, Regan *et al.*, 1992). As diferenças no vigor precoce e na produtividade total exibida pelos vários genótipos, pode ser uma indicação da sua capacidade de adaptação ao ambiente.

A elevada capacidade de afilhamento, além de servir como factor de segurança em relação a emergências irregulares, o material incorporado nos filhos que venham a morrer pode não representar um desperdício, uma vez que todo o azoto e, aparentemente, a maior parte da MS dos filhos que morrem antes do espigamento podem ser translocados (Thorne, 1966). As variedades com grande capacidade de afilhamento poderão conseguir recuperar uma maior percentagem de azoto nítrico que normalmente se acumula durante o Outono (Carvalho, 1994).

O **crescimento radical vigoroso** tem como finalidade ultrapassar as condições de densidade aparente mais elevadas e a maior concentração de fósforo nas camadas superficiais existentes nestes sistemas.

Considerando a grande variabilidade genética existente entre variedades de trigo, tanto no que respeita à produção total de raízes, seu número e duração da sua actividade, como na orientação mais ou menos vertical, as variedades com elevado afilhamento apresentam normalmente um sistema radical muito ramificado (Mackey, 1969). Por exemplo, a cevada compete com as infestantes mais eficazmente que o trigo, porque produz um número mais elevado de raízes seminais cinco dias após a emergência e desenvolve, comparativamente com qualquer outro cereal, um maior número de raízes adventícias aos 22 dias (Palychenco & Harrington, 1935). Parece, pois, relativamente a este aspecto, que será mais interessante a taxa inicial de crescimento das raízes.

Carvalho (1994) preconiza o “screening” de variedades em condições de campo, utilizando a SD como sistema de mobilização, e a avaliação em laboratório de diferenças genéticas no respeitante ao crescimento radical. Este pode ser um ponto de partida para a selecção de variedades bem adaptadas a sistemas de SD.

Motzo *et al.* (1993) referem que para climas mediterrânicos parece ser benéfico um sistema radical profundo com alta densidade de raízes nas camadas superiores do perfil do solo. De facto, verifica-se um aumento na razão raiz/peso total da planta e no peso absoluto da raiz em condições de secura, mas o teor de humidade e nível de fertilidade do solo

provocam diferentes respostas nos genótipos, particularmente nas fases de alongamento do caule e no espigamento.

McKay (1979), indicou que o tipo de desenvolvimento dos caules está largamente relacionado com o sistema radical. A cultura pode responder a climas secos através do desvio de mais assimilados para o crescimento radical, estando o desenvolvimento efectivo das raízes em profundidade dependente da forte interacção entre o ambiente e factores genéticos (Miglietta *et al.*, 1987). A criação de vigorosos sistemas radicais em profundidade pode contribuir para a melhoria do uso da água, desde que esta se encontre disponível. A quantidade de água extraída através destes profundantes sistemas radicais pode melhorar a produção total e a sua estabilidade (Torres, 1994).

O equilíbrio entre o uso precoce da água e o seu armazenamento final no solo é muito importante, pois, paradoxalmente, a resistência à secura pode ser melhorada pelo decréscimo do tamanho do sistema radical (Passioura, 1983, Porceddu, 1984).

Supõe-se que a cultura do trigo ideal pode ter um grande sistema radical durante períodos secos e um pequeno quando a água não é limitante. A hipotética estratégia do ideótipo para realizar esta adaptação pode ser relacionada à capacidade da planta em modificar a repartição dos assimilados entre raízes e caules em função da deficiência de água dos tecidos (Miglietta *et al.*, 1987). A razão raiz/caule que no trigo, normalmente, se situa entre 0,1 e 0,3 (Shultz, 1974), poderia ser modificada nas cultivares com capacidade para tal.

Esta razão raiz/caule é uma característica extremamente importante dada a sua associação com o desenvolvimento radical, crescimento inicial e capacidade de afilamento e, conseqüentemente, a influência na produção final de grão.

As cultivares mais modernas de trigo mostram uma relação raiz/caule mais reduzida à custa da preferencial e mais precoce acumulação de MS nos caules (Brown & Scott, 1984), prematura cobertura do solo e por isso reduzida evaporação (Richards, 1987 e Siddique *et al.*, 1990). Conduzem a um maior equilíbrio no uso da água, maior produção de MS (Richards, 1987) associada quase linearmente com potencial hídrico da folha mais elevado (Sojka *et al.*, 1981, Miglietta *et al.*, 1987) e maior turgescência da folha bandeira (Maças, 1996) e ainda a um aumento no IC que pode ser devido à baixa razão raiz/caule na fase inicial do crescimento da cultura (Siddique *et al.*, 1990).

Outra característica relacionada com o aumento da produção através de um melhor índice de colheita, é o aumento da resistência das raízes seminais, que pode ser obtido pela

diminuição do diâmetro dos principais vasos de xilema nas raízes seminais (Richards & Passioura, 1981a, 1981b). Diversos estudos em ambientes secos, mostraram que linhas de trigo com vasos xilémicos mais estreitos e, conseqüentemente, menor condutância estomática obtiveram maiores rendimentos (Richards, 1987). Nos trabalhos realizados por este investigador, mesmo em ambientes húmidos, as linhas com vasos de xilema estreitos produziram mais que as linhas com vasos de maior diâmetro, o que nos leva a concluir que a produção não é penalizada por ter vasos de xilema de reduzido diâmetro nos anos mais favoráveis. Estes resultados de produções confirmam a hipótese original de Passioura (1977) que afirma que quando o solo superficial está seco, as plantas dependem das raízes seminais para obter água em profundidade no perfil e linhas com vasos estreitos serão incapazes de satisfazer as necessidades de água das plantas em dias de muita evapotranspiração. Deste modo, as plantas ajustarão o seu crescimento e conservarão alguma água antes da floração para utilizarem mais tarde e isto deverá resultar em maiores produções. Por outro lado, quando o solo superficial está húmido, o sistema radical nodoso, que parece não ser afectado, anulará os efeitos dos pequenos vasos de xilema nas raízes seminais e o crescimento não será afectado (Richards, 1987). Desta forma, no trigo, esta característica poderá aumentar a estabilidade dos rendimentos, mas não tem efeito sobre os mesmos em situações de “stress” terminal (Torres, 1994).

### III - MATERIAL E MÉTODOS

#### 1 - DESCRIÇÃO DO CLIMA

A descrição dos dados obtidos relativos à temperatura e precipitação na Estação Meteorológica de Beja, no ano agrícola em que decorreu o ensaio (1995/96), irá ser confrontada com os resultados obtidos por Regato *et al.* (1993) no período 1950-86 na referida Estação Meteorológica. Desta forma pretende-se comparar, no que concerne às variáveis climáticas consideradas, o ano agrícola em que decorreu o ensaio, com os valores obtidos num período que nos pode fornecer um padrão climático.

A temperatura (Fig. 1.1 e Anexo A, Quadro 7), proporcionou-nos um Inverno mais ameno que o habitual, tendo-se verificado a temperatura mínima mais baixa de 5,1°C apenas no mês de Fevereiro. Este facto conduziu à aceleração do crescimento e desenvolvimento da generalidade das plantas. A Primavera revelou-se quente, com temperatura máxima de 21,9°C e média de 15,9°C, no mês de Abril.

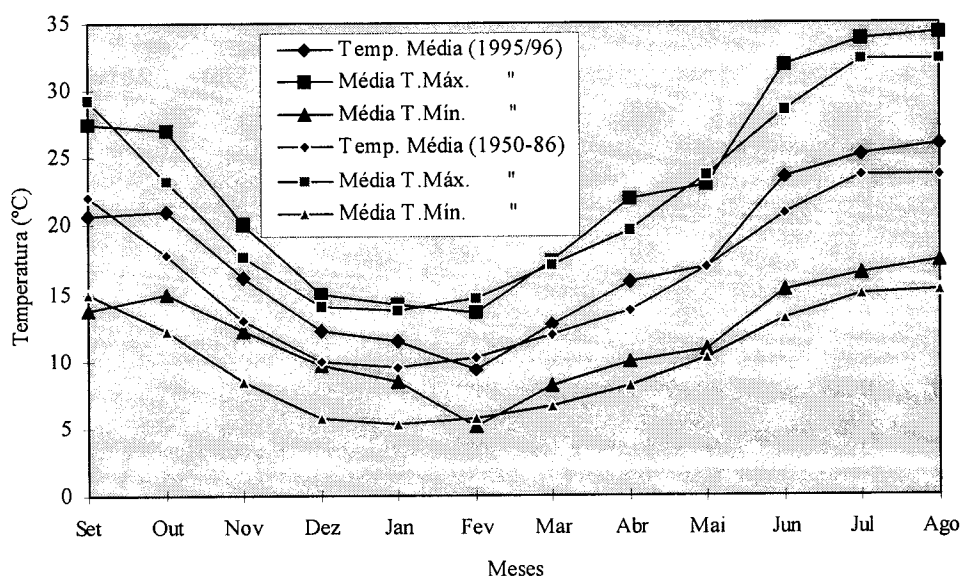


Fig. 1.1 - Temperaturas (°C) médias mensais, média das máximas e média das mínimas no ano agrícola de 1995/96 e no período 1950-86, na Estação Meteorológica de Beja.

Analisando a Fig. 1.2 e o Anexo A, Quadro 8, verificamos que o ano agrícola de 1995/96 foi no total mais chuvoso (857,1 mm) que o 5º decil do período 1950-86 (455,4 mm). Este valor anual é de informação reduzida, importa por isso, estudar a distribuição das chuvas ao longo do ano. Ainda pela observação da Fig. 1.2 e do Anexo A, Quadro 8, verificamos uma extrema irregularidade da precipitação, tendo chovido no final do Outono e início do Inverno 625 mm, ou seja 72,9% do total anual, distribuído da seguinte forma: Novembro (125,1 mm); Dezembro (224,7 mm); Janeiro (275,2 mm). Comparativamente com o período de 1950-86, nos meses referidos choveu, respectivamente, 1,9, 3,2 e 4,4 vezes mais, o que demonstra também a variabilidade interanual do clima mediterrânico. Esta situação conduziu, inicialmente, à dificuldade em realizar a sementeira em muitos solos devido a problemas de transitabilidade e, mais tarde, a fenómenos de encharcamento e consequentemente de asfixia radicular e perda de plantas.

A Primavera foi também irregular, com valores de precipitação próximos da mediana no mês de Março (56,2 mm), se bem que 32,1 mm ocorreram no 1º decêndio, mas com o mês de Abril quase seco (23,7 mm), o que muito contribuiu para as fracas produtividades das culturas cerealíferas, particularmente, do trigo. No mês de Maio choveram 78,3 mm, mais de que habitualmente (cerca de 3,5 vezes mais), o que favoreceu o período do enchimento do grão, que por norma ocorre com algumas deficiências hídricas.

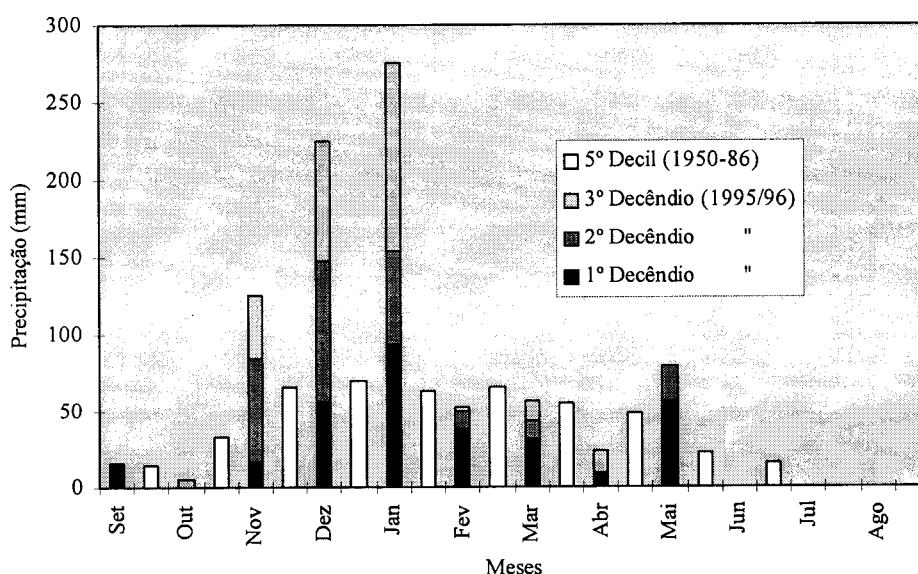


Fig. 1.2 - Precipitação (mm) ocorrida no ano agrícola de 1995/96 por decêndios e no período 1950-86 (5º decil), na Estação Meteorológica de Beja.

Quando associamos à precipitação a temperatura e a evaporação (Anexo A, Quadro 9), verificamos a existência de várias incongruências na relação entre estes elementos. Por exemplo, a subida da temperatura não é acompanhada pela da precipitação (Fig. 1.3).

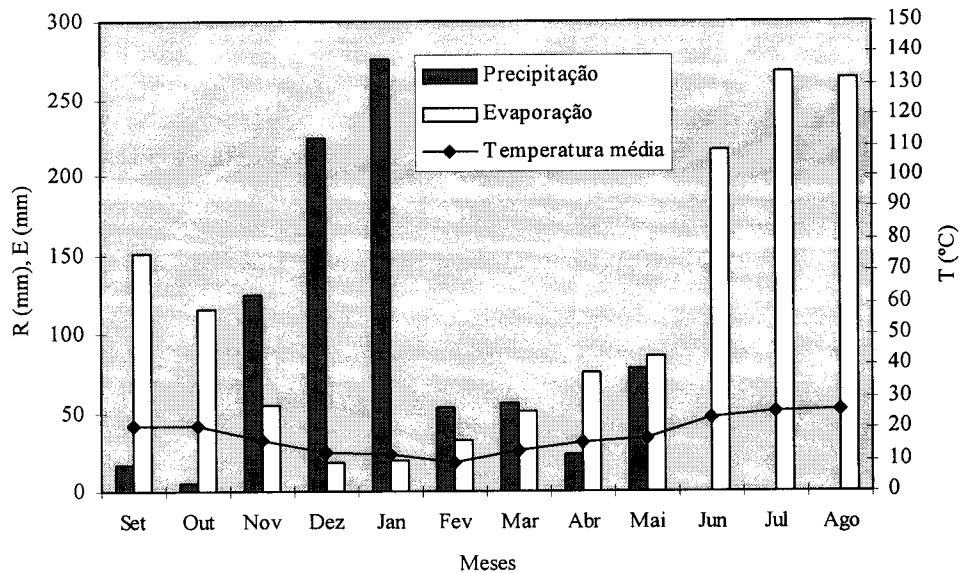


Fig. 1.3 - Precipitação total (mm), evaporação (mm) e temperatura média (°C) na Estação Meteorológica de Beja (1995/96).

## 2 - DESCRIÇÃO DO ENSAIO

### 2.1 - TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

No ano agrícola de 1995/96, instalámos na Quinta da Saúde, em Beja, um ensaio comparativo de dois sistemas de mobilização do solo, com o objectivo de avaliar o comportamento de 15 genótipos de trigo mole e um genótipo de cevada dística, face a cada um dos sistemas.

Os sistemas de mobilização de solo ensaiados foram a mobilização tradicional (MT), cama de sementeira preparada por tecnologias convencionais, e a sementeira directa (SD).

Assinale-se que a introdução da cultivar de cevada dística neste ensaio se deve à sua reconhecida e elevada capacidade de adaptação ao ambiente agro-ecológico da região de Beja. Além disso, de acordo com a opinião de melhoradores (Siddique *et al.*, 1990, Borin & Sartori, 1995), oferece grande plasticidade e maior estabilidade de produção que o trigo nos sistemas propostos.



Os genótipos foram seleccionados atendendo a oferecerem apreciável variabilidade morfo-fisiológicas em algumas características, tais como: duração do ciclo vegetativo, necessidade de vernalização e fotoperíodo, presença de distintos genes Rht, capacidade de afilhamento e tamanho do grão (Quadro 1.1).

Quadro 1.1 - Genealogia, origem e principais características dos 16 genótipos avaliados no sistema de mobilização tradicional e no sistema de sementeira directa. Beja, 1995/96.

Genótipo	Genealogia	Origem	Características principais
'Centauro'	Irnério/Strampelli	Itália	Ciclo facultativo, necessidade moderada de vernalização, palha curta, Rht8 e Rht1S, grão pequeno
'Goelent'	Goya×Talent	INRA - França	Ciclo facultativo, palha alta,
'Almanson'	E4870-C306×M5392666-5/B1×CC-Inia	CIMMYT/ ENMP	Trigo de primavera, folhas largas, grão claro com elevado peso
'Anza'	Lr-N10B/An <sup>3</sup>	CIMMYT	Trigo de primavera, grão pequeno, elevada massa do hectolitro, elevado número de grãos m <sup>-2</sup>
'Tâmega'	Veery"S" = Cartaya	CIMMYT/ ENMP	Trigo de primavera, grão grande e claro
'TE 9101'	VS73.600/Mrl"S"/3/Bow"S"/Y4/Trf"S"	CIMMYT/ ENMP	Trigo de primavera com elevado peso do grão
'TE 9202'	Caia/Sunbird"S"	ENMP	Ciclo facultativo, folha erecta, grão grande.
'TE 9010'	Tx71A1039-Vi*3/Ami	CIMMYT/ ENMP	Ciclo facultativo com necessidade moderada de vernalização. Grão muito pequeno com elevada massa do hectolitro
'Alexis'	St1622×Trumpf	Breun - Alemanha	Cevada de primavera, dística, com elevada qualidade para malte. Alta capacidade de adaptação.
'Ideótipo 9'	PF70354/Yaco"S"	CIMMYT/ ENMP	Trigo de primavera, folhas erectas que enrolam com o "stress"
'Ideótipo 10'	Bow"S"*2/Prl"S"	CIMMYT/ ENMP	Trigo de primavera, grão pequeno, elevada resistência à <i>Septoria</i> sp.
'Ideótipo 13'	Jup/Bjy"S"/Ures	CIMMYT	Trigo de primavera com boa resistência à <i>Septoria</i> sp.
'Ideótipo 16'	4777/FKN/Gb/3/Vee"S"/4/Buc"S"/Pvn"S"	CIMMYT	Trigo de primavera, ciclo curto
'Ideótipo 18'	Cno79#2/Prl"S"	CIMMYT/ ENMP	Trigo de primavera, precoce, grão grande e boa resistência à <i>Septoria</i> sp.
'Ideótipo 20'	Hahn"S"*2/Prl"S"	CIMMYT/ ENMP	Trigo de primavera, palha curta
'Lima'	Veery"S"	CIMMYT/ ENMP	Trigo de primavera, grão grande e escuro, insensível ao ácido giberélico, Rht <sub>1</sub> , Rht <sub>2</sub> .

Os tratamentos foram dispostos no terreno em quatro blocos completos casualizados com talhões subdivididos. A combinação factorial adoptada levou-nos a colocar os sistemas de mobilização do solo nos talhões principais e os genótipos nos talhões secundários. A área destes foi de  $15 \text{ m}^2$  ( $12,5 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$ ).

A análise estatística foi realizada de acordo com o delineamento utilizado tendo-se estudado o efeito da mobilização do solo sob os diferentes genótipos.

Para esta análise utilizou-se o “software” informático designado “MSTATC” (“Michigan State University”) e, como teste de comparação das médias o teste de Duncan.

## 2.2 - CARACTERÍSTICAS MEDIDAS E MÉTODOS UTILIZADOS

### Produção de grão e componentes da produção

- ① Produção por talhão ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
- ② Peso de 1000 grãos (g)
- ③ Número de grãos  $\text{m}^{-2} \Rightarrow (\text{①}/\text{②}) \times 10^2$
- ④ Número de espigas  $\text{m}^{-2}$  à colheita
- ⑤ Número de grãos espiga $^{-1} \Rightarrow (\text{③}/\text{④})$

O peso de 1000 grãos foi determinado a partir da média de quatro repetições do peso de 100 grãos, tendo sido utilizado o grão proveniente da colheita de cada parcela.

A determinação do número de espigas  $\text{m}^{-2}$  à colheita, ou população produtiva, é referida na evolução da população.

### Evolução da população

- ① População emergida  $\Rightarrow$  Número de plantas emergidas  $\text{m}^{-2}$
- ② População potencial  $\Rightarrow$  Número de colmos  $\text{m}^{-2}$  no final do afilamento
- ③ Número de filhos planta $^{-1} \Rightarrow (\text{②}-\text{①})/\text{①}$
- ④ População produtiva (número de espigas  $\text{m}^{-2}$  à colheita)
- ⑤ Taxa de sobrevivência  $\Rightarrow (\text{④}/\text{②}) \times 100$

Os parâmetros simples ①, ② e ④ foram calculados por contagens em cada uma das parcelas do ensaio, tendo para o efeito, sido marcados em cada parcela três locais distintos onde se efectuaram todas as contagens, abrangendo cada uma  $0,2 \text{ m}^2$  (duas linhas  $\times$   $0,5 \text{ m}$  de comprimento). Em cada local de contagem efectuaram-se três contagens: a primeira dia

23/12/96 (30 dias após a sementeira) para determinar o número de plantas emergidas; outra no final do afilamento/início do encanamento (8/3/96) para determinar a população potencial e, outra à colheita (14/6/96) para determinação da população produtiva. Quando desta última, determinou-se a altura das plantas pela medição de 10 plantas de cada talhão, desde o nível do solo até ao topo da espiga, sem considerar as aristas.

### **Evolução da produção de biomassa**

- ① Produção de biomassa à espiguetta terminal (ET)
- ② Produção de biomassa à ântese
- ③ Produção de biomassa à colheita

A biomassa à ET, à ântese e à colheita determinou-se em todas as parcelas pelo corte e pesagem do material existente numa área de 0,4 m<sup>2</sup> e posterior secagem em estufa de ventilação forçada durante 24 horas a 105°C. À ET todo o material colhido foi à estufa enquanto que à floração e à colheita se retirou uma amostra para determinar a percentagem de matéria seca.

A produção de biomassa à ET determinou-se em substituição da produção de biomassa ao estágio de aresta dupla (AD) em virtude da aceleração no desenvolvimento das plantas não ter possibilitado a identificação deste estágio de desenvolvimento do meristema apical em todos os genótipos. A identificação do estágio efectuou-se, de acordo com a metodologia de Kirby & Appleyard (1987), à lupa binocular após dissecação de cinco plantas colhidas ao acaso nos talhões do Bloco I. Quando o meristema de três das cinco plantas se encontrava no estágio de ET procedeu-se ao respectivo corte.

### **Área foliar e índice de área foliar**

- ① Área foliar à espiguetta terminal (ET)
- ② Índice de área foliar (IAF) à ET
- ③ Área foliar à ântese
- ④ Área foliar da folha bandeira (FB) à ântese
- ⑤ Índice de área foliar (IAF) à ântese

A área foliar foi avaliada pela medição da área de uma face do limbo das folhas de cinco plantas, retiradas ao acaso, da área de cada talhão cortada (0,4 m<sup>2</sup>) para determinação da matéria seca. A determinação da área foliar da amostra, considerando a elevada e

positiva correlação entre a área fotossintética da amostra e o seu peso em matéria seca (Carvalho, 1987), foi depois calculada de seguinte forma:

(área foliar de cinco plantas × peso das folhas da amostra) / peso das folhas de cinco plantas

A razão peso das folhas/peso total da planta foi determinada a partir das cinco plantas retiradas da amostra. O IAF determinou-se através da razão entre a área foliar da área cortada e a respectiva área do solo.

### **Índice de colheita e características qualitativas do grão**

- ① Índice de colheita (IC) (peso do grão/peso total da planta)
- ② Massa do hectolitro
- ③ Proteína (% na MS)

O IC determinou-se a partir da área cortada à colheita (0,4 m<sup>2</sup>) e que serviu também para o cálculo da biomassa à colheita.

A massa do hectolitro e proteína foram determinados a partir da média de quatro repetições efectuadas no grão colhido em cada um dos talhões. Importa salientar que a proteína foi determinada, através de um método expedito por tecnologia óptica (NIR - "Near InfraRed"). O procedimento consistiu na moenda de uma amostra de grão durante um minuto no moinho IKA A10, a qual se utilizou para encher uma célula constituinte do NIR. A leitura efectua-se a partir desta célula, tendo-se realizado duas repetições.

### **Estádios de desenvolvimento e períodos típicos**

- ① Número de dias à emergência
- ② Número de dias à espiguetta terminal (ET)
- ③ Número de dias ao espigamento
- ④ Número de dias à ântese
- ⑤ Número de dias à maturação fisiológica
- ⑥ Duração do período de enchimento do grão  $\Rightarrow$  [⑤-(④+10 dias)]
- ⑦ Duração do período emergência-espigamento  $\Rightarrow$  (③-①)

A identificação dos vários estádios de desenvolvimento foi efectuada pela observação das plantas utilizadas para a determinação da evolução da população. Seguimos

a escala de Zadocks *et al.* (1974) e definiu-se como entrada no estado quando 50% das plantas nele se encontravam.

### **Características do sistema radical**

- ① Comprimento das raízes (m)
- ② Densidade radical ( $\text{cm raiz cm}^{-3}$  solo)  $\Rightarrow$  (①/volume da amostra)
- ③ Peso seco das raízes (g)
- ④ Razão Peso/Comprimento ( $\text{g m}^{-1}$ )  $\Rightarrow$  (③/①)

As características do sistema radical acima referidas foram medidas unicamente em quatro genótipos nos Blocos I e II. Foram seleccionados os quatros genótipos que evidenciaram maior contraste entre os dois tratamentos (mobilização tradicional e sementeira directa) na produção de matéria seca à ântese. Assim, foram analisados os dois genótipos com maior produção de matéria seca em mobilização tradicional e os dois genótipos com maior produção em sementeira directa. Colheram-se através de sonda apropriada, numa posição intermédia das linhas de sementeira centrais, duas amostras por talhão a três níveis de profundidade (0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm). Cada amostra resultou da colheita de uma área de  $42,75 \text{ cm}^2$  e de uma profundidade de 10 cm, o que determinou um volume de  $427,5 \text{ cm}^3$ .

Estas amostras foram posteriormente lavadas e limpas por forma a seleccionar os fragmentos das raízes a analisar. Mediu-se o comprimento destes fragmentos através de tecnologia óptica por raios infra-vermelhos e determinou-se o respectivo peso seco, após secagem em estufa com ventilação forçada a  $65^\circ\text{C}$  durante 24 horas.

## **2.3 - DESCRIÇÃO DO LOCAL**

O ensaio foi realizado na Quinta da Saúde - Beja, num solo classificado na família Bp (Barros Pretos não calcários de dioritos ou gabros), cartografado na Carta de Solos de Portugal n° 43C (SROA, 1961a) e descrito por Cardoso (1965).

Como características adicionais saliente-se a sua classificação na Carta de Capacidade de Uso do Solo n° 43C pertencente à classe A, cujo declive médio apresenta o valor de 2 a 3% (SROA, 1961b). Dada a natureza do terreno, os Blocos III e IV ficaram

situados numa zona mais plana, onde se verificou, devido à intensidade da precipitação, encharcamento temporário, com especial referência para alguns locais do Bloco IV.

## 2.4 - TÉCNICAS CULTURAIS

A rotação praticada no local de implantação do ensaio é Girassol-Trigo. Assim, considerando que após a cultura do girassol ainda seria muito notório o efeito da mobilização profunda (lavoura) efectuada para esta cultura, e que se pretendia estimular o contraste entre os dois sistemas de mobilização do solo, optou-se pela realização do ensaio numa área onde o precedente cultural foi o trigo.

### Preparação do solo

Nas parcelas destinadas à MT foram efectuadas três mobilizações, respectivamente, com charrua de aivecas, escarificador e grade de discos, servindo esta última também para enterrar o adubo.

### Adubação

À sementeira - 350 kg ha<sup>-1</sup> de adubo composto 18-46-0, ou seja, 63 kg ha<sup>-1</sup> N e 161 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Em cobertura - 250 kg ha<sup>-1</sup> de adubo simples Nitroamoniaco 26% em 16/1/96 e 100 kg ha<sup>-1</sup> em 12/3/96, totalizando 91 kg ha<sup>-1</sup> N.

### Sementeira

Foi efectuada a 23/11/95 com um semeador de ensaios montado, de 6 linhas espaçadas de 20 cm. Realizaram-se ensaios de germinação e determinou-se o peso de 1000 grãos dos genótipos a testar, de modo a utilizar uma densidade de sementeira de 400 sementes germináveis m<sup>-2</sup>. Dado a não existência de um semeador para SD, o acima referido foi modificado de modo a que os órgãos de enterramento ficassem a exercer maior pressão sobre o solo, permitindo assim, o enterramento das sementes. Como trabalho complementar da sementeira foi realizada uma rolagem em todo o ensaio.

**Tratamentos fitossanitários**

Herbicidas - exclusivamente nas parcelas destinadas a SD, com Roundup (s.a. glifosato) em 21/11/95;

Fungicidas e insecticidas - foram aplicados em conjunto um fungicida (Sportak, s.a. procloraz) e um insecticida (Digor, s.a. dimetoato) em 29/3/96. O tratamento com fungicida foi repetido 15 dias após a primeira aplicação.

**Colheita**

Foi realizada com ceifeira-debulhadora de ensaios nos dias 15 e 21/6/96, respectivamente, para os Blocos I e II e para os Blocos III e IV.

## IV - ANÁLISE DOS RESULTADOS

As condições climáticas do ano em que decorreu o ensaio (1995/96) afastaram-se do padrão ambiental que consideramos pelos resultados de Regato *et al.* (1993), para o período de 1950-86. Nos meses de Novembro, Dezembro e Janeiro, a quantidade de precipitação (625,0 mm), ultrapassou largamente os valores habituais (199,3 mm, para o período de 1950-86). Pelo contrário, nos meses de Primavera (Março, Abril e Maio), nos quais as necessidades hídricas das plantas são muito mais elevadas, a precipitação que normalmente já é inferior ao desejável, no ano agrícola de 1995/96, só no mês de Maio foi mais elevada que a verificada no período 1950-86.

Também a temperatura saiu do padrão, com valores sempre mais elevados, excepto no mês de Fevereiro, o que conduziu a uma aceleração do ciclo de desenvolvimento das plantas.

Assim, as plantas estiveram sujeitas a “stress” em distintas fases do ciclo devido, essencialmente, ao excesso e à deficiência de água e, a temperaturas elevadas.

Os dados obtidos foram interpretados pela análise de variância (ANOVA), cujo modelo seleccionado foi o de blocos completos casualizados com dois factores (sistema de mobilização do solo e genótipo), com o factor genótipo em “split plot” do sistema de mobilização. Utilizou-se a significância para uma probabilidade de 10% ( $\pm$ ), 5% (\*), 1% (\*\*) e 0,1% (\*\*\*), e o teste de Duncan para comparação das médias.

Nos quadros onde se apresentam os resultados do teste de Duncan indica-se o valor da diferença mínima significativa (DMS) e um índice, em percentagem relativa à média do ensaio (100%), de modo a facilitar a visualização do posicionamento dos vários tratamentos. O nível de significância mais reduzido (10%) foi estudado no teste de Duncan, particularmente, nas interacções entre os factores em ensaio, de modo a disponibilizar mais informação.



## 1 - PRODUÇÃO DE GRÃO E COMPONENTES DA PRODUÇÃO

A análise de variância da produção de grão, número de grãos  $m^{-2}$  e peso de 1000 grãos (Quadro 1.1) revelou forte influência do genótipo, enquanto que, tanto o efeito do sistema de mobilização do solo como o efeito da interacção sistema de mobilização×genótipo não mostraram diferenças estatisticamente significativas.

Quadro 1.1 - ANOVA da produção de grão ( $kg\ ha^{-1}$ ) e peso de 1000 grãos (g), ambos corrigidos para 12% de humidade e número de grãos  $m^{-2}$ .

Origem da variação	GL	Produção grão		Número de grãos $m^{-2}$		Peso de 1000 grãos	
		Teste F	Prob.(%)	Teste F	Prob.(%)	Teste F	Prob.(%)
Bloco	3	$F_{[3,3]} = 0,367$	n.s.	$F_{[3,3]} = 9,69$	$\leq 5$	$F_{[3,3]} = 18,12$	$\leq 5$
Mobilização	1	$F_{[1,3]} = 2,457$	n.s.	$F_{[1,3]} = 2,29$	n.s.	$F_{[1,3]} = 2,76$	n.s.
Genótipo	15	$F_{[15,90]} = 6,60$	$\leq 0,1$	$F_{[15,90]} = 12,2$	$\leq 0,1$	$F_{[15,90]} = 23,8$	$\leq 0,1$
Mob. × Gen.	15	$F_{[15,90]} = 0,74$	n.s.	$F_{[15,90]} = 0,93$	n.s.	$F_{[15,90]} = 0,48$	n.s.
CV		14,50%		11,72%		6,75%	

Analisando o Quadro 1.2 verifica-se que a produção de grão mais elevada ( $6661\ kg\ ha^{-1}$ ) foi obtida com o genótipo de cevada ('Alexis'), o qual só foi estatisticamente igual, à produção do genótipo 'Goelent' ( $6151\ kg\ ha^{-1}$ ).

Considerando a data de sementeira (23 de Novembro) e a forma como decorreu o ano agrícola, parece-nos ter existido alguma plasticidade no desenvolvimento destes genótipos que, por isso, se mostraram mais ajustados às condições ambientais.

De salientar que, em geral, os genótipos de ciclo mais curto (hábito de primavera) como 'Tâmega', 'Lima', 'Ideótipo 18', 'Ideótipo 9', 'Anza', 'Ideótipo 16', 'TE 9101', foram os que obtiveram produtividades mais reduzidas, situadas entre  $3990\ kg\ ha^{-1}$  e  $4698\ kg\ ha^{-1}$ , estatisticamente diferentes ( $p \leq 0,01$ ) de 'Alexis' e 'Goelent' (Quadro 1.2).

Embora o efeito da mobilização e da interacção mobilização×genótipo não se tenha revelado significativo, os valores da produção de grão, excepto para os genótipos 'Tâmega' e 'Lima', foram mais elevados no sistema de SD (Fig. 1.1 e Anexo B, Quadro 1).

Em relação às componentes da produção, verificou-se que o número de grãos  $m^{-2}$  explica melhor a produção já que, em geral, um maior número de grãos conduziu a

produtividades mais elevadas (Quadro 1.2). Tal como para a produção de grão, no sistema de SD, verificaram-se valores mais elevados de grãos  $m^{-2}$ , excepto para os genótipos ‘Tâmega’, ‘Lima’ e, neste caso, também para ‘Anza’ e ‘Ideótipo 9’ (Fig. 1.2 e Anexo B, Quadro 2).

O peso de 1000 grãos foi a componente da produção que exibiu menor coeficiente de variação (CV), tendo os valores mais elevados desta característica sido obtidos pelos genótipos ‘Almanson’ (55,41 g), ‘TE 9202’ (54,37 g) e ‘Alexis’ (54,21 g), estatisticamente diferentes ( $p \leq 0,01$ ) dos restantes genótipos (Quadro 1.2). O valor mais baixo verificou-se para o genótipo ‘TE 9010’ (35,46 g), também estatisticamente diferente ( $p \leq 0,01$ ) dos restantes genótipos.

Embora sem diferenças estatisticamente significativas, o peso de 1000 grãos foi mais elevado no sistema de SD, sendo o genótipo ‘Lima’ o único a exibir maior peso de 1000 grãos no sistema de MT (Fig. 1.3 e Anexo B, Quadro 3).

Quadro 1.2 - Teste de Duncan para os genótipos relativo à produção de grão ( $kg\ ha^{-1}$ ) e ao peso de 1000 grãos (g), ambos corrigidos para 12% de humidade e, ao número de grãos  $m^{-2}$ .

Genótipo	Produção de grão			Número de grãos			Peso de 1000 grãos		
	$kg\ ha^{-1}$	Duncan $p \leq 0,01$	% da média	Nº $m^{-2}$	Duncan $p \leq 0,01$	% da média	grama	Duncan $p \leq 0,01$	% da média
‘Centauro’	5174	bc	104	10830	cdef	99	48,07	bc	104
‘Goelent’	6151	ab	123	13680	ab	125	45,81	bcde	99
‘Almanson’	5033	cd	101	9050	f	83	55,41	a	120
‘Anza’	4545	cd	91	10780	cdef	98	42,53	ef	92
‘Tâmega’	3990	d	80	9352	f	85	43,13	def	93
‘TE 9101’	4698	cd	94	9482	f	87	49,85	b	108
‘TE 9202’	4999	cd	100	9249	f	84	54,37	a	118
‘TE 9010’	4953	cd	99	14050	a	128	35,46	g	77
‘Alexis’	6661	a	134	12400	abc	113	54,21	a	117
‘Ideótipo 9’	4542	cd	91	10400	def	95	43,79	cdef	95
‘Ideótipo 10’	5026	cd	101	12460	abc	114	40,96	f	89
‘Ideótipo 13’	5084	cd	102	12110	bcd	111	42,09	ef	91
‘Ideótipo 16’	4636	cd	93	10470	def	96	44,34	cdef	96
‘Ideótipo 18’	4499	cd	90	9465	f	86	47,78	bc	103
‘Ideótipo 20’	5368	bc	108	11380	cde	104	47,65	bcd	103
‘Lima’	4445	cd	89	10180	ef	93	43,94	cdef	95
Média / DMS	4988	952	100	10959	1689	100	46,21	4,11	100

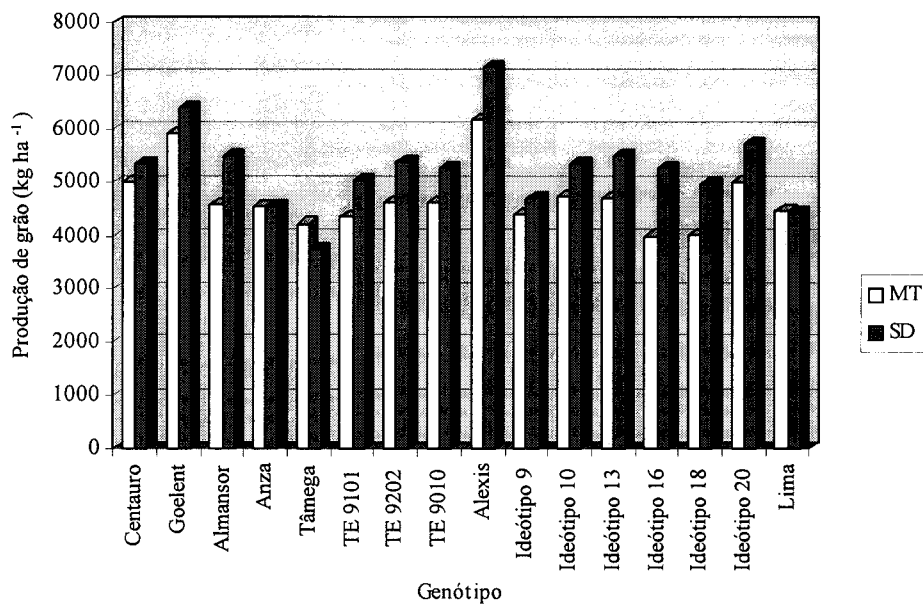


Fig. 1.1 - Produção de grão corrigida (kg ha<sup>-1</sup>) para 12% de humidade, por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

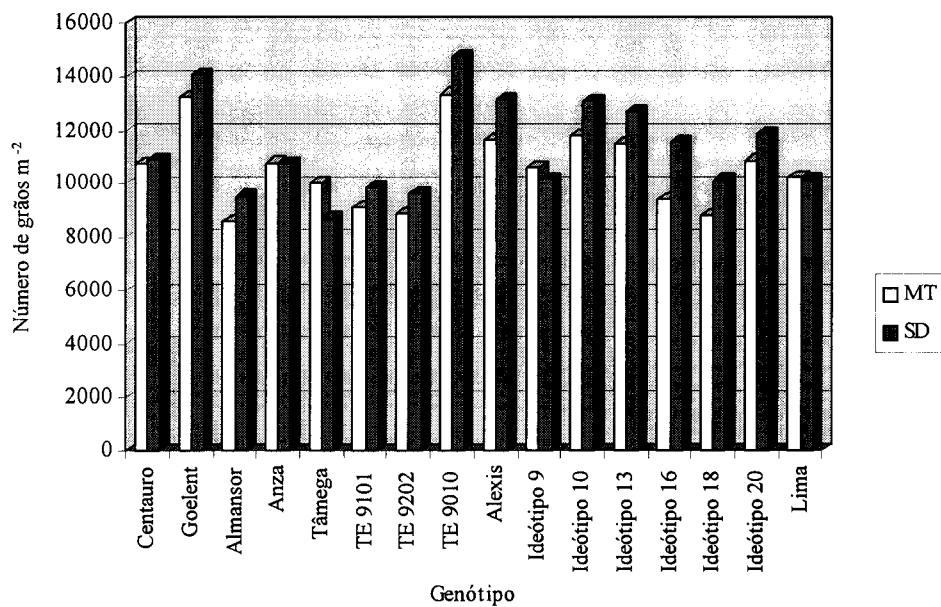


Fig. 1.2 - Número de grãos m<sup>-2</sup> por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

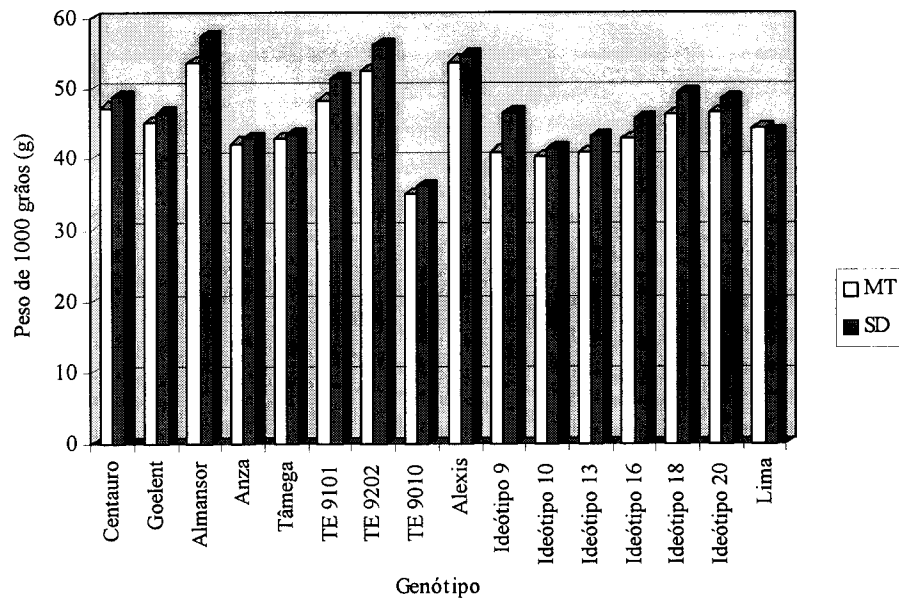


Fig. 1.3 - Peso de 1000 grãos (g) corrigido para 12% de humidade, por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

## 2 - EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO

### 2.1 - POPULAÇÃO EMERGIDA, POTENCIAL E PRODUTIVA

A análise de variância sobre a população emergida, população potencial e população produtiva revelou diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,1\%$ ) para o efeito do genótipo, enquanto que o efeito do sistema de mobilização do solo se revelou significativo para a população emergida ( $p \leq 5,0\%$ ) e altamente significativo para a população potencial ( $p \leq 0,1\%$ ) (Quadro 2.1). O efeito da interação entre estes dois factores não se mostrou significativo.

Apesar da sementeira se ter realizado com 400 sementes viáveis  $m^{-2}$ , excepto para a cevada 'Alexis' (350 sementes viáveis  $m^{-2}$ ), a população emergida foi estatisticamente diferente, sendo o valor mais elevado para o genótipo 'Goelent' (347,8 plantas  $m^{-2}$ ), diferente dos demais. A cevada 'Alexis', tal como seria de esperar, obteve o valor mais

baixo (258,5 plantas m<sup>-2</sup>), mas estatisticamente ( $p \leq 0,01$ ) igual a 'TE 9010' e 'Anza' (266,6 e 278,9 plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente) (Quadro 2.2).

Quadro 2.1 - ANOVA da população emergida (plantas m<sup>-2</sup>), população potencial (colmos m<sup>-2</sup>) e população produtiva (espigas m<sup>-2</sup>).

Origem da variação	GL	População emergida		População potencial		População produtiva	
		Teste F	Prob.(%)	Teste F	Prob.(%)	Teste F	Prob.(%)
Bloco	3	F <sub>[3,3]</sub> = 5,38	≤ 10,0	F <sub>[3,3]</sub> = 27,14	≤ 5,0	F <sub>[3,3]</sub> = 2,9	n.s.
Mobilização	1	F <sub>[1,3]</sub> = 19,9	≤ 5,0	F <sub>[1,3]</sub> = 44,84	≤ 0,1	F <sub>[1,3]</sub> = 2,32	n.s.
Genótipo	15	F <sub>[15,90]</sub> = 8,73	≤ 0,1	F <sub>[15,90]</sub> = 17	≤ 0,1	F <sub>[15,90]</sub> = 6,79	≤ 0,1
Mob. × Gen.	15	F <sub>[15,90]</sub> = 1,4	n.s.	F <sub>[15,90]</sub> = 0,72	n.s.	F <sub>[15,90]</sub> = 1,05	n.s.
CV		6,71%		10,67%		15,48%	

Quadro 2.2 - Teste de Duncan para os genótipos relativo à população emergida (plantas m<sup>-2</sup>), à população potencial (colmos m<sup>-2</sup>) e à população produtiva (espigas m<sup>-2</sup>).

Genótipo	População emergida			População potencial			População produtiva		
	Pl.m <sup>-2</sup>	Duncan p≤0,01	% da média	Col.m <sup>-2</sup>	Duncan p≤0,01	% da média	Esp.m <sup>-2</sup>	Duncan p≤0,01	% da média
'Centauro'	321,3	b	107	470,3	c	100	348,8	bcd	103
'Goelent'	347,8	a	116	596,6	b	127	371,6	bc	110
'Almansor'	311,9	b	104	433,8	c	92	322,3	cd	95
'Anza'	278,9	cde	93	426,5	c	90	292,6	cd	88
'Tâmega'	306,6	bc	102	404,9	c	86	298,3	cd	88
'TE 9101'	306,8	bc	102	457,8	c	97	351,9	bcd	104
'TE 9202'	303,4	bc	101	458,6	c	97	335,1	cd	99
'TE 9010'	266,6	de	89	545,8	b	116	416,8	ab	123
'Alexis'	258,5	e	86	674,3	a	143	467,1	a	138
'Ideótipo 9'	291,0	bcd	97	433,9	c	92	300,4	cd	89
'Ideótipo 10'	302,0	bc	101	451,3	c	96	324,0	cd	96
'Ideótipo 13'	313,0	b	104	461,1	c	98	327,9	cd	97
'Ideótipo 16'	295,0	bcd	98	438,1	c	93	298,6	cd	88
'Ideótipo 18'	308,3	bc	103	418,9	c	89	336,8	cd	100
'Ideótipo 20'	298,8	bc	100	466,8	c	99	324,4	cd	96
'Lima'	294,5	bcd	98	405,5	c	86	279,4	d	83
Média / DMS	300,3	26,49	100	471,5	66,20	100	337,5	68,76	100

Devido à diferente capacidade de afilhamento dos vários genótipos, a população potencial não foi o espelho da população emergida (Fig. 2.1). Assim, os genótipos 'Alexis' e 'TE 9010' com reduzida população emergida, conseguiram obter elevada população potencial, tendo o primeiro obtido o valor mais elevado (674,3 colmos  $m^{-2}$ ), estatisticamente diferente ( $p \leq 0,01$ ) dos restantes (Quadro 2.2). O valor do genótipo 'TE 9010' (545,8 colmos  $m^{-2}$ ), posicionado em terceiro lugar, só foi igualado pelo genótipo 'Goelent' (596,6 colmos  $m^{-2}$ ) que se situou na segunda posição e que já tinha obtido a maior população emergida. A população potencial para os restantes genótipos foi, para ( $p \leq 0,01$ ), estatisticamente semelhante.

A população produtiva, tal como se pode observar no Quadro 2.2 e Fig. 2.1, está muito de acordo com a população potencial, na medida em que os valores mais elevados foram obtidos para os genótipos 'Alexis' (467,1 espigas  $m^{-2}$ ) e 'TE 9010' (416,8 espigas  $m^{-2}$ ), embora o valor deste último seja estatisticamente semelhante ( $p \leq 0,01$ ) ao dos genótipos 'Goelent', 'TE 9101' e 'Centauro' (371,6, 351,9 e 348,8 espigas  $m^{-2}$ , respectivamente). O valor da população produtiva obtida pelo genótipo 'Lima' (279,4 espigas  $m^{-2}$ ), apesar de ser o mais baixo, não difere estatisticamente ( $p \leq 0,01$ ) do valor obtido por 'TE 9101'.

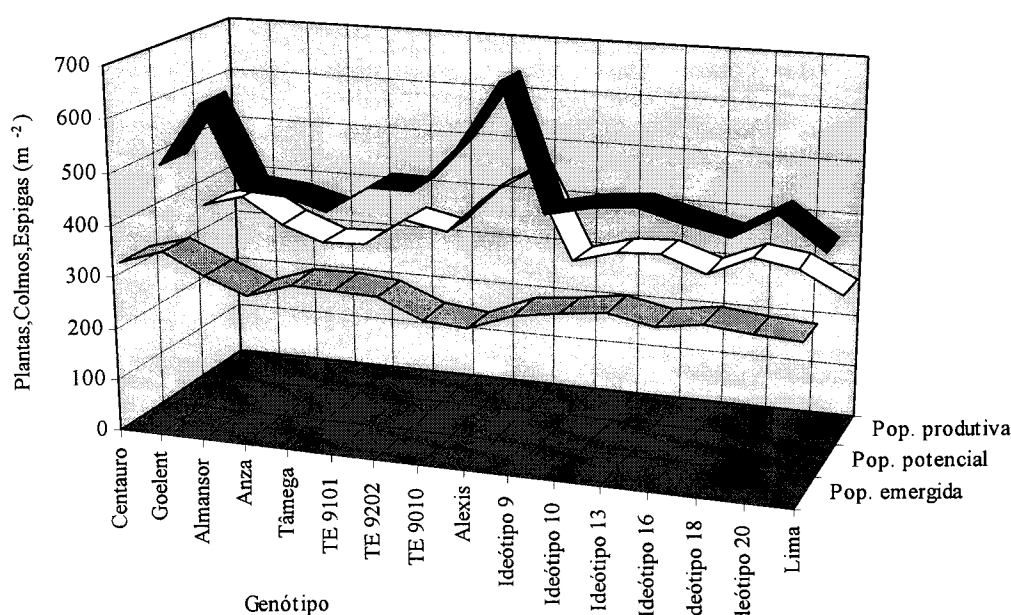


Fig. 2.1 - População emergida (plantas  $m^{-2}$ ), população potencial (colmos  $m^{-2}$ ) e população produtiva (espigas  $m^{-2}$ ) por genótipo.

O efeito do sistema de mobilização conduziu a valores da população sempre mais elevados no sistema de SD (Quadro 2.3). Para a população emergida, 311,4 plantas m<sup>-2</sup> na SD contra 289,1 plantas m<sup>-2</sup> na MT (p≤0,05), para a população potencial 493,8 e 449,2 colmos m<sup>-2</sup>, respectivamente na SD e na MT (p≤0,01) e para a população produtiva, embora sem diferenças significativas, 350,9 espigas m<sup>-2</sup> na SD e 324,1 espigas m<sup>-2</sup> na MT (Anexo B, Quadro 5).

Quadro 2.3 - Teste de Duncan para os sistemas de mobilização relativo à população emergida (plantas m<sup>-2</sup>) e à população potencial (colmos m<sup>-2</sup>).

Sistema de Mobilização	População emergida			População potencial		
	Plantas m <sup>-2</sup>	Duncan p≤0,05	% relativa à média	Colmos m <sup>-2</sup>	Duncan p≤0,01	% relativa à média
SD	311,4	a	104	493,8	a	105
MT	289,1	b	96	449,2	b	95
Média / DMS	300,3	20,0	100	471,5	26,6	100

Tal como se pode depreender da observação do Quadro 2.3, quase todos os genótipos exibiram populações mais elevadas no sistema de SD. Enquanto que para a população potencial todos os genótipos obtiveram valores mais elevados no sistema de SD (Anexo B, Quadro 6), para a população emergida e para a população produtiva verificaram-se excepções. Assim, só o genótipo ‘Centauro’ mostrou população emergida mais elevada no sistema de MT (Anexo B, Quadro 7), enquanto que para a população produtiva, além do ‘Centauro’, também ‘Almanson’ ‘Anza’ e ‘TE 9101’ obtiveram valores mais elevados em MT (Anexo B, Quadro 5).

## 2.2 - NÚMERO DE FILHOS PLANTA<sup>-1</sup> E TAXA DE SOBREVIVÊNCIA

Para os factores em ensaio, as características, número de filhos planta<sup>-1</sup> e a sua taxa de sobrevivência, revelaram unicamente influência do factor genótipo, mais acentuada na primeira característica (p≤0,1%) que na segunda (p≤10,0%) (Quadro 2.4).

Quadro 2.4 - ANOVA do número de filhos planta<sup>-1</sup> e da taxa de sobrevivência (%).

Origem da variação	GL	Número de filhos planta <sup>-1</sup>		Taxa de sobrevivência	
		Teste F	Prob. (%)	Teste F	Prob. (%)
Bloco	3	F <sub>[3,3]</sub> = 14,01	≤ 5,0	F <sub>[3,3]</sub> = 1,03	n.s.
Mobilização	1	F <sub>[1,3]</sub> = 2,81	n.s.	F <sub>[1,3]</sub> = 0,15	n.s.
Genótipo	15	F <sub>[15,90]</sub> = 36	≤ 0,1	F <sub>[15,90]</sub> = 1,69	≤ 10,0
Mob. × Gen.	15	F <sub>[15,90]</sub> = 0,24	n.s.	F <sub>[15,90]</sub> = 1,10	n.s.
CV		26,13%		13,17%	

A análise das médias do filhos planta<sup>-1</sup> mostra-nos, pelo teste de Duncan, uma posição relativa dos genótipos semelhante ao que se verificou para a população potencial. Os valores mais elevados foram registados nos genótipos ‘Alexis’ (1,610), ‘TE 9010’ (1,055) e ‘Goelent’ (0,713), sendo o valor deste último estatisticamente igual ( $p \leq 0,01$ ) ao do ‘Ideótipo 20’ (0,559), ‘Anza’ (0,533) e ‘TE 9202’ (0,515) (Quadro 2.5). O valor mais baixo foi obtido por ‘Tâmega’ (0,321), mas estatisticamente igual a ‘Anza’ e ‘TE 9202’.

Em relação à taxa de sobrevivência, os valores registados para os vários genótipos são muito semelhantes, tendo sido os valores mais altos obtidos por ‘Ideótipo 18’ (80,46%) e ‘TE 9101’ (77,54%), mas só estatisticamente diferentes ( $p \leq 0,1$ ) do genótipo ‘Goelent’ que obteve o valor mais baixo (62,57%) (Quadro 2.5).

De uma maneira geral, com excepção do genótipo ‘TE 9010’, ao mais elevado número de filhos planta<sup>-1</sup> corresponde a mais reduzida taxa de sobrevivência e, ao reduzido número de filhos planta<sup>-1</sup> uma taxa de sobrevivência destes mais elevada. O genótipo ‘TE 9010’ registou o segundo valor de número de filhos planta<sup>-1</sup> (1,055) e o terceiro de taxa de sobrevivência (76,62%).

Embora o efeito do sistema de mobilização e da interacção mobilização×genótipo não se tenha revelado significativo, quer para o número de filhos planta<sup>-1</sup> quer para a taxa de sobrevivência, importa salientar que o sistema de mobilização não afectou da mesma forma os genótipos em ensaio.

No número de filhos planta<sup>-1</sup> só os genótipos ‘Goelent’, ‘TE 9101’, ‘Ideótipo 13’ e ‘Ideótipo 18’ obtiveram valores mais elevados no sistema de MT (Fig. 2.2 e Anexo B, Quadro 8), enquanto que na taxa de sobrevivência o número de genótipos com taxas mais elevadas no sistema de MT foi bem maior. Neste caso, foram nove dos genótipos em ensaio que registaram maiores valores no sistema de MT (Fig. 2.3 e Anexo B, Quadro 9).



Quadro 2.5 - Teste de Duncan para os genótipos relativo ao número de filhos por planta e à taxa de sobrevivência (%).

Genótipo	Número de filhos por planta <sup>-1</sup>			Taxa de sobrevivência		
	Número	Duncan p≤0,01	% relativa à média	(%)	Duncan p≤0,10	% relativa à média
'Centauro'	0,461	de	79	74,07	ab	103
'Goelent'	0,713	c	122	62,57	b	87
'Almansor'	0,388	de	67	74,09	ab	103
'Anza'	0,533	cde	91	70,32	ab	98
'Tâmega'	0,321	e	55	73,01	ab	102
'TE 9101'	0,491	de	84	77,54	a	108
'TE 9202'	0,515	cde	88	73,39	ab	102
'TE 9010'	1,055	b	181	76,62	ab	107
'Alexis'	1,610	a	276	68,79	ab	96
'Ideótipo 9'	0,493	de	85	68,35	ab	95
'Ideótipo 10'	0,488	de	84	72,36	ab	101
'Ideótipo 13'	0,470	de	81	71,56	ab	100
'Ideótipo 16'	0,481	de	83	67,48	ab	94
'Ideótipo 18'	0,360	de	62	80,46	a	112
'Ideótipo 20'	0,559	cd	96	69,66	ab	97
'Lima'	0,381	de	65	69,28	ab	96
Média / DMS	0,582	0,1995	100	71,85	12,45	100

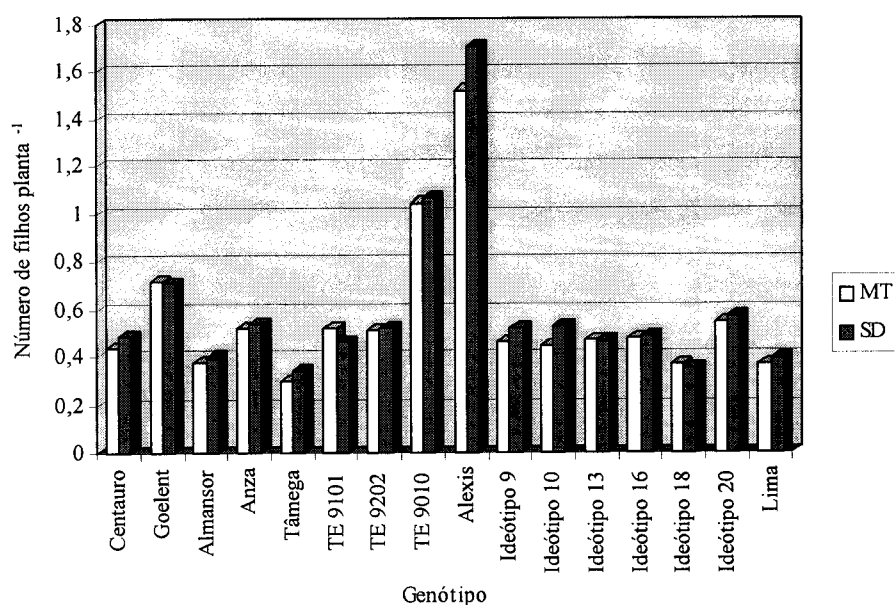


Fig. 2.2 - Número de filhos planta<sup>-1</sup> por genótipo em cada sistema de mobilização do solo.

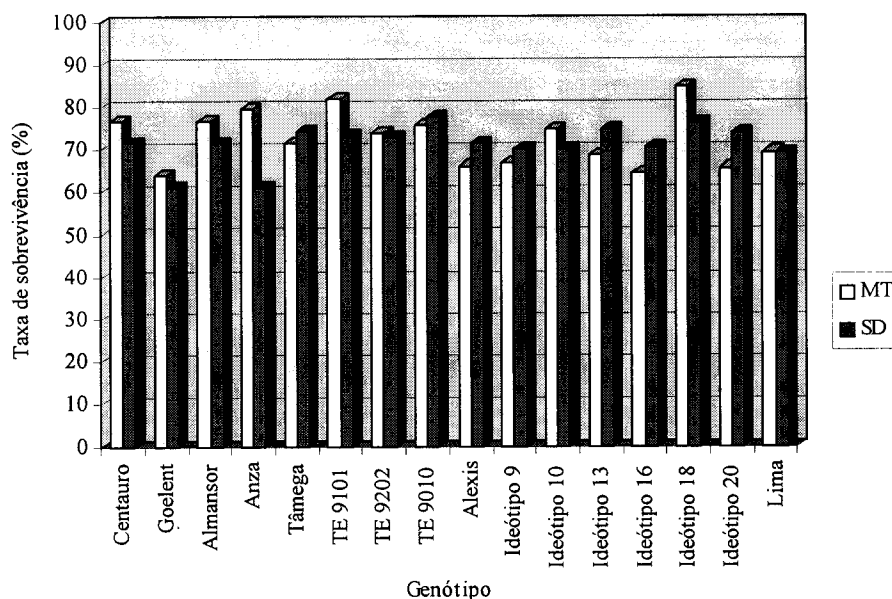


Fig. 2.3 - Taxa de sobrevivência (%) por genótipo para cada sistema de mobilização do solo.

### 3 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA

A observação do Quadro 3.1, referente à análise de variância da produção de biomassa à espiguetta terminal (ET), à ântese e à colheita, indica-nos que para estas três características o efeito do genótipo é o único que revela diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,1\%$ ).

Quadro 3.1 - ANOVA da produção de biomassa ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) à espiguetta terminal, à ântese e à colheita.

Origem da variação	GL	MS à ET		MS à ântese		MS à colheita	
		Teste F	Prob.(%)	Teste F	Prob.(%)	Teste F	Prob.(%)
Bloco	3	$F_{[3,3]} = 0,94$	n.s.	$F_{[3,3]} = 2,25$	n.s.	$F_{[3,3]} = 2,53$	n.s.
Mobilização	1	$F_{[1,3]} = 0,00$	n.s.	$F_{[1,3]} = 0,5$	n.s.	$F_{[1,3]} = 1,17$	n.s.
Genótipo	15	$F_{[15,90]} = 30,4$	$\leq 0,1$	$F_{[15,90]} = 8,57$	$\leq 0,1$	$F_{[15,90]} = 5,06$	$\leq 0,1$
Mob. $\times$ Gen.	15	$F_{[15,90]} = 0,41$	n.s.	$F_{[15,90]} = 0,67$	n.s.	$F_{[15,90]} = 0,66$	n.s.
CV		21,59%		15,62%		13,80%	

Para a produção de biomassa à ET, o valor mais elevado foi obtido pelo genótipo 'Centauro' ( $2938 \text{ kg ha}^{-1}$ ), mas sem diferenças significativas ( $p \leq 0,01$ ) para o genótipo

‘Goelent’ (2568 kg ha<sup>-1</sup>) (Quadro 3.2). Este, por sua vez, não difere estatisticamente ( $p \leq 0,01$ ) de ‘Alexis’ (2348 kg ha<sup>-1</sup>), enquanto que o valor deste é estatisticamente semelhante a ‘TE 9010’ (2025 kg ha<sup>-1</sup>). Todos os restantes genótipos revelaram diferenças dos que referimos, com os valores mais baixos obtidos pelos trigos de ciclo mais curto: ‘Ideótipo 9’, ‘Tâmega’ e ‘Lima’.

A produção de biomassa à ântese dos vários genótipos, comparativamente com a produção à ET, revelou maior semelhança, sendo ‘Goelent’ o mais produtivo (8507 kg ha<sup>-1</sup>) mas estatisticamente ( $p \leq 0,01$ ) igual a ‘Anza’ (7186 kg ha<sup>-1</sup>) que se situou na décima primeira posição (Quadro 3.2). Os valores mais baixos continuaram a ser obtidos pelos genótipos mais precoces, ‘Ideótipo 9’ (4535 kg ha<sup>-1</sup>) e ‘Lima’ (4848 kg ha<sup>-1</sup>), sendo o valor deste último estatisticamente igual ( $p \leq 0,01$ ) ao obtido por ‘Ideótipo 18’ (6103 kg ha<sup>-1</sup>) e ‘Tâmega’ (6307 kg ha<sup>-1</sup>).

Quadro 3.2 - Teste de Duncan para os genótipos relativo à produção de biomassa (kg MS ha<sup>-1</sup>) à espiguetta terminal, à ântese e à colheita.

Genótipo	MS à ET			MS à ântese			MS à colheita		
	kg ha <sup>-1</sup>	Duncan $p \leq 0,01$	% da média	kg ha <sup>-1</sup>	Duncan $p \leq 0,01$	% da média	kg ha <sup>-1</sup>	Duncan $p \leq 0,01$	% da média
‘Centauro’	2938	a	194	7318	abc	103	11570	ab	111
‘Goelent’	2568	ab	170	8507	a	120	12660	a	121
‘Almanson’	1451	de	96	7969	ab	112	11530	ab	111
‘Anza’	1470	de	97	7186	abc	101	9556	bc	92
‘Tâmega’	955	fg	63	6307	bcd	89	8746	c	84
‘TE 9101’	1589	d	105	7771	ab	110	10560	abc	101
‘TE 9202’	1386	def	91	7807	ab	110	11350	ab	109
‘TE 9010’	2025	c	134	6459	bc	91	10090	bc	97
‘Alexis’	2348	bc	155	7863	ab	111	10640	abc	102
‘Ideótipo 9’	722	g	48	4535	e	64	8732	c	84
‘Ideótipo 10’	1010	efg	67	7335	abc	103	11480	ab	110
‘Ideótipo 13’	1061	efg	70	7715	abc	109	10220	bc	98
‘Ideótipo 16’	1179	defg	78	7987	ab	113	9535	bc	91
‘Ideótipo 18’	1425	def	94	6103	cd	86	10630	abc	102
‘Ideótipo 20’	1153	defg	76	7821	ab	110	10790	abc	103
‘Lima’	955	fg	63	4848	de	68	8830	c	85
Média / DMS	1515	430	100	7096	1459	100	10432	1895	100

Na produção de biomassa à colheita, verificou-se ainda uma maior aproximação das produções entre genótipos. Assim, o valor mais elevado foi registado pelo genótipo ‘Goelent’ com 12660 kg ha<sup>-1</sup>, estatisticamente semelhante ao genótipo ‘TE 9101’ (10560 kg ha<sup>-1</sup>) que se situou na nona posição (Quadro 3.2). Este, por sua vez, foi estatisticamente igual ( $p \leq 0,01$ ) ao valor mais baixo, obtido pelo genótipo ‘Ideótipo 9’ com 8732 kg ha<sup>-1</sup>. Desta forma, podemos referir que a evolução na produção de biomassa foi, ao longo do tempo, atenuando cada vez mais as diferenças entre os vários genótipos, como se pode observar pela análise conjunta do Quadro 3.2 e da Fig. 3.1.

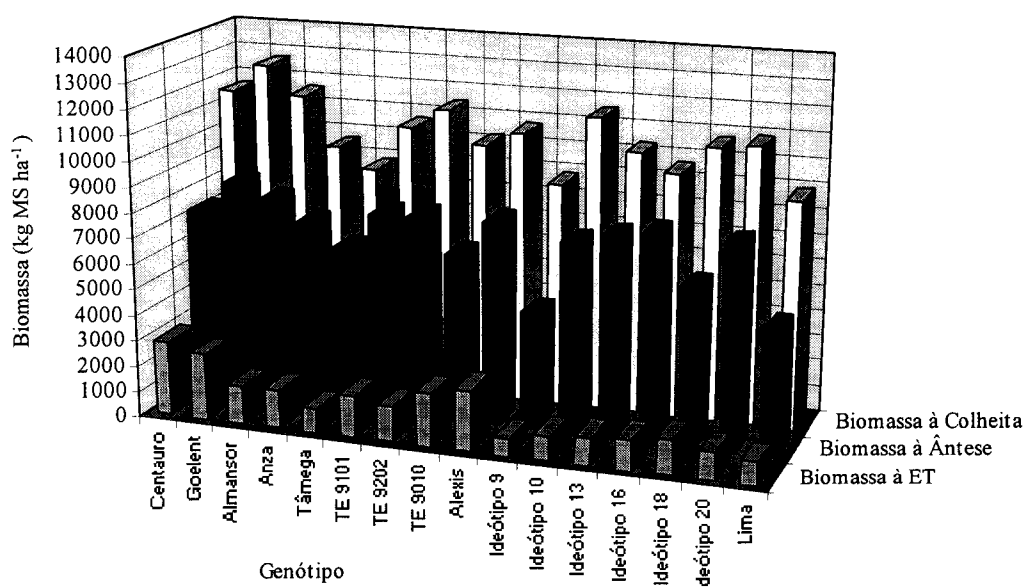


Fig. 3.1 - Produção de biomassa (kg MS ha<sup>-1</sup>) à espiguetas terminal, à antese e à colheita, por genótipo.

As Figs 3.2, 3.3 e 3.4 e Anexo B, Quadros 10, 11 e 12, apresentam a produção de biomassa dos genótipos em cada sistema de mobilização do solo.

Embora sem diferenças estatisticamente significativas, verificamos que somente dois genótipos (‘TE 9202’ e ‘Ideótipo 9’) mantiveram a produção de biomassa mais elevada no sistema de MT, da espiguetas terminal para a antese. Nenhum destes genótipos se incluiu no grupo dos cinco com maior produção de biomassa à colheita. Da produção de biomassa à antese para a produção de biomassa à colheita, o genótipo ‘Tâmega’ foi o único que manteve o valor mais elevado no sistema de MT.

Apenas os genótipos ‘Anza’, ‘Ideótipo 13’ obtiveram para as três produções de biomassa determinadas, sempre o valor mais elevado no sistema de SD.

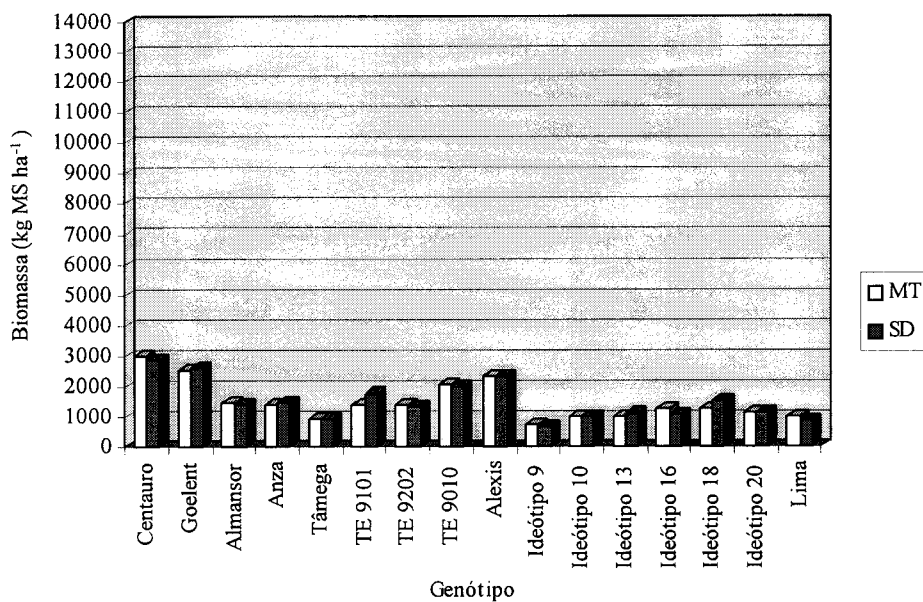


Fig. 3.2 - Produção de biomassa (kg MS ha<sup>-1</sup>) à espigeta terminal por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

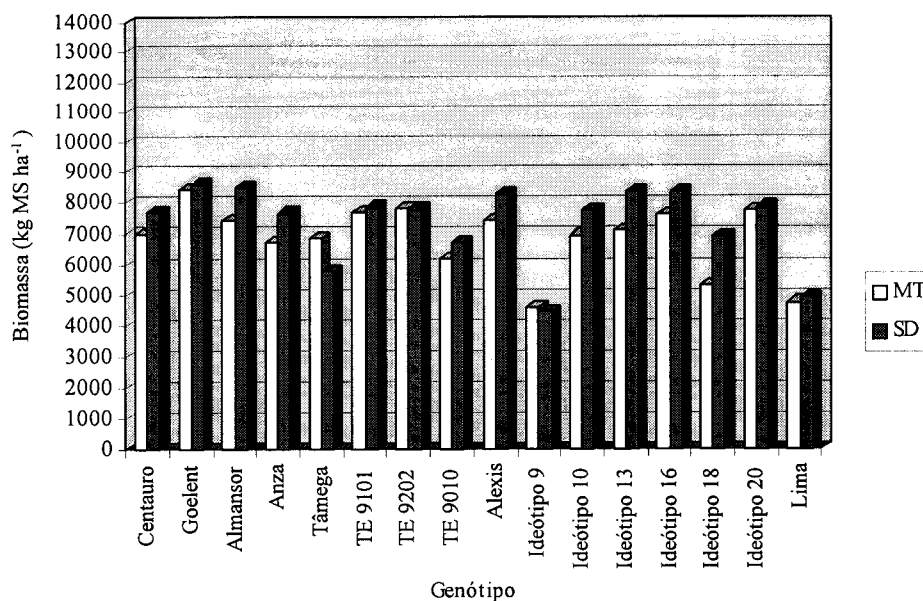


Fig. 3.3 - Produção de biomassa (kg MS ha<sup>-1</sup>) à antese por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

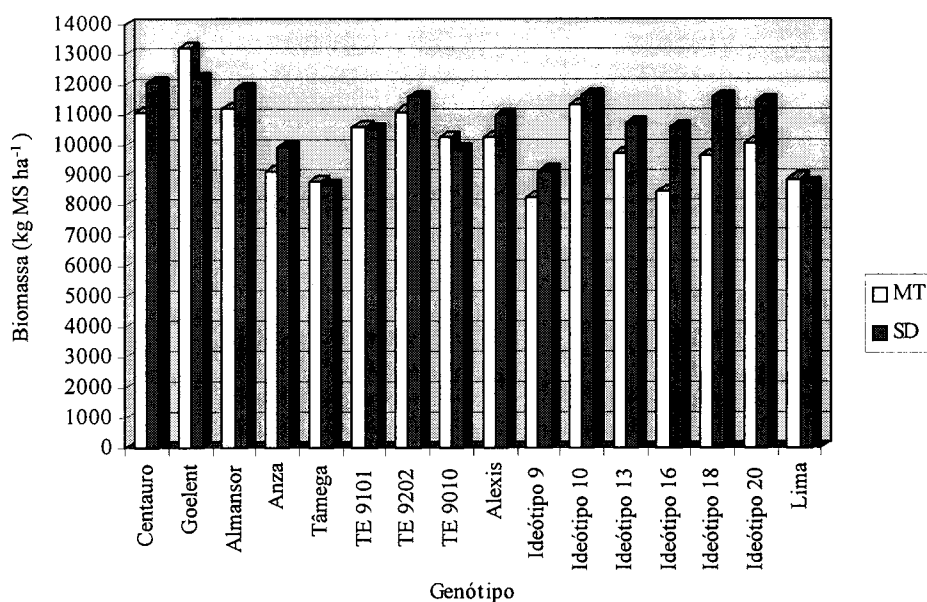


Fig. 3.4 - Produção de biomassa (kg MS ha<sup>-1</sup>) à colheita por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

Quando observamos as médias para cada sistema de mobilização do solo nas três determinações de biomassa que efectuamos, verificamos que à medida que avançamos no ciclo de desenvolvimento das plantas, o sistema de SD proporciona valores mais elevados de produção de biomassa. Enquanto no estado de ET os valores foram praticamente iguais, à ântese e à colheita o sistema de SD registou produtividades mais elevadas em, 494 e 596 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Anexo B, Quadros 10, 11 e 12).

## 4 - ÁREA FOLIAR E ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

### 4.1 - ÁREA FOLIAR À ESPIGUETA TERMINAL E À ÂNTESE

A área foliar das plantas à ET e à ântese (total e da folha bandeira) revelou, pela análise de variância, efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) do factor genótipo (Quadro 4.1). Também a interacção mobilização  $\times$  genótipo se mostrou significativa ao nível de 10%, para a área foliar à ET e para a área foliar total à ântese.

Quadro 4.1 - ANOVA da área foliar (cm<sup>2</sup>) à espiguetta terminal e à ântese (total e da folha bandeira).

Origem da variação	GL	Área foliar total à ET		Área foliar à ântese			
		Teste F	Prob.(%)	Total		Folha Bandeira	
				Teste F	Prob.(%)	Teste F	Prob.(%)
Bloco	3	F <sub>[3,3]</sub> = 1,36	n.s.	F <sub>[3,3]</sub> = 0,81	n.s.	F <sub>[3,3]</sub> = 6,51	≤ 10,0
Mobilização	1	F <sub>[1,3]</sub> = 2,00	n.s.	F <sub>[1,3]</sub> = 0,07	n.s.	F <sub>[1,3]</sub> = 0,13	n.s.
Genótipo	15	F <sub>[15,90]</sub> = 39,9	≤ 0,1	F <sub>[15,90]</sub> = 9,14	≤ 0,1	F <sub>[15,90]</sub> = 22,4	≤ 0,1
Mob. × Gen.	15	F <sub>[15,90]</sub> = 1,72	≤ 10,0	F <sub>[15,90]</sub> = 1,61	≤ 10,0	F <sub>[15,90]</sub> = 1,13	n.s.
CV		25,49%		18,28%		20,99%	

Analisando o Quadro 4.2, verificamos que a média da área foliar dos genótipos foi mais elevada no estádio de ET (58,1 cm<sup>2</sup>), observando-se uma grande discrepância entre os valores obtidos (Fig. 4.1). Estes situam-se desde o valor 139,3 cm<sup>2</sup>, para a cevada ‘Alexis’ (2,4 vezes superior à média) até 30,4 cm<sup>2</sup>, para o ‘Ideótipo 9’ (0,52 vezes a média).

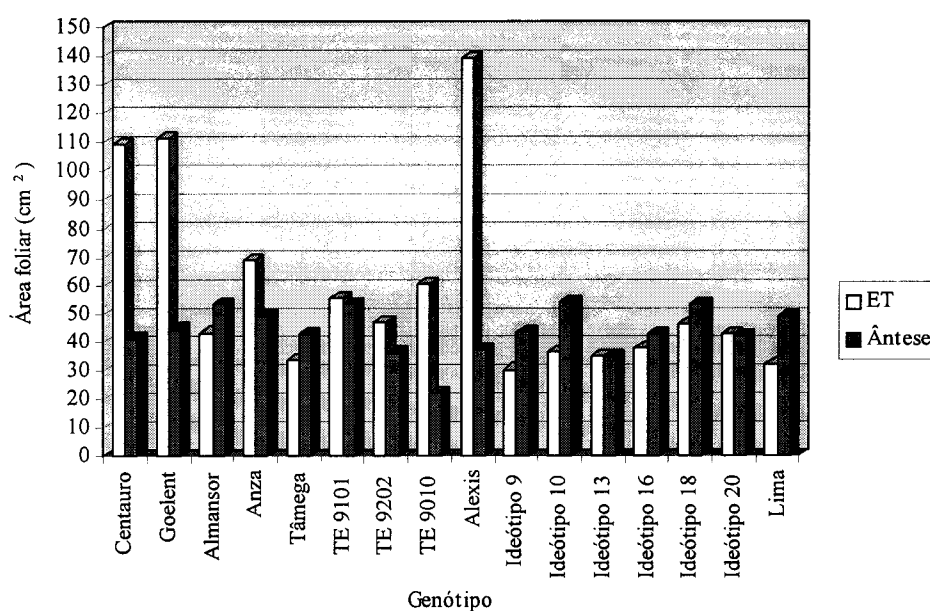
Em geral foram os genótipos de ciclo mais longo que registaram uma maior área foliar à ET, como por exemplo: ‘Alexis’, ‘Goelent’, ‘Centauro’ e ‘TE 9010’. Como se referiu, o valor mais elevado foi obtido por ‘Alexis’, estatisticamente diferente ( $p \leq 0,01$ ) dos restantes, seguido dos valores registados por ‘Goelent’ e ‘Centauro’ (111,4 e 109,1 cm<sup>2</sup>, respectivamente), também diferentes dos demais.

Na área foliar à ântese, os valores foram mais próximos da média (43,7 cm<sup>2</sup>), tendo o mais elevado sido obtido por ‘Ideótipo 10’ (54,1 cm<sup>2</sup>) e o mais baixo por ‘TE 9010’ (22,5 cm<sup>2</sup>) (Quadro 4.2). Enquanto que o valor deste é, estatisticamente diferente de todos os outros, o valor mais elevado é igual ao situado na décima primeira posição, que corresponde ao ‘Ideótipo 20’ (42,0 cm<sup>2</sup>).

Em relação à área foliar da folha bandeira, verificou-se grande variabilidade dos valores obtidos pelos vários genótipos. A contribuição da área foliar da folha bandeira para a área foliar total foi diferente, sendo maior (50,6% a 44,7%) nos genótipos com maior área foliar da folha bandeira. Nesta situação, encontramos ‘Almanson’ (25,9 cm<sup>2</sup>), ‘Lima’ (23,5 cm<sup>2</sup>), ‘Anza’ (22,2 cm<sup>2</sup>), ‘Tâmega’ (21,6 cm<sup>2</sup>) e ‘Ideótipo 9’ (21,1 cm<sup>2</sup>), cuja área foliar da folha bandeira é, estatisticamente semelhante ( $p \leq 0,01$ ) (Quadro 4.2).

Quadro 4.2 - Teste de Duncan para os genótipos relativo à área foliar (cm<sup>2</sup>) à espiguetta terminal e à ântese (total e da folha bandeira).

Genótipo	Área foliar total à			Área foliar à ântese					
	ET			Total			Folha Bandeira		
	cm <sup>2</sup>	Duncan p≤0,01	% da média	cm <sup>2</sup>	Duncan p≤0,01	% da média	cm <sup>2</sup>	Duncan p≤0,01	% da média
‘Centauro’	109,1	b	188	41,0	bc	94	11,2	fg	66
‘Goelent’	111,4	b	192	44,6	abc	102	14,1	ef	83
‘Almansor’	43,2	def	74	53,4	a	122	25,9	a	153
‘Anza’	69,2	c	119	49,3	ab	113	22,2	ab	131
‘Tâmega’	33,4	ef	57	42,7	abc	98	21,6	ab	128
‘TE 9101’	55,4	cde	95	53,2	a	122	20,0	bcd	118
‘TE 9202’	47,1	def	81	36,0	c	82	15,6	def	92
‘TE 9010’	60,6	cd	104	22,5	d	51	7,4	gh	48
‘Alexis’	139,3	a	240	37,3	bc	85	3,6	h	21
‘Ideótipo 9’	30,4	f	52	43,5	abc	99	21,1	abc	125
‘Ideótipo 10’	36,2	ef	62	54,1	a	124	19,3	bcd	114
‘Ideótipo 13’	35,1	ef	60	34,7	c	79	13,9	ef	82
‘Ideótipo 16’	37,6	ef	65	42,7	abc	98	19,1	bcde	113
‘Ideótipo 18’	46,2	def	80	53,6	a	123	16,3	cdef	96
‘Ideótipo 20’	42,6	def	73	42,0	abc	96	16,3	cdef	96
‘Lima’	32,3	f	56	49,1	ab	112	23,5	ab	139
Média / DMS	58,1	19,5	100	43,7	10,5	100	16,9	4,7	100

Fig. 4.1 - Área foliar total (cm<sup>2</sup>) à espiguetta terminal e à ântese por genótipo.



A interação mobilização×genótipo para a área foliar à ET determinou um valor mais elevado para a média dos genótipos em MT (Quadro 4.3), enquanto que para a área foliar à antese a vantagem se verificou nos genótipos em SD (Quadro 4.4).

Quadro 4.3 - Teste de Duncan para a interação sistema de mobilização×genótipo relativo à área foliar total à espiguetta terminal (cm<sup>2</sup>).

Mobilização × Genótipo	MT			SD			Média dos sistemas de mobilização
	cm <sup>2</sup>	Duncan p≤0,10	% da média	cm <sup>2</sup>	Duncan p≤0,10	% da média	
‘Centauro’	128,4	b	221	89,9	cd	155	109,1
‘Goelent’	126,6	b	218	96,2	c	166	111,4
‘Almanson’	51,2	ghij	88	35,1	ijk	60	43,2
‘Anza’	72,6	de	125	65,8	efg	113	69,2
‘Tâmega’	35,1	ijk	60	31,6	ijk	54	33,4
‘TE 9101’	51,0	ghij	88	59,7	efgh	103	55,4
‘TE 9202’	47,4	ghijk	82	46,9	ghijk	81	47,1
‘TE 9010’	68,5	ef	118	52,7	fghi	91	60,6
‘Alexis’	150,3	a	259	128,3	b	221	139,3
‘Ideótipo 9’	32,4	ijk	56	28,4	k	49	30,4
‘Ideótipo 10’	37,8	ijk	65	34,6	ijk	60	36,2
‘Ideótipo 13’	33,7	ijk	58	36,6	ijk	63	35,1
‘Ideótipo 16’	44,7	hijk	77	30,5	jk	52	37,6
‘Ideótipo 18’	40,9	hijk	70	51,5	fghij	89	46,2
‘Ideótipo 20’	40,0	hijk	69	45,2	hijk	78	42,6
‘Lima’	38,5	ijk	66	26,0	k	48	32,3
Média / DMS	62,4	17,4	107	53,7	17,4	92	58,1

Os genótipos ‘TE 9101’, ‘Ideótipo 13’, ‘Ideótipo 18’ e ‘Ideótipo 20’ foram os únicos que registaram maior área foliar à ET no sistema de SD, mas sem diferenças estatisticamente significativas dos valores obtidos pelos mesmos em MT. O valor da área foliar mais baixa à ET, em cada sistema de mobilização, verificou-se para o genótipo ‘Ideótipo 9’ (32,4 cm<sup>2</sup> em MT e 28,4 cm<sup>2</sup> em SD), enquanto que o valor mais elevado foi sempre obtido pela cevada ‘Alexis’ (150,3 cm<sup>2</sup> em MT e 128,3 cm<sup>2</sup> em SD) (Quadro 4.3).

Em relação à área foliar à antese, os genótipos ‘TE 9101’, ‘Ideótipo 18’ e ‘Ideótipo 20’, que já tinham registado maior valor em SD à ET, mantiveram essa situação em conjunto com outros, tais como: ‘Almanson’, ‘Anza’, ‘Tâmega’, ‘TE 9202’, ‘Alexis’,

‘Ideótipo 9’, ‘Ideótipo 16’, o que totaliza dez genótipos (Quadro 4.4). Tal como à ET, as diferenças existentes entre os valores obtidos em SD e em MT, não se revelaram estatisticamente significativas ( $p \leq 0,10$ ).

O valor de área foliar mais elevado à ântese verificou-se para os genótipos ‘Almonsor’ e ‘Ideótipo 18’, ambos em SD, com 57,5 e 56,9  $\text{cm}^2$  respectivamente. Estes valores são estatisticamente iguais até valores de 46,2  $\text{cm}^2$  (‘Anza’ em MT) e de 45,8  $\text{cm}^2$  (‘Ideótipo 16’ em SD), respectivamente (Quadro 4.4).

Quadro 4.4 - Teste de Duncan para a interacção sistema de mobilização×genótipo relativo à área foliar total à ântese ( $\text{cm}^2$ ).

Mobilização × Genótipo	MT			SD			Média dos sistemas de mobilização
	$\text{cm}^2$	Duncan $p \leq 0,10$	% da média	$\text{cm}^2$	Duncan $p \leq 0,10$	% da média	
‘Centauro’	43,2	efghij	99	38,8	hijkl	89	41,0
‘Goelent’	52,0	abcdef	119	37,3	ijkl	85	44,6
‘Almonsor’	49,3	abcdefgh	113	57,5	a	132	53,4
‘Anza’	46,2	abcdefghij	106	52,5	abcdef	120	49,3
‘Tâmega’	41,8	efghijk	96	43,7	defghij	100	42,7
‘TE 9101’	51,3	abcdefg	117	55,0	abcd	126	53,2
‘TE 9202’	30,8	klm	70	41,2	fghijk	94	36,0
‘TE 9010’	25,2	mn	58	19,8	n	45	22,5
‘Alexis’	34,9	jklm	80	39,8	ghijkl	91	37,3
‘Ideótipo 9’	42,4	efghij	97	44,5	cdefghij	102	43,5
‘Ideótipo 10’	55,3	abc	127	53,0	abcde	121	54,1
‘Ideótipo 13’	40,3	ghijk	92	29,1	lmn	67	34,7
‘Ideótipo 16’	39,6	hijkl	91	45,8	bcdefghij	105	42,7
‘Ideótipo 18’	50,3	abcdefgh	115	56,9	ab	130	53,6
‘Ideótipo 20’	39,6	hijkl	91	44,5	cdefghij	102	42,0
‘Lima’	51,3	abcdefg	117	46,9	abcdefghi	107	49,1
Média / DMS	43,3	9,4	99	44,1	9,4	101	43,7

Por outro lado, os valores mais reduzidos registaram-se para ‘TE 9010’ em MT (25,2  $\text{cm}^2$ ) e em SD (19,8  $\text{cm}^2$ ), mas semelhantes, respectivamente, até valores de 34,9  $\text{cm}^2$  (‘Alexis’ em MT) e de 29,1  $\text{cm}^2$  (‘Ideótipo 13’ em SD).

## 4.2 - ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR À ESPIGUETA TERMINAL E À ÂNTESE

O resultado da análise de variância do índice de área foliar (IAF) à ET e à ântese apresenta-se no Quadro 4.5, o qual mostra que, à ET, o IAF revelou diferenças estatisticamente significativas entre genótipos ( $p \leq 0,1\%$ ) e ao nível da interacção mobilização  $\times$  genótipo ( $p \leq 10,0\%$ ), enquanto que à ântese as diferenças estatisticamente significativas no IAF se situaram só ao nível do genótipo.

Quadro 4.5 - ANOVA do índice de área foliar à espiguetta terminal e à ântese.

Origem da variação	GL	IAF à ET		IAF à ântese	
		Teste F	Probab. (%)	Teste F	Probab. (%)
Bloco	3	$F_{[3,3]} = 1,75$	n.s.	$F_{[3,3]} = 0,53$	n.s.
Mobilização	1	$F_{[1,3]} = 0,35$	n.s.	$F_{[1,3]} = 0,54$	n.s.
Genótipo	15	$F_{[15,90]} = 34$	$\leq 0,1$	$F_{[15,90]} = 4,48$	$\leq 0,1$
Mob. $\times$ Gen.	15	$F_{[15,90]} = 1,71$	$\leq 10,0$	$F_{[15,90]} = 1,17$	n.s.
CV		27,62%		21,60%	

O genótipo de cevada ('Alexis') com 3,59 e os genótipos de trigo mole 'Goelent' (3,85) e 'Centauro' (3,55), obtiveram os valores mais elevados de IAF à ET, estatisticamente diferentes ( $p \leq 0,01$ ) dos demais (Quadro 4.6). 'Ideótipo 9' (0,86) e 'Lima' (0,95) registaram os valores mais baixos.

De salientar que a evolução do IAF do estágio de ET para o estágio de ântese foi positiva para uns genótipos mas negativa para outros. Os genótipos com maior IAF à ET registaram uma descida à ântese, enquanto que o inverso aconteceu com os genótipos de menor IAF à ET (Quadro 4.6 e Fig. 4.2).

À ântese foi o genótipo 'Ideótipo 10' (2,08) que exibiu maior IAF, logo seguido do 'Goelent' com 2,01, os quais, são estatisticamente iguais ( $p \leq 0,01$ ) ao genótipo 'Ideótipo 20' com 1,64, situado em décimo segundo lugar (Quadro 4.6). O IAF mais baixo foi para o genótipo 'TE 9010' (1,06) embora estatisticamente igual ( $p \leq 0,01$ ) a 'Ideótipo 13' (1,35), 'TE 9202' (1,40) e 'Tâmega' (1,45).

Quadro 4.6 - Teste de Duncan para os genótipos relativo ao índice de área foliar à espiguetta terminal e à ântese.

Genótipo	IAF à ET			IAF à ântese		
	Valor	Duncan p≤0,01	% relativa à média	Valor	Duncan p≤0,01	% relativa à média
‘Centauro’	3,55	a	203	1,78	abcd	104
‘Goelent’	3,85	a	220	2,01	ab	118
‘Almansor’	1,36	bcd	78	1,89	abcd	110
‘Anza’	1,94	b	111	1,65	abcd	96
‘Tâmega’	1,04	cd	59	1,45	bcde	85
‘TE 9101’	1,70	bc	97	1,83	abcd	107
‘TE 9202’	1,43	bcd	82	1,40	cde	82
‘TE 9010’	1,59	bcd	91	1,06	e	62
‘Alexis’	3,59	a	205	1,95	abc	114
‘Ideótipo 9’	0,86	d	49	1,84	abcd	107
‘Ideótipo 10’	1,11	cd	63	2,08	a	121
‘Ideótipo 13’	1,10	cd	63	1,35	de	79
‘Ideótipo 16’	1,11	cd	63	1,78	abcd	104
‘Ideótipo 18’	1,46	bcd	83	1,99	ab	116
‘Ideótipo 20’	1,28	bcd	73	1,64	abcd	96
‘Lima’	0,95	d	54	1,73	abcd	101
Média / DMS	1,75	0,634	100	1,71	0,487	100

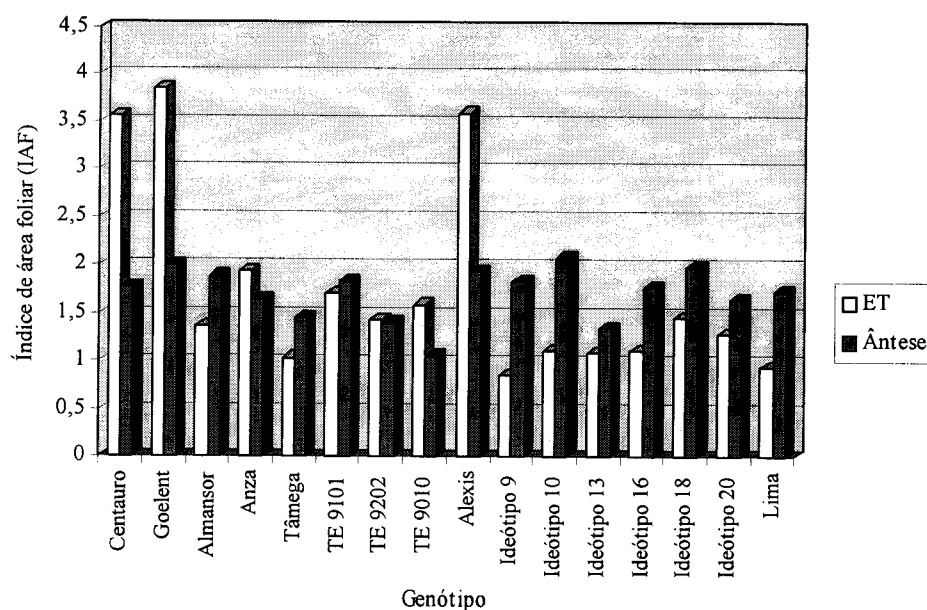


Fig. 4.2 - Índice de área foliar à espiguetta terminal e à ântese por genótipo.

Apesar de afectado com elevado coeficiente de variação (27,62%), o IAF à ET registou diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 10,0\%$ ) para a interacção mobilização×genótipo. Como se pode observar no Quadro 4.7, o IAF mais elevado registou-se para o genótipo ‘Centauro’ em MT (4,23), mas estatisticamente semelhante ( $p \leq 0,10$ ) a ‘Goelent’ em MT (4,08), ‘Alexis’ em MT (3,70) e ‘Goelent’, em SD (3,63). Por outro lado, os valores mais baixos foram obtidos pelo genótipo ‘Lima’ em SD (0,78) e pelo genótipo ‘Ideótipo 9’ em SD (0,83) e em MT (0,90) (Quadro 4.7 e Fig. 4.3).

Quadro 4.7 - Teste de Duncan para a interacção sistema de mobilização×genótipo relativo ao índice de área foliar à espiguetta terminal.

Mobilização × Genótipo	MT			SD			Média dos sistemas de mobilização
	Valor	Duncan $p \leq 0,10$	% da média	Valor	Duncan $p \leq 0,10$	% da média	
‘Centauro’	4,23	a	242	2,88	c	165	3,55
‘Goelent’	4,08	ab	233	3,63	ab	207	3,85
‘Almanson’	1,63	defgh	93	1,10	ghij	63	1,36
‘Anza’	1,85	def	106	2,03	d	116	1,94
‘Tâmega’	1,08	ghij	62	1,00	hij	57	1,04
‘TE 9101’	1,50	defghi	86	1,90	de	109	1,70
‘TE 9202’	1,40	defghij	80	1,45	defghij	83	1,43
‘TE 9010’	1,70	defg	97	1,48	defghij	85	1,59
‘Alexis’	3,70	ab	211	3,48	b	199	3,59
‘Ideótipo 9’	0,90	ij	51	0,83	ij	47	0,86
‘Ideótipo 10’	1,15	ghij	66	1,08	ghij	62	1,11
‘Ideótipo 13’	1,00	hij	57	1,20	fghij	69	1,10
‘Ideótipo 16’	1,28	efghij	73	0,95	hij	54	1,11
‘Ideótipo 18’	1,18	fghij	67	1,75	defg	100	1,46
‘Ideótipo 20’	1,18	fghij	67	1,38	defghij	79	1,28
‘Lima’	1,13	ghij	65	0,78	j	45	0,95
Média / DMS	1,81	0,566	103	1,68	0,566	96	1,75

O IAF à ET, em média, foi mais elevado no sistema de MT (1,81), comparativamente com o sistema de SD (1,68). A maior parte dos genótipos registaram IAF inferior à média geral do ensaio (1,75). Tanto no sistema de MT como no de SD, só os genótipos ‘Centauro’, ‘Goelent’ e ‘Alexis’ obtiveram IAF superior à média (Quadro 4.7).

Nestes genótipos verificou-se uma redução do IAF quando cultivados no sistema de SD, sendo mais acentuado e, estatisticamente diferente, no genótipo 'Centauro'.

Analisando as Fig.s 4.3 e 4.4, Quadro 4.7 e Anexo B, Quadro 13, verificamos que, apesar de mais baixo, comparativamente com o IAF medido à ET, o IAF à ântese exibiu menor variabilidade nos genótipos em estudo.

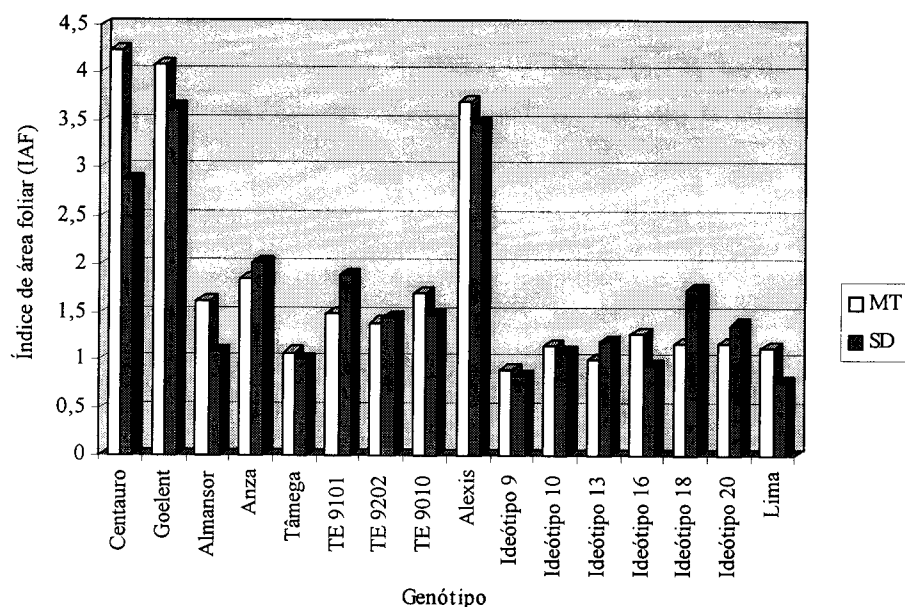


Fig. 4.3 - Índice de área foliar à espiguetta terminal por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

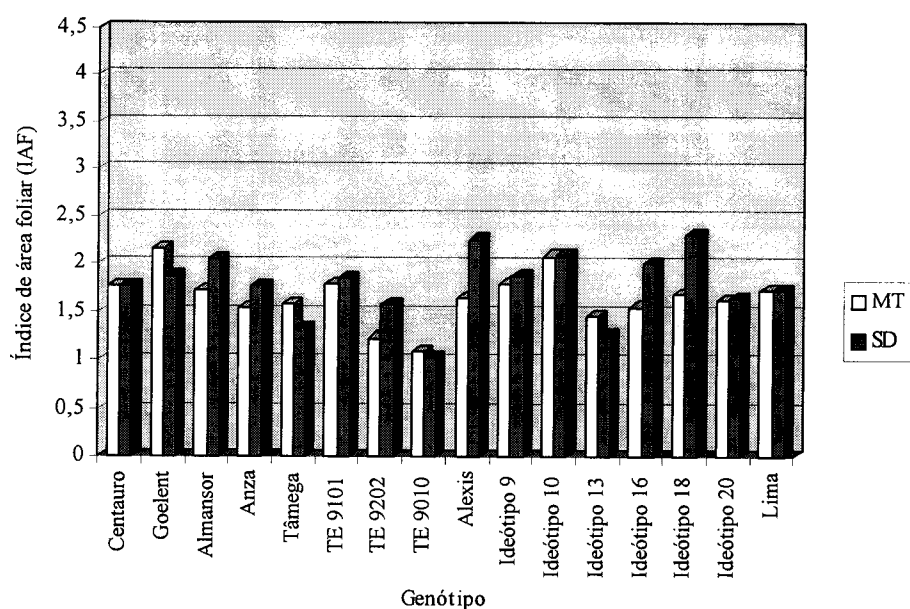


Fig. 4.4 - Índice de área foliar à ântese por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

Tal como se verificou para a área foliar, a quebra do IAF da ET para a ântese não afectou todos os genótipos. Por exemplo, a maior parte do genótipos de hábito de primavera, ‘Almanson’, ‘Tâmega’, ‘Ideótipo 9’, ‘Ideótipo 10’, ‘Ideótipo 18’ e ‘Lima’ registaram aumentos de relevo.

## 5 - ÍNDICE DE COLHEITA E CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DO GRÃO

A análise de variância relativa ao índice de colheita (IC), à massa do hectolitro e ao teor de proteína do grão, revelou efeito estatisticamente significativo ( $p \leq 0,1\%$ ) somente do factor genótipo (Quadro 5.1).

Quadro 5.1 - ANOVA do índice de colheita (%), massa do hectolitro ( $\text{kg hl}^{-1}$ ) e teor de proteína do grão (%).

Origem da variação	GL	Índice de Colheita		Massa do Hectolitro		Teor de Proteína	
		Teste F	Prob.(%)	Teste F	Prob.(%)	Teste F	Prob.(%)
Bloco	3	$F_{[3,3]} = 9,65$	$\leq 5,0$	$F_{[3,3]} = 1,04$	n.s.	$F_{[3,3]} = 13,47$	$\leq 5,0$
Mobilização	1	$F_{[1,3]} = 2,86$	n.s.	$F_{[1,3]} = 2,96$	n.s.	$F_{[1,3]} = 0,05$	n.s.
Genótipo	15	$F_{[15,90]} = 4,16$	$\leq 0,1$	$F_{[15,90]} = 143$	$\leq 0,1$	$F_{[15,90]} = 26$	$\leq 0,1$
Mob. $\times$ Gen.	15	$F_{[15,90]} = 1,03$	n.s.	$F_{[15,90]} = 1,02$	n.s.	$F_{[15,90]} = 1,04$	n.s.
CV		7,45%		0,90%		4,70%	

Observando o Quadro 5.2, verificamos que os valores extremos de IC obtidos (45,6% para ‘Alexis’ e 37,3% para ‘Ideótipo16’), diferem estatisticamente ( $p \leq 0,01$ ), no entanto, o primeiro é semelhante a 40,9% (‘TE 9202’ e ‘Ideótipo 13’) e estes, por sua vez, são iguais ao ‘Ideótipo 16’, ou seja, existe pouca variação nos valores registados pelos genótipos.

Na massa do hectolitro o efeito do genótipo resultou mais acentuado. O valor mais elevado foi obtido pelo ‘Ideótipo 10’ ( $86,0 \text{ kg hl}^{-1}$ ), semelhante a ‘TE 9010’ ( $85,4 \text{ kg hl}^{-1}$ ) mas diferente de todos os outros (Quadro 5.2). Como seria de esperar, foi a cevada ‘Alexis’ que registou a menor massa do hectolitro ( $72,3 \text{ kg hl}^{-1}$ ), estatisticamente diferente ( $p \leq 0,01$ ) dos restantes. Nos trigos foi o genótipo ‘Goelent’ com  $79,6 \text{ kg hl}^{-1}$  que registou o valor mais baixo, também com diferenças estatisticamente significativas dos outros genótipos.

O teor de proteína do grão, em percentagem da matéria seca, foi em geral baixa situando-se entre 8,9% ('Lima' e 'TE 9101') e 6,5% ('Goelent') (Quadro 5.2). Enquanto que este valor é estatisticamente diferente dos restantes ( $p \leq 0,01$ ), o valor mais elevado é estatisticamente semelhante até valores de proteína iguais a 8,4% ('Ideótipo 10'), que corresponde ao sexto valor. De notar que, em geral, aos valores mais baixos de proteína no grão correspondem os mais elevados da produção de grão. São disso exemplo os genótipos 'Goelent', 'Centaurus', 'Ideótipo 20' e 'Ideótipo 13'.

Quadro 5.2 - Teste de Duncan para os genótipos relativo ao índice de colheita (%), à massa do hectolitro ( $\text{kg hl}^{-1}$ ), e ao teor de proteína do grão (%).

Genótipo	Índice de Colheita			Massa do Hectolitro			Teor de Proteína		
	(%)	Duncan $p \leq 0,01$	% da média	$\text{kg hl}^{-1}$	Duncan $p \leq 0,01$	% da média	(%)	Duncan $p \leq 0,01$	% da média
'Centaurus'	41,0	abcd	99	82,2	ef	100	7,4	ef	93
'Goelent'	38,6	cd	94	79,6	g	96	6,5	g	81
'Almansor'	37,4	d	91	83,4	bcd	101	8,0	c	100
'Anza'	42,5	abc	103	82,9	de	100	7,3	f	91
'Tâmega'	42,4	abc	103	81,8	f	99	8,1	bc	101
'TE 9101'	39,7	bcd	96	84,0	bc	102	8,9	a	111
'TE 9202'	40,9	abcd	99	82,1	ef	99	7,9	cde	99
'TE 9010'	42,3	abc	103	85,4	a	104	7,4	def	93
'Alexis'	45,6	a	110	72,3	h	88	8,6	ab	108
'Ideótipo 9'	42,2	abc	102	81,8	f	99	8,0	c	100
'Ideótipo 10'	42,9	abc	104	86,0	a	104	8,4	abc	105
'Ideótipo 13'	40,9	abcd	99	84,1	b	102	7,3	f	91
'Ideótipo 16'	37,3	d	90	83,8	bcd	102	8,5	ab	106
'Ideótipo 18'	41,8	abcd	101	84,1	b	102	8,7	a	109
'Ideótipo 20'	43,7	ab	106	84,0	b	102	7,9	cd	99
'Lima'	40,8	bcd	99	83,0	cde	101	8,9	a	111
Média / DMS	41,2	4,04	100	82,5	0,97	100	8,0	0,49	100

Pela observação da Fig. 5.1 verificamos que, para o IC a resposta dos genótipos ao sistema de mobilização é pouco variável, de forma que a interacção mobilização×genótipo não revelou diferenças estatisticamente significativas (Quadro 5.1). Os resultados obtidos



são muito semelhantes variando, para os genótipos de trigo, de 34,3% ('Ideótipo 16' em MT) a 44,4% ('Ideótipo 20' em MT) (Anexo B, Quadro 14).

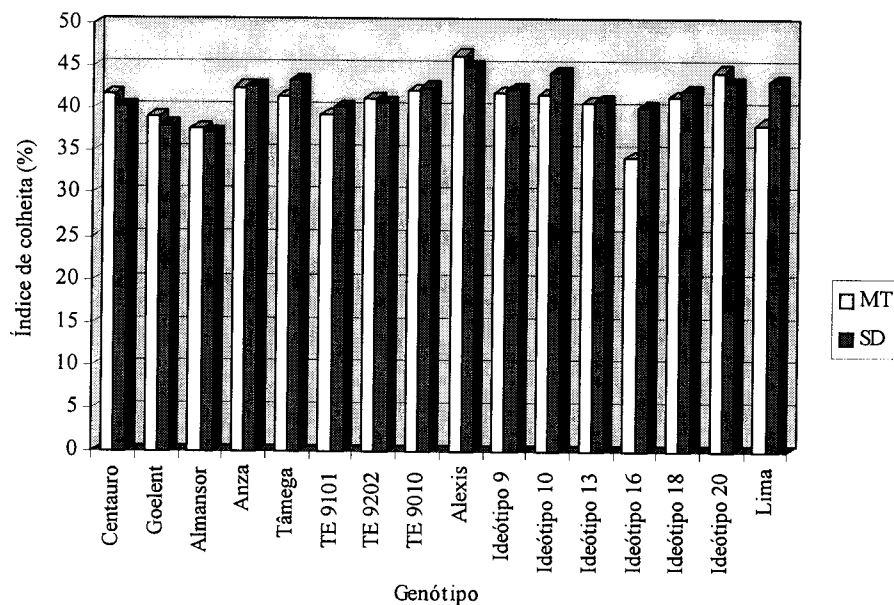


Fig. 5.1 - Índice de colheita (%) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

Também os valores da massa do hectolitro por genótipo em cada sistema de mobilização, mostraram grande semelhança (Fig. 5.2), excepto o genótipo 'Alexis', cujo valor é muito mais baixo que os obtidos pelos genótipos de trigo. Verifica-se que são alguns dos genótipos com maior produção de grão que registam menor massa do hectolitro, como por exemplo 'Goelent', 'Centauro', 'Ideótipo 9' e 'TE 9202'.

À semelhança do que se verificou para o IC, também sem diferenças estatisticamente significativas, não se observou vantagem de qualquer dos sistemas de mobilização (Anexo B, Quadro 15).

A análise da Fig. 5.3, onde se representa o teor de proteína do grão por genótipo em cada sistema de mobilização, mostra-nos uma semelhança relativa dos valores de proteína, o que conduziu à não existência de efeito significativo da interacção mobilização×genótipo (Quadro 5.1). De facto, a média dos genótipos em cada sistema de mobilização foi igual (8,0%), sendo também igual o número de genótipos com valores de proteína mais elevados em cada um dos sistemas de mobilização (Anexo B, Quadro 16).

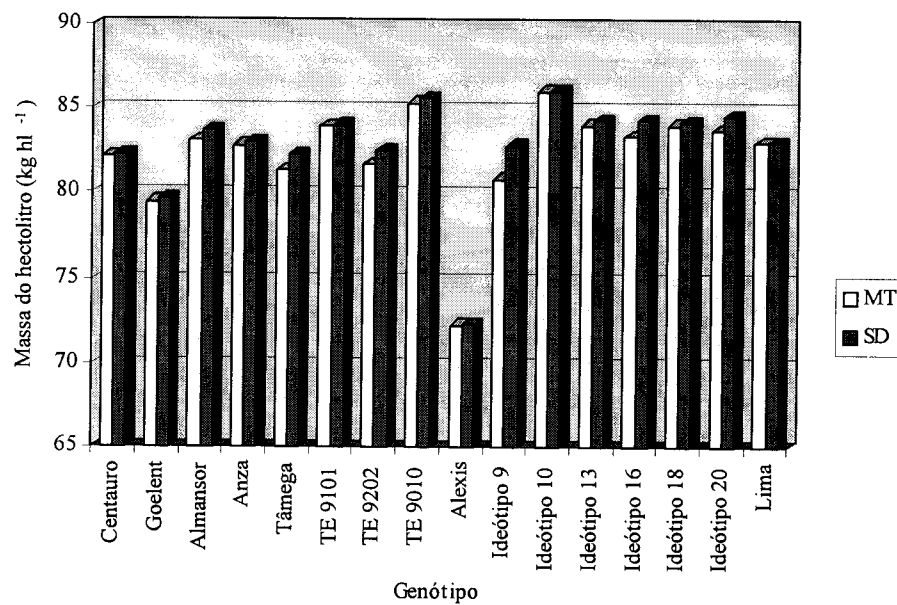


Fig. 5.2 - Massa do hectolitro (kg hl<sup>-1</sup>) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

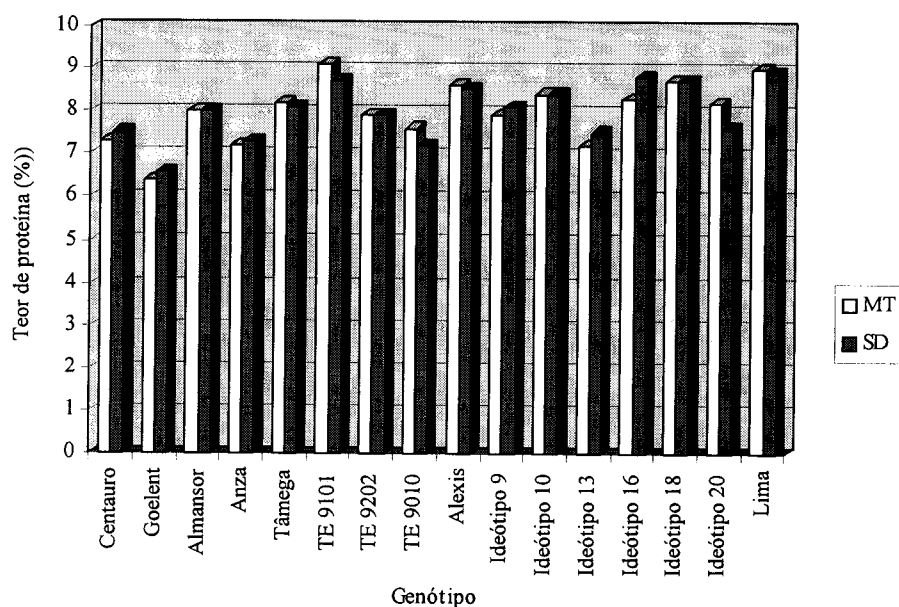
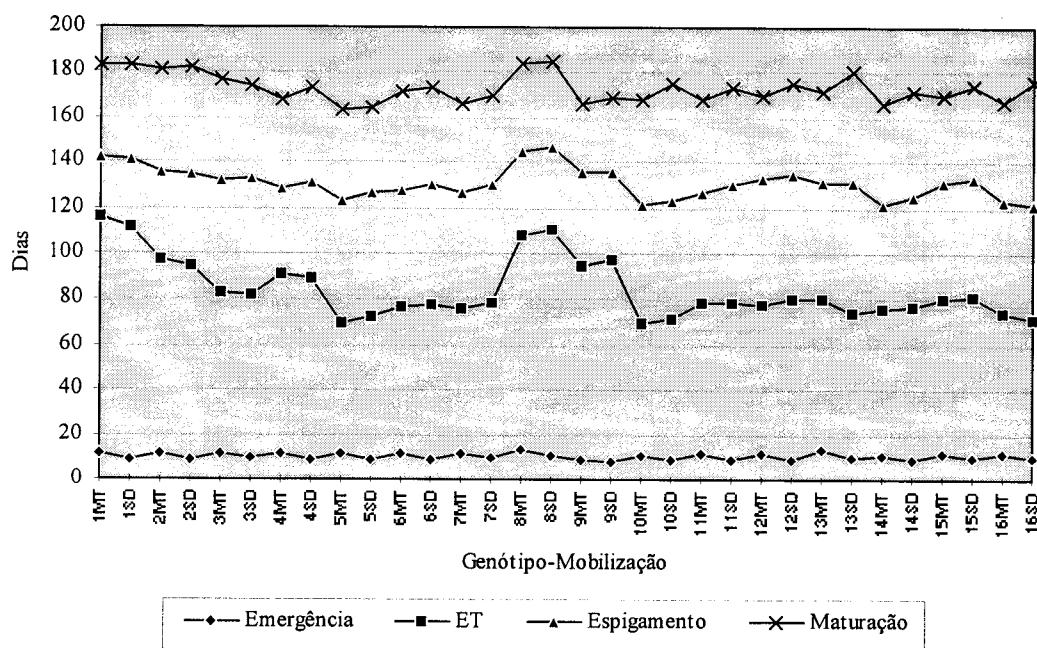


Fig. 5.3 - Teor de proteína do grão (%) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

## 6 - ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO E PERÍODOS TÍPICOS

A determinação destes estádios, tal como se referiu no Capítulo III, foi efectuada só no Bloco I dado que a duração do ciclo biológico é uma característica qualitativa, regulada por genes maiores, com elevada heritabilidade e repetibilidade (Falconer, 1981, Hayward, 1991).

O registo dos estádios para os vários genótipos em cada sistema de mobilização mostrou uma certa convergência no desenvolvimento, de tal modo que se verificou alguma sincronia nas fases de ântese e maturação fisiológica. Nestes estádios a diferença entre os genótipos mais precoces ('Ideótipo 9' e 'Lima') e o mais tardio ('TE 9010') foi de 22 dias, enquanto no espigamento se observou uma diferença de 25 dias e, mais cedo, à espiguetta terminal, 45 dias (Fig. 6.1 e Anexo B, Quadro 17).



1-'Centaurus', 2-'Goelent', 3-'Almansor', 4-'Anza', 5-'Tâmega', 6-'TE 9101', 7-'TE 9202', 8-'TE 9010', 9-'Alexis', 10-'Ideótipo 9', 11-'Ideótipo 10', 12-'Ideótipo 13', 13-'Ideótipo 16', 14-'Ideótipo 18', 15-'Ideótipo 20', 16-'Lima'.

Fig. 6.1 - Número de dias à emergência, espiguetta terminal, espigamento e maturação fisiológica, por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

No período emergência-espigamento e perante as condições em que decorreu o ensaio, os genótipos ‘Ideótipo 9’ e ‘Ideótipo 18’, ambos no sistema de MT, exibiram a menor duração com 110 dias. O genótipo ‘Lima’, apenas com mais um dia (111 dias) teve uma duração igual para qualquer dos sistemas de mobilização. O genótipo mais tardio, com 135 dias da emergência ao espigamento, foi o ‘TE 9010’ no sistema de SD, embora no sistema de MT a duração tenha sido ligeiramente inferior (132 dias), igual à que se verificou no genótipo ‘Centaurus’ em SD (Fig. 6.2 e Anexo B, Quadro 17).

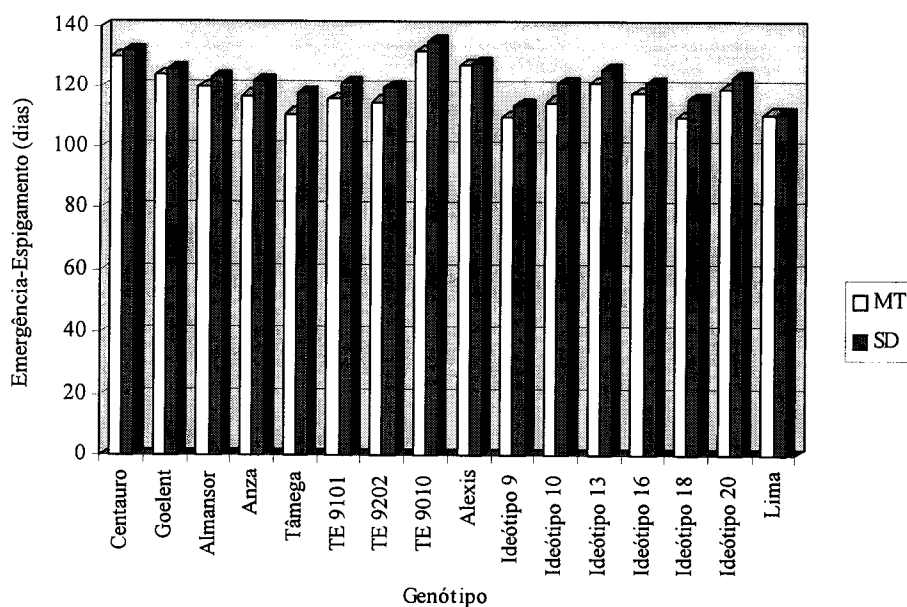


Fig. 6.2 - Período de emergência-espigamento por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

Relativamente ao período de enchimento do grão, definido como o período situado entre 10 dias após a ântese e a maturação fisiológica, os genótipos com período mais longo foram o ‘Lima’ (39 dias em SD e 32 dias em MT) e o ‘Ideótipo 9’ (39 dias em SD e 33 dias em MT), ou seja, os de ciclo mais curto. O genótipo com menor período de enchimento do grão, foi a cevada ‘Alexis’ com 18 dias no sistema de MT e 21 dias no sistema de SD. Considerando somente os trigos, foi o ‘Tâmega’ que exibiu menor período de enchimento do grão com 22 dias em SD e 23 dias em MT e ainda o ‘Ideótipo 13’ com 22 dias em MT (Fig. 6.3 e Anexo B, Quadro 17).

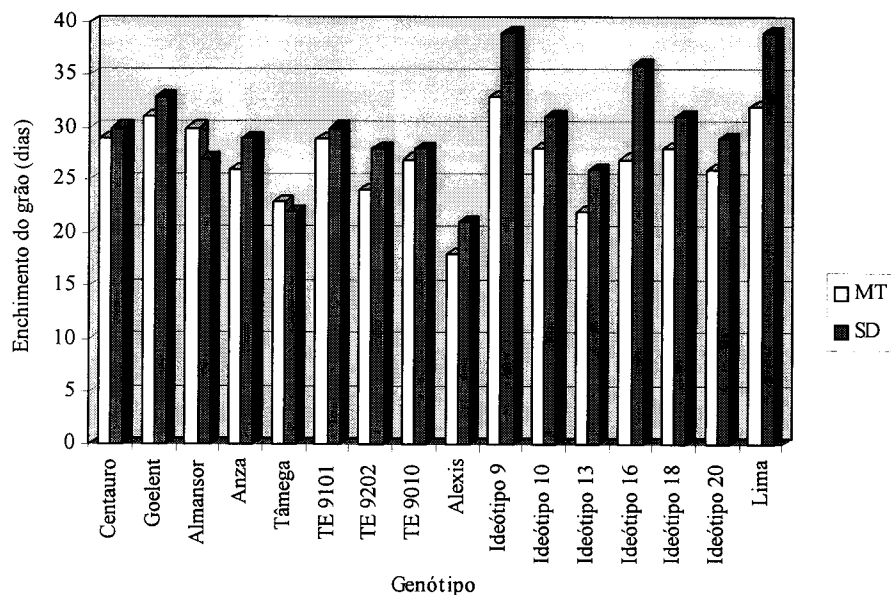


Fig. 6.3 - Período de enchimento do grão por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo.

Como se referiu no Capítulo III, pretendia-se identificar o estágio de aresta dupla no meristema apical do colmo principal (Fig. 6.4), já que corresponde à passagem do período vegetativo para o período reprodutivo. Neste estágio observa-se o primórdio da espiguetta e designa-se, muitas vezes, por “iniciação floral”, (Kirby & Appleyard, 1987).

Como não foi possível alcançar o objectivo inicial, devido à aceleração no desenvolvimento das plantas, optou-se pela identificação do estágio de espiguetta terminal (Fig. 6.5), último estágio de desenvolvimento do meristema apical (Quadro 6.1), que corresponde à iniciação do último primórdio no ápice do colmo principal.

Quadro 6.1 - Escala de desenvolvimento do meristema apical (EDAPICAL) de Kirby & Appleyard (1987) (Aguiar, 1992).

EDAPICAL	Características
1	Estádio vegetativo
2	Estádio vegetativo - meristema alongado
3	Aresta dupla (“double ridge stage”)
4	Primórdio de glumas (“glume primordium stage”)
5	Primórdio de lemas (“lemma primordium stage”)
6	Primórdio de flores (“florete primordium stage”)
7	Espiguetta terminal (“terminal spikelet stage”)



Fig. 6.4 - Meristema apical de trigo no estágio de aresta dupla (Ampliação 20×).

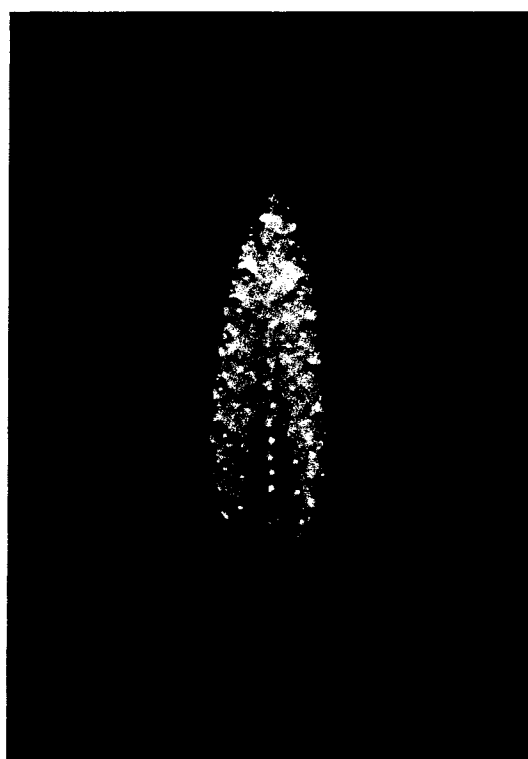


Fig. 6.5 - Meristema apical de trigo no estágio de espiguetas terminal (Ampliação 20×).

## 7 - CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS SIMPLES

O coeficiente de correlação ( $r$ ) pode ser útil para sugerir certas ligações em determinadas características biológicas, podendo usar-se com vantagem prática em muitos trabalhos agronômicos, especialmente em melhoramento de plantas (Carvalho, 1988). Assim, o cálculo do coeficiente de correlação teve como principal objectivo a identificação de características estreitamente relacionadas com a produção, as quais poderão ser utilizadas como indicadores ou critérios de selecção para a cultura do trigo nos sistemas propostos.

O genótipo de cevada ('Alexis'), como já se referiu, foi introduzido no ensaio apenas para servir de padrão de comportamento, daí o facto da sua não inclusão para o cálculo dos coeficientes de correlação, afim de não provocar desvios dos dados obtidos pelos genótipos de trigo.

No Anexo B, Quadro 18 encontra-se a matriz de correlação (Pearson) para várias características medidas nos 15 genótipos de trigo mole em estudo. Na intercepção das linhas com as colunas estão dispostos os valores de  $r$  para cada grupo de duas características (variáveis).

Da análise deste quadro importa salientar as características agronômicas estreita e linearmente relacionadas com a produção de grão. As correlações positivas verificaram-se com o número de grãos  $m^{-2}$  (0,610\*), população emergida (0,653\*), população potencial (0,823\*\*\*), população produtiva (0,548\*), biomassa à ET (0,590\*), biomassa à ântese (0,624\*), área foliar à ET (0,623\*), IAF à espiguetta terminal (0,659\*\*) e número de dias da emergência ao espigamento (0,546\*). Com o teor de proteína registou-se uma correlação negativa (-0,647\*\*).

Das **correlações altamente significativas ( $p \leq 0,1\%$ )** obtidas entre as várias características, salientamos as positivas que se estabeleceram entre:

- número de grãos  $m^{-2}$  e população potencial (0,791);
- número de grãos  $m^{-2}$  e número de filhos planta<sup>-1</sup> (0,787);
- população potencial e população produtiva (0,812)
- população potencial e número de filhos planta<sup>-1</sup> (0,802);
- população produtiva e número de filhos planta<sup>-1</sup> (0,781);
- biomassa à ET e área foliar à ET (0,951);
- biomassa à ET e IAF à ET (0,933);
- área foliar à ET e IAF à ET (0,999);

**Ao nível de significância de 1%**, obtiveram-se também importantes correlações que relacionam positiva e negativamente grupos de duas características. As positivas que importa referir estabeleceram-se entre:

- população potencial e biomassa à ET (0,672);
- biomassa à ET e período emergência-espigamento (0,746);
- biomassa à colheita e IAF à ET (0,652);
- área foliar à ântese e área foliar da FB (0,733).

As negativas foram obtidas entre:

- número de grãos  $m^{-2}$  e peso de 1000 grãos (-0,676);
- peso de 1000 grãos e número de grãos espiga<sup>-1</sup> (-0,734);
- índice de colheita e altura da planta (-0,680);
- teor de proteína e período emergência-espigamento (-0,652);

- área foliar à antese e número de filhos planta<sup>-1</sup> (-0,675);
- área foliar da FB e número de filhos planta<sup>-1</sup> (-0,681).

Também para  $p \leq 5\%$  se obtiveram relações positivas, nomeadamente, entre:

- número de grãos m<sup>-2</sup> e população produtiva (0,586);
- número de grãos m<sup>-2</sup> e período emergência-espigamento (0,615);
- biomassa à ET e biomassa à colheita (0,640);
- biomassa à antese e período emergência-espigamento (0,515);
- área foliar à ET e período emergência-espigamento (0,627).

As correlações negativas ( $p \leq 5\%$ ) estabeleceram-se entre:

- número de grãos m<sup>-2</sup> e teor de proteína (-0,620);
- área foliar à antese e período emergência-espigamento (-0,594).

Para as características estudadas em que a interação sistema de mobilização × genótipo revelou efeito significativo, determinaram-se os coeficientes de correlação, separados para cada sistema de mobilização, entre essas características e a produção de grão e respectivas componentes. Nesta situação temos a área foliar à ET e à antese e o IAF à ET.

Para a área foliar à ET verificou-se unicamente uma estreita e positiva correlação ( $p \leq 1\%$ ) com a produção de grão no sistema de MT (Quadro 7.1), enquanto que a área foliar à antese se relacionou de forma negativa ( $p \leq 5\%$ ) com o número de grãos m<sup>-2</sup> no sistema de SD (Quadro 7.2).

Quadro 7.1 - Coeficientes de correlação (r) entre área foliar à espiguetta terminal e a produção de grão e componentes da produção de grão, por sistema de mobilização do solo.

Características	MT			SD		
	Produção de grão	Número de grãos m <sup>-2</sup>	Peso de 1000 grãos	Produção de grão	Número de grãos m <sup>-2</sup>	Peso de 1000 grãos
Área foliar à ET	0,705 **	0,433 n.s.	0,090 n.s.	0,480 n.s.	0,323 n.s.	0,123 n.s.

Quadro 7.2 - Coeficientes de correlação (r) entre a área foliar à antese e a produção de grão e componentes da produção de grão, por sistema de mobilização do solo.

Características	MT			SD		
	Produção de grão	Número de grãos m <sup>-2</sup>	Peso de 1000 grãos	Produção de grão	Número de grãos m <sup>-2</sup>	Peso de 1000 grãos
Área foliar à antese	0,105 n.s.	-0,155 n.s.	0,237 n.s.	-0,242 n.s.	-0,621 *	-0,281 n.s.



As correlações significativas com o IAF à ET (Quadro 7.3) verificaram-se em relação à produção de grão, tanto para o sistema de MT ( $p \leq 1\%$ ) como para o sistema de SD ( $p \leq 5\%$ ).

Quadro 7.3 - Coeficientes de correlação (r) entre o índice de área foliar à espiguetta terminal e a produção de grão e componentes da produção de grão, por sistema de mobilização do solo.

Características	MT			SD		
	Produção de grão	Número de grãos $m^{-2}$	Peso de 1000 grãos	Produção de grão	Número de grãos $m^{-2}$	Peso de 1000 grãos
IAF à ET	0,723 **	0,380 n.s.	0,169 n.s.	0,522 *	0,331 n.s.	0,053 n.s.

## 8 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA RADICAL

O estudo das raízes é de importância primordial na comparação dos tratamentos de sistemas de mobilização do solo, uma vez que estes influenciam directamente a camada superficial da rizosfera. Todavia, a dificuldade do seu estudo levou-nos a simplificar o trabalho e, tal como se referiu no Capítulo III, para o estudo das raízes, foram seleccionados nos Blocos I e II os quatro génotipos que exibiram à antese o maior contraste na produção de biomassa: os dois com maior diferença de produção a favor da MT ('Goelent' e 'Tâmega') e os dois com maior diferença de produção a favor da SD ('Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18').

A principal característica do sistema radical a considerar neste estudo é o comprimento, muito usada na descrição quantitativa dos sistemas radicais e a que mais facilmente interpreta a componente fisiológica (Oliveira, 1988). Esta característica pode ser expressa em unidade de comprimento (m) ou em comprimento de raiz por unidade de volume de solo ( $cm\ cm^{-3}$ ), designando-se neste caso densidade radical ou comprimento volúmico.

A densidade radical é a mais utilizada em trabalhos que visam a caracterização das raízes em termos de absorção de água e nutrientes, partindo do princípio que a taxa de absorção é proporcional à densidade radical, desde que as outras condições sejam idênticas (Oliveira, 1988). O seu uso em estudos eco-morfológicos é também quase generalizado.

Além destas duas características analisamos também como complemento do estudo o peso seco e a razão peso seco/comprimento.

O peso seco não deverá ser utilizado para caracterizar a capacidade de absorção das raízes presentes no solo, já que não está directamente relacionado com a actividade das raízes (Böhn, 1979), porque as raízes finas que constituem a parte mais activa do sistema radical representam, em termos de peso, uma pequena fracção da massa total de raízes (Oliveira, 1988). Assim, a utilidade do peso seco é especialmente para analisar o armazenamento dos fotossintetizados na planta, que pode ser complementado pela relação entre os pesos da parte aérea e da parte radical, que nos dá ideia da repartição dos produtos elaborados pela fotossíntese.

A razão peso seco/comprimento permite avaliar a maior ou menor finura do sistema radical (Fitter, 1976, Wilhelm *et al.*, 1982, Portas, 1984).

Os dados recolhidos de cada uma das características radicais estudadas foram interpretados pela análise de variância cujo modelo adoptado foi o seguinte: blocos completos casualizados com três factores (sistema de mobilização, genótipo e profundidade), com o factor genótipo em “split plot” do sistema de mobilização e a profundidade em “split plot” do genótipo. Tal como para os resultados das outras características estudadas, utilizou-se o teste de Duncan como teste de comparação de médias.

## 8.1 - COMPRIMENTO E DENSIDADE RADICAL

A análise de variância para o comprimento e densidade radical, embora com elevados coeficientes de variação (29,06% e 28,97%, respectivamente), revelou efeitos significativos do genótipo (5%), da profundidade (0,1%), da interacção genótipo×profundidade (10%) e da interacção mobilização×genótipo×profundidade (10%) (Quadro 8.1).

O teste de Duncan, como se pode observar no Quadro 8.2, quer para o comprimento quer para a densidade radical, mostra-nos que o genótipo ‘Goelent’, com maior comprimento radical (6,7 m) e maior densidade radical (1,56 cm cm<sup>-3</sup>), só difere estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) do genótipo ‘Tâmega’, que exibiu os valores mais baixos de comprimento (3,0 m) e de densidade radical (0,69 cm cm<sup>-3</sup>). Curioso é o facto destes dois

genótipos terem sido os que exibiram, à ântese, maior diferença na produção de biomassa em favor do sistema de MT.

Quadro 8.1 - ANOVA do comprimento (m) e da densidade radical ( $\text{cm cm}^{-3}$ ).

Origem da variação	GL	Comprimento radical		Densidade radical	
		Teste F	Probab. (%)	Teste F	Probab. (%)
Bloco	1	$F_{[1,1]} = 33,2$	n.s.	$F_{[1,1]} = 52,27$	$\leq 10,0$
Mobilização	1	$F_{[1,1]} = 0,00$	n.s.	$F_{[1,1]} = 0,10$	n.s.
Genótipo	3	$F_{[3,6]} = 8,07$	$\leq 5,0$	$F_{[3,6]} = 8,15$	$\leq 5,0$
Mob $\times$ Gen	3	$F_{[3,6]} = 2,94$	n.s.	$F_{[3,6]} = 2,98$	n.s.
Profundidade	2	$F_{[2,16]} = 47,6$	$\leq 0,1$	$F_{[2,16]} = 48,5$	$\leq 0,1$
Mob $\times$ Prof	2	$F_{[2,16]} = 2,18$	n.s.	$F_{[2,16]} = 2,41$	n.s.
Gen $\times$ Prof	6	$F_{[6,16]} = 2,19$	$\leq 10,0$	$F_{[6,16]} = 2,25$	$\leq 10,0$
Mob $\times$ Gen $\times$ Prof	6	$F_{[6,16]} = 2,53$	$\leq 10,0$	$F_{[6,16]} = 2,54$	$\leq 10,0$
CV		29,06%		28,97%	

Quadro 8.2 - Teste de Duncan para os genótipos relativo ao comprimento (m) e densidade radical ( $\text{cm cm}^{-3}$ ).

Genótipo	Comprimento radical			Densidade radical		
	m	Duncan $p \leq 0,05$	% relativa à média	$\text{cm cm}^{-3}$	Duncan $p \leq 0,05$	% relativa à média
'Goelent'	6,7	a	131	1,56	a	130
'Tâmega'	3,0	b	59	0,69	b	58
'Ideótipo 13'	4,5	ab	88	1,06	ab	88
'Ideótipo 18'	6,3	a	124	1,49	a	124
Média / DMS	5,1	2,1	100	1,20	0,49	100

Na análise da profundidade (Quadro 8.3), para qualquer das características atrás referidas, a profundidade de 0 a 10 cm exibiu os valores mais elevados, com diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,01$ ), para as profundidades de 10 a 20 cm e 20 a 30 cm, que são semelhantes. Os valores da camada de 0 a 10 cm atingiram mesmo o dobro dos valores da camada 10 a 20 cm, enquanto que em relação à camada de 20 a 30 cm a diferença foi ainda maior.

Quadro 8.3 - Teste de Duncan para as profundidades relativo ao comprimento (m) e densidade radical ( $\text{cm cm}^{-3}$ ).

Profundidade	Comprimento radical			Densidade radical		
	m	Duncan $p \leq 0,01$	% relativa à média	$\text{cm cm}^{-3}$	Duncan $p \leq 0,01$	% relativa à média
0 a 10 cm	8,0	a	157	1,89	a	158
10 a 20 cm	4,0	b	78	0,94	b	78
20 a 30 cm	3,3	b	65	0,77	b	64
Média / DMS	5,1	1,5	100	1,20	0,36	100

A interacção genótipo×profundidade mostrou, tanto para o comprimento (Fig. 8.1) como para a densidade radical que, qualquer que seja o genótipo, a camada de 0 a 10 cm é a que possui valores mais elevados (Quadro 8.4).

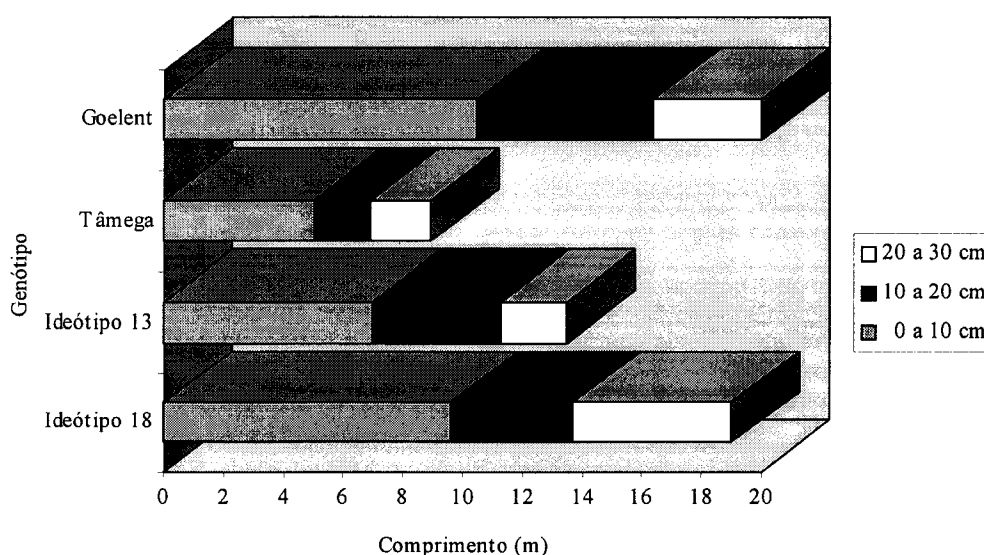


Fig. 8.1 - Comprimento radical (m) por interacção genótipo×profundidade.

Os valores mais elevados e estatisticamente diferentes dos restantes ( $p \leq 0,10$ ), verificaram-se no genótipo 'Goelent'×10 cm (10,5 m e  $2,47 \text{ cm cm}^{-3}$ , respectivamente para o comprimento e para a densidade radical) e no genótipo 'Ideótipo 18'×10 cm (9,6 m e  $2,26 \text{ cm cm}^{-3}$ ). Nesta camada, até 10 cm, o genótipo 'Tâmega' obteve os valores mais baixos (5,0 m e  $1,16 \text{ cm cm}^{-3}$ ), estatisticamente semelhantes ( $p \leq 0,10$ ) aos valores verificados pelo genótipo 'Goelent' a 20 e a 30 cm de profundidade, 'Ideótipo 13'×20 cm e

'Ideótipo 18'×20 cm e ×30 cm. De salientar novamente que, parece existir um agrupamento dos genótipos 'Goelent' e 'Ideótipo 18' por um lado e, 'Tâmega' e 'Ideótipo 13' por outro, o que não está de acordo com o verificado em termos de produção de biomassa à ântese.

Quadro 8.4 - Teste de Duncan para a interacção genótipo×profundidade, relativo ao comprimento (m) e densidade radical (cm cm<sup>-3</sup>).

Genótipo × Profundidade	Comprimento radical			Densidade radical		
	m	Duncan p≤0,10	% relativa à média	cm cm <sup>-3</sup>	Duncan p≤0,10	% relativa à média
'Goelent'×10 cm	10,5	a	206	2,47	a	206
'Goelent'×20 cm	5,9	bc	116	1,38	bc	115
'Goelent'×30 cm	3,6	def	71	0,84	def	70
'Tâmega'×10 cm	5,0	cd	98	1,16	cd	97
'Tâmega'×20 cm	1,9	f	37	0,44	f	37
'Tâmega'×30 cm	2,0	f	39	0,46	f	38
'Ideótipo 13'×10 cm	7,0	b	137	1,66	b	138
'Ideótipo 13'×20 cm	4,3	cd	84	0,99	cd	83
'Ideótipo 13'×30 cm	2,2	ef	43	0,52	ef	43
'Ideótipo 18'×10 cm	9,6	a	188	2,26	a	188
'Ideótipo 18'×20 cm	4,1	cde	80	0,95	cde	79
'Ideótipo 18'×30 cm	5,3	bcd	104	1,25	bcd	104
Média / DMS	5,1	1,8	100	1,20	0,43	100

Na interacção mobilização×genótipo×profundidade verifica-se que, para a profundidade de 0 a 10 cm, excepto no caso do genótipo 'Tâmega', o sistema de SD forneceu valores mais elevados, tanto para o comprimento como para a densidade radical (Quadro 8.5). 'Ideótipo 18' foi o único genótipo que exibiu em todas as profundidades maiores valores no sistema de SD, todavia só na camada de 0 a 10 cm os valores relativos aos dois sistemas de mobilização foram estatisticamente diferentes (p≤0,10).

Os valores destas características radicais para o genótipo 'Tâmega' foram precisamente inversas do que se referiu no parágrafo anterior para o genótipo 'Ideótipo 18' (Quadro 8.5). Inclusivamente, as diferenças estatisticamente significativas (p≤0,10), só se verificaram na camada de 0 a 10 cm com vantagem para o sistema de MT. Em relação a

estes dois genótipos podemos assinalar alguma concordância com o valor da sua produção de biomassa à ântese, já que o 'Tâmega' produziu mais no sistema de MT, enquanto o 'Ideótipo 18' obteve maior produção no sistema de SD.

Quadro 8.5 - Teste de Duncan para a interacção mobilização×genótipo×profundidade, relativo ao comprimento (m) e densidade radical ( $\text{cm cm}^{-3}$ ).

Mobilização × Genótipo × Profundidade	Comprimento radical			Densidade radical		
	m	Duncan $p \leq 0,10$	% relativa à média	$\text{cm cm}^{-3}$	Duncan $p \leq 0,10$	% relativa à média
	MT×'Goelent'×10 cm	10,0	abc	196	2,36	abc
MT×'Goelent'×20 cm	7,6	cd	149	1,79	cde	149
MT×'Goelent'×30 cm	3,7	fg	73	0,87	ghijk	73
MT×'Tâmega'×10 cm	7,4	cd	145	1,71	cdef	143
MT×'Tâmega'×20 cm	2,8	fg	55	0,65	ghijk	54
MT×'Tâmega'×30 cm	2,3	ghi	45	0,54	hijk	45
MT×'Ideótipo13'×10 cm	5,1	defg	100	1,20	efgh	100
MT×'Ideótipo13'×20 cm	4,5	efgh	88	1,05	fghij	88
MT×'Ideótipo13'×30 cm	2,3	ghi	45	0,54	hijk	45
MT×'Ideótipo18'×10 cm	7,2	cde	141	1,67	def	139
MT×'Ideótipo18'×20 cm	3,1	fg	61	0,71	ghijk	59
MT×'Ideótipo18'×30 cm	5,3	def	104	1,25	efg	104
SD×'Goelent'×10 cm	11,0	ab	216	2,58	ab	215
SD×'Goelent'×20 cm	4,2	fg	82	0,98	ghij	82
SD×'Goelent'×30 cm	3,5	fg	69	0,81	ghijk	68
SD×'Tâmega'×10 cm	2,6	fg	51	0,61	ghijk	51
SD×'Tâmega'×20 cm	1,0	i	20	0,23	k	19
SD×'Tâmega'×30 cm	1,7	hi	33	0,39	jk	33
SD×'Ideótipo13'×10 cm	8,9	bc	175	2,13	bcd	178
SD×'Ideótipo13'×20 cm	4,0	fg	78	0,94	ghij	78
SD×'Ideótipo13'×30 cm	2,1	hi	41	0,49	ijk	41
SD×'Ideótipo18'×10 cm	12,0	a	235	2,85	a	238
SD×'Ideótipo18'×20 cm	5,1	defg	100	1,19	efghi	99
SD×'Ideótipo18'×30 cm	5,4	def	106	1,25	efg	104
Média / DMS	5,1	2,6	100	1,20	0,61	100

Para os restantes genótipos, ‘Goelent’ e ‘Ideótipo 13’, com se pode observar no Quadro 8.5 e Fig. 8.2, é de salientar que os maiores valores no comprimento e densidade radical na camada de 0 a 10 cm no sistema de SD, não foram acompanhados pelos valores das camadas de 10 a 20 cm e de 20 a 30 cm. De facto, nestas camadas, os valores mais elevados verificaram-se no sistema de MT, embora só com diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,10$ ) para a camada de 10 a 20 cm no genótipo ‘Goelent’.

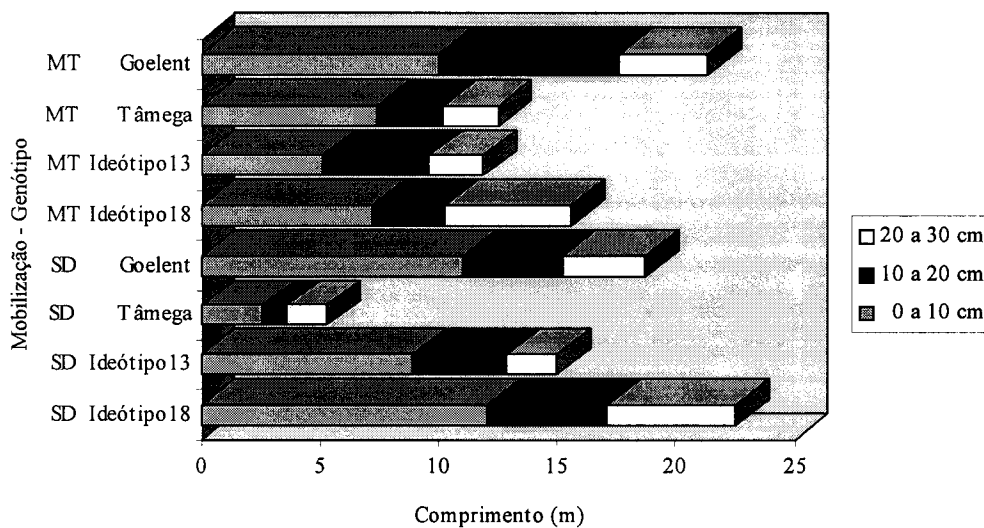


Fig. 8.2 - Comprimento radical (m) por interação mobilização x genótipo x profundidade.

## 8.2 - PESO SECO E RAZÃO PESO SECO/COMPRIMENTO DAS RAÍZES

A análise de variância do peso seco (Quadro 8.6) mostrou que os efeitos significativos são devidos ao genótipo (0,1%), à profundidade (0,1%) e às interações mobilização x genótipo (5,0%) e genótipo x profundidade (0,1%).

Observando também o Quadro 8.6, verificamos que a análise de variância da razão peso seco/comprimento revelou efeitos significativos do genótipo ( $p \leq 5,0\%$ ), profundidade ( $p \leq 1,0\%$ ) e das interações mobilização x profundidade ( $p \leq 5,0\%$ ) e genótipo x profundidade ( $p \leq 1,0\%$ ).

Quadro 8.6 - ANOVA do peso seco (g) e da razão peso seco/comprimento radical ( $\text{g m}^{-1}$ )

Origem da variação	GL	Peso seco		Peso seco/comprimento	
		Teste F	Probab. (%)	Teste F	Probab. (%)
Bloco	1	$F_{[1,1]} = 4,81$	n.s.	$F_{[1,1]} = 0,02$	n.s.
Mobilização	1	$F_{[1,1]} = 1,42$	n.s.	$F_{[1,1]} = 1,62$	n.s.
Genótipo	3	$F_{[3,6]} = 29,1$	$\leq 0,1$	$F_{[3,6]} = 8,84$	$\leq 5,0$
Mob $\times$ Gen	3	$F_{[3,6]} = 7,87$	$\leq 5,0$	$F_{[3,6]} = 1,73$	n.s.
Profundidade	2	$F_{[2,16]} = 67,4$	$\leq 0,1$	$F_{[2,16]} = 9,08$	$\leq 1,0$
Mob $\times$ Prof	2	$F_{[2,16]} = 1,50$	n.s.	$F_{[2,16]} = 4,32$	$\leq 5,0$
Gen $\times$ Prof	6	$F_{[6,16]} = 8,59$	$\leq 0,1$	$F_{[6,16]} = 4,44$	$\leq 1,0$
Mob $\times$ Gen $\times$ Prof	6	$F_{[6,16]} = 1,83$	n.s.	$F_{[6,16]} = 1,94$	n.s.
CV		19,73%		13,64%	

O efeito do genótipo determinou, pelo teste de Duncan, que o peso seco das raízes analisadas é estatisticamente diferente ( $p \leq 0,01$ ) entre todos os genótipos considerados (Quadro 8.7). O 'Ideótipo 18' registou o valor mais elevado (0,0341 g) e o genótipo 'Tâmega' (0,0137 g) o valor mais baixo. De salientar que os resultados não estão totalmente de acordo com os obtidos para o comprimento radical já que, neste caso, o genótipo 'Goelent' registou o valor mais elevado. Assim, a razão peso seco/comprimento conduziu a valores mais elevados nos genótipos 'Tâmega' e 'Ideótipo 18', estatisticamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ) dos registados por 'Goelent' e 'Ideótipo 13', o que pode indicar um maior diâmetro das raízes.

Quadro 8.7 - Teste de Duncan para os genótipos relativo ao peso seco (g) e à razão peso seco/comprimento radical ( $\text{g m}^{-1}$ ).

Genótipo	Peso seco			Peso seco/comprimento		
	g	Duncan $p \leq 0,01$	% relativa à média	$\text{g m}^{-1}$	Duncan $p \leq 0,05$	% relativa à média
'Goelent'	0,0276	b	122	0,00429	b	90
'Tâmega'	0,0137	d	60	0,00565	a	119
'Ideótipo 13'	0,0153	c	67	0,00367	b	77
'Ideótipo 18'	0,0341	a	150	0,00544	a	114
Média / DMS	0,0227	0,0015	100	0,00476	0,00100	100



A análise do Quadro 8.8 mostra-nos que a interacção mobilização×genótipo para o peso seco, revelou uma grande variação, de tal forma que só os valores de MT×‘Ideótipo 18’ (0,0265 g) e SD×‘Goelent’ (0,0257 g) foram estatisticamente semelhantes ( $p \leq 0,05$ ). A interacção SD×‘Ideótipo 18’ foi onde se verificou o valor de peso seco radical mais elevado (0,0418 g), enquanto que a interacção SD×‘Tâmega’ registou o valor mais baixo (0,0095 g).

Quadro 8.8 - Teste de Duncan para a interacção mobilização×genótipo relativa ao peso seco (g).

Mobilização × Genótipo	MT			SD			Média dos sistemas de mobilização
	Peso seco (g)	Duncan $p \leq 0,05$	% da média	Peso seco (g)	Duncan $p \leq 0,05$	% da média	
‘Goelent’	0,0296	b	130	0,0257	c	113	0,0277
‘Tâmega’	0,0178	d	78	0,0095	g	42	0,0137
‘Ideótipo 13’	0,0142	f	63	0,0163	e	72	0,0153
‘Ideótipo 18’	0,0265	c	117	0,0418	a	184	0,0342
Média / DMS	0,0220	0,0014	100	0,0233	0,0014	100	0,0227

O comportamento relativo a cada sistema de mobilização, destes dois genótipos, é concordante com a produção de biomassa à ântese, mais elevada para ‘Ideótipo 18’ no sistema de SD, e para ‘Tâmega’, no sistema de MT. Também ‘Goelent’ e ‘Ideótipo 13’ manifestaram comportamento semelhante para o peso seco das raízes e para a produção de biomassa à ântese, em cada um dos sistemas de mobilização do solo.

Quanto ao peso das raízes em profundidade, tal como se verificou no comprimento e na densidade radical, foi a camada de 0 a 10 cm aquela onde se registou o valor mais elevado (0,0332 g), estatisticamente diferente ( $p \leq 0,01$ ) das camadas de 10 a 20 cm (0,0183 g) e de 20 a 30 cm (0,0165 g) que, no caso do peso seco, são também estatisticamente diferentes entre si (Quadro 8.9).

A razão peso seco/comprimento nos três níveis de profundidade estudados, como se pode observar no Quadro 8.9, exhibe pouca variação. De facto só o valor mais elevado desta razão, na camada de 10 a 20 cm ( $0,00513 \text{ g m}^{-1}$ ), difere estatisticamente ( $p \leq 0,01$ ) do valor mais baixo, obtido na camada de 0 a 10 cm ( $0,00421 \text{ g m}^{-1}$ ). A razão não tem uma variação de acordo com a profundidade, dado que aumenta da camada de 0 a 10 cm para a camada de 10 a 20 cm e baixa para a camada de 20 a 30 cm.

Quadro 8.9 - Teste de Duncan para as profundidades relativo ao peso seco (g) e à razão peso seco/comprimento radical ( $\text{g m}^{-1}$ ).

Profundidade	Peso seco			Peso seco/comprimento		
	g	Duncan $p \leq 0,01$	% relativa à média	$\text{g m}^{-1}$	Duncan $p \leq 0,01$	% relativa à média
0 a 10 cm	0,0332	a	146	0,00421	b	88
10 a 20 cm	0,0183	b	81	0,00513	a	108
20 a 30 cm	0,0165	c	73	0,00494	ab	104
Média / DMS	0,0227	0,0010	100	0,00476	0,00075	100

Ao analisar o Quadro 8.10, que mostra o resultado do teste de Duncan da interação mobilização×profundidade, para a razão peso seco/comprimento, verificamos que o valor mais elevado e o mais baixo foram obtidos no sistema de SD. Assim, na camada de 10 a 20 cm registou-se o valor máximo do estudo ( $0,00573 \text{ g m}^{-1}$ ), o qual não difere estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) do valor obtido na camada de 20 a 30 cm ( $0,00537 \text{ g m}^{-1}$ ), enquanto que na camada de 0 a 10 cm ( $0,00415 \text{ g m}^{-1}$ ) se verificou o valor mais reduzido, estatisticamente diferente, dos anteriores.

Para o sistema de MT os valores referentes às três profundidades analisadas são intermédios e estatisticamente semelhantes entre si para  $p \leq 0,05$ . Comparativamente com os valores obtidos no sistema de SD só diferem do valor mais elevado (SD×10 a 20 cm).

Quadro 8.10 - Teste de Duncan para a interação mobilização×profundidade relativa à razão peso seco/comprimento ( $\text{g m}^{-1}$ ).

Mobilização × Profundidade	MT			SD			Média dos sistemas de mobilização
	P.seco/Comp. ( $\text{g m}^{-1}$ )	Duncan $p \leq 0,05$	% da média	P.seco/Comp. ( $\text{g m}^{-1}$ )	Duncan $p \leq 0,05$	% da média	
0 a 10 cm	0,00426	bc	89	0,00415	c	87	0,00421
10 a 20 cm	0,00454	bc	95	0,00573	a	120	0,00514
20 a 30 cm	0,00452	bc	95	0,00537	ab	113	0,00495
Média / DMS	0,00444	0,00106	100	0,00508	0,00106	100	0,00476

A interação genótipo×profundidade para o peso seco das raízes mostra, pelo teste de Duncan, diferenças muito significativas. Para todos os genótipos, a profundidade com maior peso de raízes foi a definida de 0 a 10 cm, com diferenças estatisticamente diferentes ( $p \leq 0,01$ ) entre si (Fig. 8.3 e Quadro 8.11).

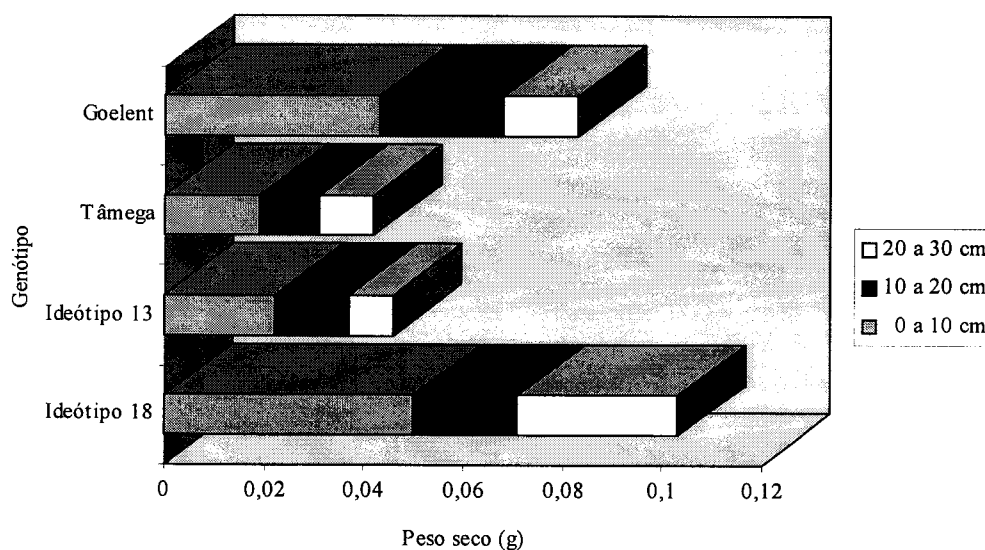


Fig. 8.3 - Peso seco (g) por interação genótipo×profundidade.

Quadro 8.11 - Teste de Duncan para a interação genótipo×profundidade relativo ao peso seco (g) e à razão peso seco/comprimento radical ( $\text{g m}^{-1}$ ).

Genótipo × Profundidade	Peso seco			Peso seco/comprimento		
	g	Duncan $p \leq 0,01$	% relativa à média	$\text{g m}^{-1}$	Duncan $p \leq 0,01$	% relativa à média
'Goelent'×10 cm	0,0425	b	187	0,00411	bc	86
'Goelent'×20 cm	0,0255	d	112	0,00455	bc	96
'Goelent'×30 cm	0,0149	g	66	0,00421	bc	88
'Tâmega'×10 cm	0,0186	f	82	0,00416	bc	87
'Tâmega'×20 cm	0,0115	h	51	0,00701	a	147
'Tâmega'×30 cm	0,0109	hi	48	0,00576	ab	121
'Ideótipo 13'×10 cm	0,0220	e	97	0,00323	c	68
'Ideótipo 13'×20 cm	0,0149	g	66	0,00379	bc	80
'Ideótipo 13'×30 cm	0,0089	i	39	0,00399	bc	84
'Ideótipo 18'×10 cm	0,0498	a	219	0,00533	abc	112
'Ideótipo 18'×20 cm	0,0211	e	93	0,00518	abc	109
'Ideótipo 18'×30 cm	0,0315	c	139	0,00581	ab	122
Média / DMS	0,0227	0,0021	100	0,00476	0,00150	100

Como seria de esperar, o 'Ideótipo 18×10 cm registou o maior peso de raízes, enquanto que 'Tâmega'×30 cm e 'Ideótipo 13'×30 cm obtiveram os valores mais baixos e

estatisticamente semelhantes ( $p \leq 0,01$ ). Exceptuando no 'Ideótipo 18', a profundidade de 20 a 30 cm foi aquela onde se registaram os pesos secos mais reduzidos (Quadro 8.11).

A interacção genótipo×profundidade, para o peso seco/comprimento, apesar de mostrar diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,01$ ), não revela, contudo, grande variabilidade (Quadro 8.11). De facto o valor mais alto 'Tâmega'×20 cm, com  $0,00701 \text{ g m}^{-1}$ , é estatisticamente semelhante ( $p \leq 0,01$ ) ao valor posicionado em quinto lugar ('Ideótipo 18'×20 cm com  $0,00518 \text{ g m}^{-1}$ ). Este por sua vez é ainda estatisticamente semelhante, para o nível de probabilidade referido, aos restantes mais baixos.

Analisando por genótipos, com excepção de 'Tâmega', os valores referentes às três profundidades estudadas são estatisticamente semelhantes. Neste genótipo a diferença estatisticamente significativa ( $p \leq 0,01$ ) verificou-se entre a profundidade de 10 a 20 cm ( $0,00701 \text{ g m}^{-1}$ ) e a profundidade de 0 a 10 cm ( $0,00416 \text{ g m}^{-1}$ ).

Importa salientar que para o genótipo 'Goelent' e 'Tâmega' o valor mais elevado da razão peso seco/comprimento foi obtido na profundidade de 10 a 20 cm, embora no primeiro genótipo, como se referiu, as diferenças para as outras profundidades não sejam significativas (Fig. 8.4). Nos outros dois genótipos ('Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18') o valor mais elevado obteve-se na profundidade 20 a 30 cm, também em ambos os casos sem diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) relativamente às outras profundidades.

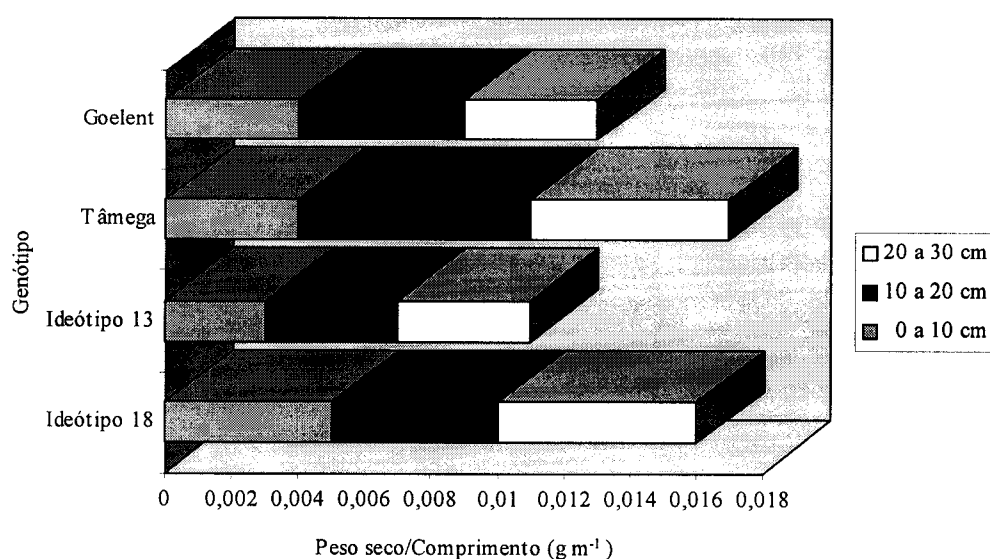


Fig. 8.4 - Razão peso seco/comprimento radical ( $\text{g m}^{-1}$ ) por interacção genótipo×profundidade.

Apesar de não se revelar estatisticamente significativa, quer para o peso seco quer para a razão peso seco/comprimento, os valores obtidos para a interacção mobilização×genótipo×profundidade mostraram variabilidade (Fig.s 8.5 e 8.6 e Anexo B, Quadro 19).

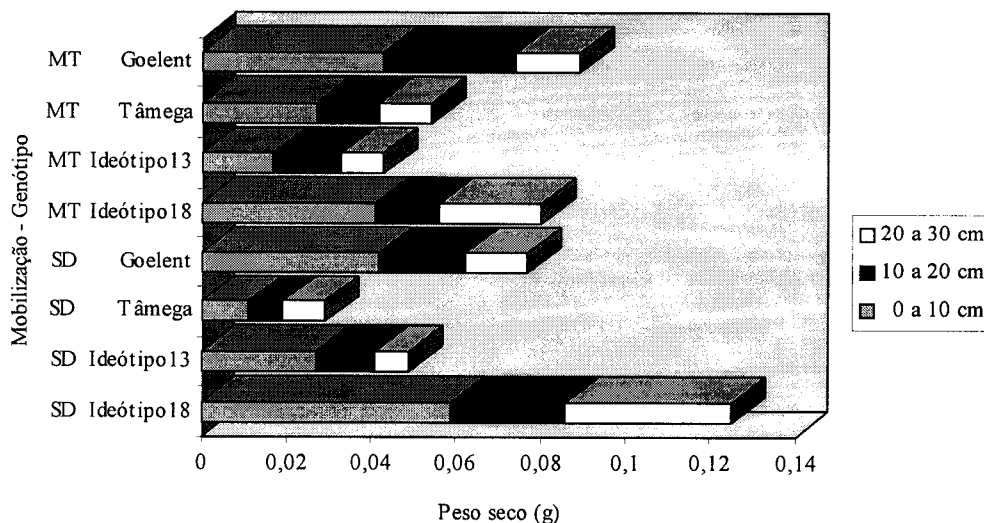


Fig. 8.5 - Peso seco (g) por interacção mobilização×genótipo×profundidade.

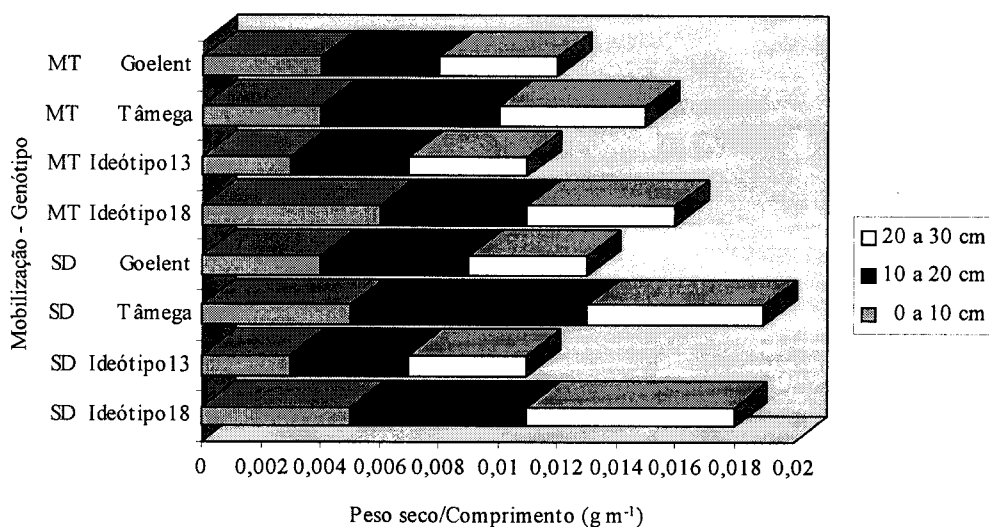


Fig. 8.6 - Razão peso seco/comprimento radical ( $\text{g m}^{-1}$ ) por interacção mobilização×genótipo×profundidade.

Na Fig. 8.5 podemos observar os resultados obtidos para o peso seco, onde o genótipo 'Ideótipo 18' registou os valores mais elevados nas profundidades 0 a 10 e 20 a

30 cm no sistema de SD, enquanto que para a profundidade de 10 a 20 cm foi o genótipo 'Goelent' no sistema de MT. Os valores mais reduzidos foram obtidos por 'Tâmega' em SD para 0 a 10 e 10 a 20 cm e por 'Ideótipo 13' no sistema de SD na camada de 20 a 30 cm.

Na Fig. 8.6, verificamos que as raízes mais grossas ( $0,008 \text{ g m}^{-1}$ ) se encontraram no genótipo 'Tâmega' para a camada de 10 a 20 cm nos sistema de SD, enquanto as raízes mais finas ( $0,003 \text{ g m}^{-1}$ ) se obtiveram no genótipo 'Ideótipo 13' para a camada de 0 a 10 cm em qualquer dos sistemas de mobilização.

### 8.3 - RELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA RADICAL E DA PARTE AÉREA

#### 8.3.1 - COMPRIMENTO RADICAL E CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

Com o objectivo de encontrar elementos que possam ajudar a explicar o comportamento dos genótipos, tentaram-se correlações simples entre o comprimento radical e outras características avaliadas na parte aérea das plantas.

Analisando o Quadro 8.12, elaborado com base nos valores do Anexo B, Quadro 20, verificamos que a produção de grão e a biomassa à ET se encontram positivamente correlacionadas com o comprimento radical. Quando separamos os resultados relativos a cada um dos sistemas de mobilização, verificamos um aumento do valor da correlação entre as características referidas no sistema de MT, enquanto em SD se registou uma redução dos coeficientes de correlação com perda de significância (Quadro 8.13, elaborado com base nos valores do Anexo B, Quadro 20).

De salientar o valor negativo, embora não significativo, da relação entre o comprimento radical e o IC, o que poderá sugerir que o aumento do comprimento das raízes ocorre com sacrifício do IC.

Quadro 8.12 - Coeficiente de correlação ( $n=16$ ) entre o comprimento radical e a produção de grão, componentes da produção, índice de colheita e biomassa à espiguetta terminal e à ântese, referente aos genótipos 'Goelent', 'Tâmega', 'Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18', observados nos Blocos I e II.

Características	Produção de Grão ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Peso de 1000 Grãos (g)	Número de Grãos $\text{m}^{-2}$	Índice de Colheita IC (%)	Biomassa	
					ET ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ )	Ântese ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ )
Comprimento radical	0,548*	0,282	0,411	-0,465	0,534*	0,300

Quadro 8.13 - Coeficiente de correlação (n=8) entre o comprimento radical e a produção de grão, componentes da produção, índice de colheita e biomassa à espiguetta terminal e à ântese, por sistema de mobilização, referente aos genótipos 'Goelent', 'Tâmega', 'Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18', observados nos Blocos I e II.

Características	Produção de Grão (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso de 1000 Grãos (g)	Número de Grãos m <sup>-2</sup>	Índice de Colheita IC (%)	Biomassa	
					ET (kg MS ha <sup>-1</sup> )	Ântese (kg MS ha <sup>-1</sup> )
Comp. radical (MT)	0,824*	0,336	0,682	-0,175	0,820*	0,479
Comp. radical (SD)	0,405	0,270	0,249	-0,484	0,387	0,206

Como se pode observar no Quadro 8.14, elaborado com base nos valores do Anexo B, Quadro 21, obtiveram-se correlações positivas entre o comprimento radical e o IAF à ET e à ântese e a área foliar à ET. Também para estas relações se verificou um aumento do coeficiente de correlação quando consideramos unicamente os resultados relativos aos sistema de MT e a ausência de relação significativa no sistema de SD (Quadro 8.15).

Quadro 8.14 - Coeficiente de correlação (n=16) entre o comprimento radical e outras características agrónomicas, referente aos genótipos 'Goelent', 'Tâmega', 'Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18', observados nos Blocos I e II.

Características	IAF		Altura Planta (cm)	A.Foliar ET (cm <sup>2</sup> )	Área Foliar à ântese		Largura F.Band (cm)	Observ. à ântese	
	ET	Ântese			Total (cm <sup>2</sup> )	F.Band. (cm <sup>2</sup> )		Plantas m <sup>-2</sup>	Espigas m <sup>-2</sup>
Comp. radical	0,521*	0,597*	0,350	0,526*	0,304	-0,233	-0,272	0,300	-0,030

Quadro 8.15 - Coeficiente de correlação (n=8) entre o comprimento radical e outras características agrónomicas, por sistema de mobilização, referente aos genótipos 'Goelent', 'Tâmega', 'Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18', observados nos Blocos I e II.

Características	IAF		Altura Planta (cm)	A.Foliar ET (cm <sup>2</sup> )	Área Foliar à ântese		Largura F.Band (cm)	Observ. à ântese	
	ET	Ântese			Total (cm <sup>2</sup> )	F.Band. (cm <sup>2</sup> )		Plantas m <sup>-2</sup>	Espigas m <sup>-2</sup>
C. radical MT	0,826*	0,730*	0,703*	0,822*	0,612	-0,249	-0,127	0,628	0,663
C. radical SD	0,356	0,584	0,086	0,368	0,168	-0,228	-0,363	0,139	-0,395

### 8.3.2 - RAZÃO RAIZ/CAULE

De modo a conhecer a repartição dos assimilados nos genótipos que foram sujeitos a análise do sistema radical, efectuou-se o cálculo da razão raiz/caule a partir do peso seco

radical e da biomassa à ântese. Como se pode observar no Quadro 8.16, elaborado com base nos valores do Anexo B, Quadro 22, o maior investimento em raízes ocorreu no ‘Ideótipo 18’ (0,041), valor duas vezes superior ao do genótipo ‘Goelent’ que se situou imediatamente a seguir. Quando analisamos separadamente os valores obtidos pelos genótipos em cada sistema de mobilização, verificamos comportamento idêntico de ‘Goelent’ e ‘Ideótipo 13’, enquanto que ‘Tâmega’ mostrou uma razão mais elevada em MT e ‘Ideótipo 18’ em SD.

Quadro 8.16 - Razão raiz/caule por sistema de mobilização e por genótipo, determinada a partir do peso seco radical e da biomassa à ântese.

Sistema de mobilização	‘Goelent’	‘Tâmega’	‘Ideótipo 13’	‘Ideótipo 18’	Média
MT	0,020	0,013	0,013	0,039	0,021
SD	0,020	0,010	0,013	0,044	0,021
Média	0,020	0,012	0,013	0,041	0,021



## V - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A discussão dos resultados é conduzida pela comparação dos dados obtidos pelos vários génotipos nos sistemas de mobilização testados e, pela confrontação com os resultados obtidos por outros autores. Neste caso assumem particular importância os trabalhos de Carvalho (1987), Basch (1991) e Maçãs (1996) que apresentam resultados de ensaios efectuados no Alentejo, particularmente na região de Beja, com a cultura do trigo e a utilização de diferentes sistemas de mobilização do solo.

A especificidade do clima mediterrânico exige cuidados especiais quando se estabelecem comparações com resultados obtidos noutras regiões climáticas, uma vez que o compromisso óptimo por exemplo, entre a produção total de biomassa, o índice de colheita e a produção de grão será, necessariamente, diferente.

O objectivo principal deste trabalho foi identificar génotipos de trigo mole com capacidade de serem utilizados em sistemas de SD. Assim, tornar-se-ia necessário explorar, principalmente, as características onde se tivesse verificado interacção do génotipo com o sistema de mobilização. O número de características em que esta interacção se revelou estatisticamente significativa foi extremamente reduzido. De facto só a área foliar à ET e à ântese e o IAF à ET evidenciaram interacção do génotipo com o sistema de mobilização. Esta predominante ausência de interacção mobilização×génotipo pode ter sido devido:

a) a um mascarar do efeito do sistema de mobilização pelas condições climáticas ocorridas no ano do ensaio;

b) ao tipo de solo que, com capacidade de autoestrutura no horizonte superficial e de fendilhamento pode ter diluído os efeitos do factor mobilização;

c) ao primeiro ano de SD num solo que é sujeito a uma mobilização tradicional com lavoura ano sim ano não;

d) os génotipos com melhor resposta à MT são também os que melhor respondem a situações de SD, pelo que, pode não ser necessário nenhuma linha específica de melhoramento genético para adaptar o trigo a estes sistemas.

## 1 - PRODUÇÃO DE GRÃO E COMPONENTES DA PRODUÇÃO

A não existência de efeito estatisticamente significativo do sistema de mobilização e da interação mobilização×genótipo pode revelar que o comportamento dos genótipos foi semelhante nos dois sistemas de mobilização.

De facto, a maior parte da literatura consultada donde salientamos Carvalho *et al.* (1987), Basch (1991), Carvalho & Basch (1994), obteve resultados semelhantes e, inclusivamente, refere uma ligeira vantagem do sistema de SD na produção, tal como também verificámos.

A produção de grão obtida para os vários genótipos foi mais elevada que a habitual na região, contudo estes valores foram extrapolados para o hectare a partir de uma área de 15 m<sup>2</sup>, o que naturalmente pode sobrevalorizar as produtividades.

A produção de grão dos genótipos em ensaio foi mais elevada para a cevada 'Alexis' (6661 kg ha<sup>-1</sup>), o que pode ser reflexo da grande capacidade de adaptação desta espécie aos condicionalismos climáticos, tal como referem Barradas (1987) e Siddique *et al.* (1990). De facto, pareceu-nos o genótipo com ciclo biológico melhor sincronizado com o padrão climático do ano de 1995/96, com 128 dias no período emergência-espigamento (média do ensaio) e o mais curto período de enchimento do grão (18 dias em MT e 21 dias em SD). Este comportamento permitiu-lhe usufruir de um relativamente longo período vegetativo (95 e 97 dias até à ET, respectivamente em MT e SD), que parece ter permitido a maximização da produção de biomassa à ET e à ântese, bem como de um rápido enchimento do grão, escapando ao "stress" hídrico e temperaturas elevadas característicos deste período final da Primavera. Contudo, no ano do ensaio, o stress hídrico na fase final do ciclo de desenvolvimento não se fez sentir como habitualmente uma vez que, coincidindo com este período, o último decêndio de Abril e o primeiro de Maio, foram chuvosos.

Como o que mais nos interessa neste trabalho é analisar o comportamento dos genótipos de trigo mole, vamos centrar a nossa discussão em relação a estes materiais. O genótipo de trigo mole 'Goelent', exibiu uma duração do ciclo de desenvolvimento semelhante a 'Alexis', com número de dias emergência-espigamento ligeiramente inferior (124 em MT e 126 em SD) e com período de enchimento do grão um pouco mais longo (31 em MT e 33 em SD). A obtenção do segundo valor de produção de grão, 6151 kg ha<sup>-1</sup>,

estatisticamente semelhante, a 'Alexis' e a 'Ideótipo 20' (5368 kg ha<sup>-1</sup>) e 'Centouro' (5174 kg ha<sup>-1</sup>), pode ter estado associado com este comportamento, já que se verificou uma correlação positiva e significativa (0,564\*) entre a produção de grão e o período emergência-espigamento.

Importa agora analisar o comportamento das componentes da produção e a forma como elas se relacionaram com a produção. Assim, o número de grãos m<sup>-2</sup> que depende do número de espigas m<sup>-2</sup> e do número de grãos espiga<sup>-1</sup>, tal como a produção, também não revelou diferenças entre os sistemas de mobilização. É de salientar aqui que, enquanto o número de espigas m<sup>-2</sup> foi mais elevado em SD (350,9, para 324,1 em MT), o número de grãos espiga<sup>-1</sup> (Anexo B, Quadro 4) registou o maior valor em MT (33,7, para 32,8 em SD), o que parece resultado de uma compensação pelo menor número de espigas. Esta relação negativa, apesar de não significativa, entre o número de espigas m<sup>-2</sup> e o número de grãos espiga<sup>-1</sup> foi também observada por Basch (1991) que, tal como neste trabalho, obteve maior número de grãos espiga<sup>-1</sup> em MT.

O valor mais elevado de grãos m<sup>-2</sup> obteve-se no sistema de SD, o que realça um maior contributo desta componente para a produção de grão, comprovado pela significativa e positiva correlação existente entre estas características ( $r=0,610^*$ ). Esta dependência da produção de grão em relação ao número de grãos m<sup>-2</sup> (tamanho da "sink"), expressa pelo valor do coeficiente de correlação, está de acordo com vários autores, tais como: Carvalho (1987), Basch (1991), Carvalho *et al.* (1991b), Grifo (1991) e Maçãs (1990, 1996). Este último acrescenta que para o ambiente específico de sequeiro do Sul de Portugal é necessário encontrar genótipos com ciclo vegetativo mais longo, onde a introdução de genes de vernalização emerge como solução, e capazes de produzir grande número de grãos m<sup>-2</sup>. Esta indicação foi também observada por nós através duma correlação positiva e significativa (0,615\*) entre o número de grãos m<sup>-2</sup> e a duração do período emergência-espigamento. É de facto durante o período vegetativo, no Inverno, que se vão definindo as componentes fundamentais da produção como o número de espigas planta<sup>-1</sup> e o número de espiguetas espiga<sup>-1</sup> (Hay & Kirby, 1991). Estas componentes afectam de forma decisiva o número de grãos área<sup>-1</sup>, o qual deve ser elevado para que se possam obter boas produções de trigo nas nossas condições mediterrânicas, uma vez que o curto período de enchimento não permite grandes compensações em termos do peso do grão (Carvalho *et al.*, 1991b).

Em relação ao peso do grão, tal como refere Basch (1991), parece haver unanimidade dos autores ao considerá-lo como o factor menos influenciado pelo sistema de mobilização. De facto, o peso do grão, parâmetro que reflecte a adaptabilidade dos génotipos às condições edafoclimáticas, possui marcada influência genética na sua determinação (Coutinho, 1991). Comparativamente com as outras componentes da produção, mostra uma heritabilidade ( $h^2$ ) mais elevada (Baker *et al.*, 1971, Collaku, 1994).

Nos resultados que apresentamos, o sistema de SD exibiu uma vantagem praticamente insignificante (2,02 g) no peso de 1000 grãos, apesar da maior população produtiva, pelo que não deve ter existido competição entre plantas na fase de enchimento do grão. Das correlações tentadas entre o peso de 1000 grãos e outras características, revelaram-se significativas as negativas existentes com o número de grãos  $m^{-2}$  (-0,679\*\*) e com o número de grãos espiga<sup>-1</sup> (-0,734\*\*). Este facto pode sugerir alguma competição entre a capacidade de armazenamento da cultura e a capacidade fotossintética durante o enchimento do grão. Uma vez que a capacidade de armazenamento da cultura aumenta a translocação de assimilados (Evans, 1975), a limitação fotossintética no período de enchimento do grão pode ser atenuada pela selecção de génotipos com grande capacidade de remobilização de assimilados nas fases pré-ântese (Maças, 1996), para a qual existe variabilidade genética (Gallagher *et al.*, 1975, Blum *et al.*, 1991).

A não existência de relação significativa entre o peso do grão e a produção obtida, é também referida por outros autores em trabalhos realizados em ambientes mediterrânicos, tais como: Brabant *et al.* (1989), Garcia del Moral & Ramos (1989), Maças (1990, 1996), Annicchiarico & Pecetti (1993) e Ortiz-Ferrara (1994).

O peso do grão é bastante afectado nestas regiões devido às elevadas temperaturas e deficiência de água no final da Primavera que coincidem com o seu período de enchimento, acelerando o processo.

Uma vez estabelecido o número de grãos  $m^{-2}$ , determinado nas fases antes e durante a ântese (Slafer *et al.*, 1996), a produção torna-se proporcional ao peso do grão (Maças, 1996).

Por este motivo, um dos principais objectivos do melhoramento do trigo em Portugal, é a selecção de génotipos com espigamento após o risco de geadas tardias, capazes de encher convenientemente o grão, atingindo a maturação fisiológica antes que se façam sentir os efeitos severos do “stress” terminal. O génotipo ideal deverá combinar

grande número de grãos  $m^{-2}$  com elevada taxa de enchimento do grão e ciclo de desenvolvimento ajustado ao padrão ambiental (Maçãs, 1996).

Quando o peso do grão está correlacionado negativamente com o número de grãos espiga<sup>-1</sup> (-0,734\*\*) sendo, no entanto, a correlação com o número de espigas  $m^{-2}$  positiva (0,141), parece preferível atingir-se um elevado número de grãos  $m^{-2}$  através de uma elevada população, em vez de um elevado número de grãos espiga<sup>-1</sup>, já que o encurtamento do período de enchimento do grão acentua a competição pelos hidratos de carbono entre os grãos da mesma espiga (Carvalho, 1987). Assim, as elevadas produções de grão deverão ser obtidas nas condições mediterrânicas, através de um elevado número de grãos  $área^{-1}$  provenientes de elevado número de espigas  $área^{-1}$  e não do aumento do número de grãos espiga<sup>-1</sup> porque este manifesta reflexos negativos no peso de um grão (Carvalho *et al.*, 1991b).

## 2 - EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO

A população emergida foi estatisticamente diferente ( $p \leq 0,05$ ) entre os sistemas de mobilização, tendo o sistema de SD conduzido a valores mais elevados. Além disso a rapidez da emergência também foi mais elevada neste sistema, o que se pode explicar pela menor profundidade de sementeira nestas condições, tal como refere Basch (1991). Por outro lado, Lo Cascio & Leto (1982), Carvalho *et al.* (1987) e Trochard & Lajou (1994) não referem diferenças estatisticamente significativas entre os sistemas de MT, MR e SD atribuindo-se ao local do ensaio e condições de sementeira a justificação para estes resultados.

Também a população potencial (número de colmos no final do afilamento) foi significativamente ( $p \leq 0,001$ ) mais elevada no sistema de SD. Este resultado, embora não concordante com o de Schmidt *et al.* (1994) que observaram um aumento no índice de afilamento com a mobilização, está de acordo com Basch (1991), apesar de as diferenças não se terem revelado significativas.

A justificação para a população potencial mais elevada no sistema de SD pode ter sido devida a duas razões:

- a elevada precipitação de Inverno que conduziu a uma menor população produtiva nos Blocos III e IV, fundamentalmente a expensas das parcelas em MT, as quais

devido à sua localização foram as mais afectadas pelo excesso de água que se pôde observar pela subida da toalha freática à superfície do solo;

- a taxa de infiltração de água no solo não mobilizado é mais elevada, apesar de ter sido o primeiro ano de SD, devido à maior presença de bioporos e melhor estabilidade dos agregados (Basch *et al.*, 1990, Lal & Van Doren, 1990, Carter & Steed, 1992, Mahboubi *et al.*, 1993), facilitando deste modo o afilhamento da cultura (Richards, 1987).

O efeito positivo da SD na população emergida e na população potencial não se manteve na população produtiva que, embora mais elevada no sistema de SD, não revelou diferenças significativas. Esta quebra parece ter sido devida a uma maior taxa de sobrevivência dos filhos no sistema de MT.

Willington (1985) concluiu que em Inglaterra o valor óptimo de espigas  $m^{-2}$  à colheita é de 650, sendo o incremento de produção pelo aumento do número de espigas até este valor praticamente linear. Admitindo o mesmo tipo de relação nas nossas condições, dada a correlação significativa e positiva (0,548\*) entre a produção de grão e a população produtiva, importa tentar saber porque razão o valor máximo que se obteve para o trigo não foi além das 416,8 espigas  $m^{-2}$ .

A existência de correlação altamente significativa e positiva (0,812\*\*\*) entre a população potencial e a população produtiva, significa a estreita dependência que a população produtiva tem da população potencial, o que está de acordo com os resultados de Carvalho (1987). Dado que a população potencial foi muito superior à população produtiva (471,5 colmos  $m^{-2}$  e 337,5 espigas  $m^{-2}$ , respectivamente) parece que a obtenção de uma elevada população produtiva depende, em grande parte, da taxa de sobrevivência dos filhos, o que é concordante com o referido na literatura consultada (Willington & Biscoe, 1984).

As taxas de sobrevivência dos filhos foram muito baixas, inclusivamente a população produtiva foi para dois genótipos ('Tâmega' e 'Lima') inferior à emergida. Não se verificou qualquer relação, estatisticamente significativa, entre esta taxa e as populações potencial e produtiva, ao contrário do que se verificou para o número de filhos planta<sup>-1</sup>, positiva e altamente correlacionado com estas populações. Por isso a maximização da população produtiva, positivamente correlacionada com a produção de grão, depende da capacidade de afilhamento e do melhoramento da taxa de sobrevivência dos filhos.

O maior número de filhos planta<sup>-1</sup> que se verificou no sistema de SD, embora sem diferenças estatisticamente significativas para o sistema de MT, foi também obtido por Basch (1991). Devido à extrema influência nas populações potencial e produtiva, verificou-

-se uma relação positiva (0,460) mas não significativa, do número de filhos planta<sup>-1</sup> com a produção de grão e uma correlação altamente significativa com o número de grãos m<sup>-2</sup> (0,787\*\*\*). Torna-se assim, necessário salientar a extrema importância desta característica nestas condições, uma vez que os genótipos com maior capacidade de afilamento revelam vantagem na produção e também na maximização do uso da água (Richards, 1987). Além disso, esta característica é também desejável em situações de SD como forma de poder aumentar a competição com as infestantes e/ou ultrapassar falhas na germinação.

### 3 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA

A produção de biomassa é extremamente importante e determinante das produções (Molina-Cano *et al.*, 1990), pois reflecte a capacidade de crescimento das plantas e de acumulação de peso seco e posterior transferência dos fotoassimilados para a formação e enchimento do grão, traduzida pelo IC. Desta forma, torna-se interessante a obtenção de genótipos que apresentem, o máximo de tempo possível com cor verde, os colmos e folhas, espigas e aristas, de modo a valorizar a produção de grão (Coutinho, 1991).

A literatura consultada refere um fraco crescimento inicial do trigo no sistema de SD com efeito significativo na produção de grão (Chan & Heenan, 1996). Contudo, os resultados que obtivemos não proporcionaram diferenças estatisticamente significativas no crescimento precoce do trigo, medido pela produção de biomassa à ET, pelo que podemos considerar que a produção de biomassa à ET foi igual nos dois sistemas de mobilização do solo. Esta ausência de diferença entre a produção de biomassa à ET nos dois sistemas continuou a verificar-se na medição à ântese e à colheita, embora com valores mais elevados do sistema de SD. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Merrill *et al.* (1996), acrescentando que a produção de biomassa à ântese e à maturação pode ser significativamente maior em situações de SD, particularmente em anos secos.

A relação existente entre a produção de biomassa avaliada precocemente (à ET) e a produção à ântese com a produção de grão, foi estatisticamente significativa e positiva, o que está de acordo com a literatura consultada nomeadamente, Turner & Nicolas (1987), Garcia del Moral & Ramos (1989), Siddique *et al.* (1990), Whan *et al.* (1991), Regan *et al.* (1992), Carvalho (1994) e Maças (1996). A produção precoce de biomassa, tal como referimos para a capacidade de afilhamento, é particularmente importante no sistema de SD como forma de compensar algumas falhas de germinação e/ou deficiente controlo das infestantes pré-sementeira. Dada a correlação elevada ( $r=0,590^*$ ) com a produção de grão pode tornar-se um importante critério de selecção nestes sistemas.

Foram também os genótipos com ciclo mais longo, definido pelo número de dias da emergência ao espigamento, que obtiveram maior produção de biomassa à ET, como resultado de um alongamento do período vegetativo ( $r=0,746^{**}$ ) e da maior capacidade de afilhamento, expressa em termos de população potencial ( $r=0,672^{**}$ ). Isto está de acordo com o eco-ideótipo de planta para regiões mediterrânicas. Também Regan *et al.* (1992) observaram que os genótipos com maior produção de biomassa (kg de MS) 54 dias após sementeira, tiveram maiores taxas de crescimento relativo e IAF mais elevado.

A produção de biomassa à ântese mostrou uma correlação mais elevada com a produção de grão ( $0,624^*$ ) que a biomassa à ET, o que está de acordo com a grande influência que a acumulação de MS até esta fase tem na produção final de grão nos ambientes mediterrânicos, devido aos condicionalismos ambientais durante o enchimento do grão.

De facto, nas condições mediterrânicas, as elevadas produções de MS e taxas de desenvolvimento da cultura durante o período de pré-ântese poderão maximizar o uso da precipitação no Inverno e providenciar potenciais reservas de assimilados armazenados para a produção de grão no período pós-ântese (Fisher, 1981, Turner & Begg, 1981, Turner, 1982).

No entanto, Carvalho (1987), para um solo tipo “Barro” na região de Beja, não verificou correlação significativa entre a MS à floração e a produção de grão quando utilizou a mais baixa dose de azoto ( $100 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e para a primeira data de sementeira que efectuou (10 de Dezembro). Existiram mesmo situações de correlação negativa entre a produção de MS e a produção de grão que parece ter sido devido a uma produção excessiva de MS.



No ano agrícola 1995/96 o período de enchimento do grão, apesar das temperaturas elevadas, ocorreu numa época de chuvas, tal facto pode ter conduzido a uma maior dependência do peso do grão dos fotoassimilados sintetizados nessa altura do que da mobilização dos assimilados de reserva acumulados na planta. Todavia, além desta situação não ser a mais corrente nestes ambientes, a correlação que obtivemos entre a biomassa à ântese e a produção de grão parece confirmar a maximização da biomassa à ântese como forma de garantir um elevado nível de assimilados de reserva com capacidade de serem translocados para o grão, melhorando o IC, com reflexos positivos na produção de grão.

Obtivemos também relação estreita e positiva entre as produções de biomassa avaliadas nos diferentes estádios, o que parece dar indicação de que a produção de biomassa à ET condiciona a produção de biomassa à ântese e à colheita. Esta informação reforça a ideia de que a evolução da cultura até à ântese influencia, de forma acentuada, a produção final do trigo nos ambientes mediterrânicos (Ramos *et al.*, 1983, Garcia del Moral & Ramos, 1989, Bellido, 1991).

## 4 - ÁREA FOLIAR E ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

### 4.1- ÁREA FOLIAR

A análise da área foliar proporcionou, para a média dos genótipos, maior valor no estádio de ET comparativamente com a medição efectuada à ântese. Esta situação parece estar directamente relacionada com o ciclo de desenvolvimento dos genótipos em ensaio. Assim, enquanto que a área foliar à ET está positivamente correlacionada com o período emergência-espigamento, a área foliar à ântese encontra-se correlacionada negativamente.

Este facto leva-nos a concluir que os genótipos com maior período emergência-espigamento, que obtiveram elevada área foliar à ET, foram penalizados na área foliar à ântese o que, no entanto, parece não ter tido assinaláveis repercussões na produção de biomassa à ântese, dada a ausência de relação entre estas duas características.

Nos resultados obtidos, a área foliar à ântese esteve directa e altamente dependente da área foliar da FB ( $r=0,733^{**}$ ), que pouco contribuiu para a produção de biomassa. Importa todavia aqui salientar que, a área foliar determinada diz unicamente respeito à área de uma face do limbo das folhas.

A elevada e positiva relação entre a área foliar à ET e a produção de grão vem, tal como se referiu para a produção de biomassa e, de acordo com os resultados encontrados na literatura, associada com maiores taxas de crescimento relativo, elevada produção de biomassa, grande grau de cobertura do solo e elevada intercepção da luz solar, mas não com a precocidade do início do período reprodutivo (Regan *et al.*, 1992), realçar a sua importância nos ambientes mediterrânicos. De facto, nos resultados obtidos, foram os genótipos de hábito de crescimento facultativo, com período vegetativo mais longo e necessidade moderada de vernalização ('Goelent' e 'Centaur'), que registaram maior área foliar à ET.

A área foliar da FB pode ser particularmente importante em situações de défice hídrico pós-ântese, devido à sua contribuição em fotoassimilados por se manter mais tempo verde. Em conjunto com o pedúnculo da espiga, o fornecimento de assimilados aos grãos, no caso da cevada, pode oscilar entre 40 e 70% (Ramos *et al.*, 1982). Neste trabalho, embora não tenhamos medido o pedúnculo, parece não ter existido contribuição estatisticamente significativa da folha bandeira para o peso do grão ( $r=0,335$ ), o que talvez se possa explicar pela não ocorrência de condições extremamente desfavoráveis no período de enchimento do grão. Todavia a área foliar da FB e, particularmente a sua duração, pode ser uma característica a considerar no melhoramento do trigo nestes ambientes (Maçãs, 1996).

No que respeita à interacção entre o sistema de mobilização e os genótipos, a posição relativa dos genótipos em cada sistema foi semelhante. Importa contudo referir que os genótipos 'TE 9101', 'Ideótipo 13', 'Ideótipo 18' e 'Ideótipo 20', embora sem diferenças estatisticamente significativas, obtiveram maior área foliar no sistema de SD. Isto torna-se importante porque é, normalmente, associado aos sistemas de SD um menor crescimento precoce, directamente relacionado com a área foliar e com o crescimento radical (Chan *et al.*, 1987, Rovira, 1990, Chan & Mead, 1992, Chan & Heenan, 1996).

A maior profundidade de sementeira que é vulgar nos sistemas de MT pode conduzir a um maior crescimento inicial da parte aérea, traduzido na área foliar e na produção de biomassa. No entanto existe variabilidade genética para este comportamento (Elmore, 1987).

A vantagem da área foliar à ET para estes genótipos no sistema de SD, embora ligeira, pode ser resultado duma melhor adaptação a estes sistemas, até porque esta situação, com excepção do 'Ideótipo 13', voltou a verificar-se à ântese. Neste estágio a

diferença entre sistemas de mobilização foi mais atenuada, existindo maior número de génotipos com área foliar mais elevada nos sistemas de SD. De destacar aqui o valor obtido pelo 'Ideótipo 18' em SD ( $56,9 \text{ cm}^2$ ), o segundo mais elevado de todos os tratamentos, só ultrapassado por 'Almonsor', também em SD ( $57,5 \text{ cm}^2$ ), embora sejam estatisticamente semelhantes.

Quando separamos os valores obtidos em cada sistema de mobilização, verificamos que há uma relação mais estreita entre a área foliar à ET e a produção de grão no sistema de MT ( $0,705^{**}$ ), a qual deixa de ser significativa no sistema de SD ( $0,480$ ). Este facto pode estar relacionado com o comportamento da maior parte dos génotipos, já que obtiveram área foliar mais elevada em MT.

Em relação à área foliar à antese, das correlações tentadas com a produção de grão e componentes da produção, só se revelou significativa a negativa obtida com o número de grãos  $\text{m}^{-2}$  em SD ( $-0,621^*$ ). Parece-nos que como o número de grãos  $\text{m}^{-2}$  está relacionado com a população potencial ( $0,791^{***}$ ) e com a população produtiva ( $0,586^*$ ), estando estas muito dependentes do número de filhos planta<sup>-1</sup> ( $0,802^{***}$  e  $0,782^{***}$ , respectivamente), a maior competição entre colmos terá conduzido a uma redução da área foliar total ( $-0,675^{**}$ ) e da FB ( $-0,681^{**}$ ) à antese. Esta situação mais acentuada no sistema de SD, parece ter sido devida, essencialmente, à existência de maior número de plantas, expresso pela diferença estatisticamente significativa na população potencial entre sistemas de mobilização ( $493,8$  colmos  $\text{m}^{-2}$  em SD e  $449,2$  colmos  $\text{m}^{-2}$  em MT), o que, conseqüentemente, pode ter acentuado mais a competição entre colmos.

#### 4.2 - ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

O IAF medido à ET foi a outra característica que, apesar de não exibir diferenças estatisticamente significativas entre sistemas de mobilização, revelou efeito significativo ( $p \leq 0,10$ ) da interacção mobilização  $\times$  genótipo.

O IAF, tal como se verificou para a área foliar, foi mais elevado no sistema de MT quando medido à ET. Neste estádio, a extrema relação ( $0,999^{***}$ ) entre a área foliar e o IAF torna praticamente indiferente considerar qualquer uma das características.

O IAF medido à ET, em média, foi muito semelhante ao IAF medido à antese ( $1,75$  e  $1,71$ , respectivamente), os quais são mais baixos que os referidos pela literatura. Evans (1975) refere que o IAF óptimo à floração é de quatro. Carvalho (1987) refere valores médios de índice de área fotossintética à floração entre  $2,73$  e  $6,59$ , dependendo

do genótipo, data de sementeira, dose de azoto e do ano do ensaio, apontando como 8,77 e 9,39 os valores óptimos para as cultivares 'Mara' e 'Etoile de Choisy', respectivamente. 'Mara' é um trigo alternativo de origem italiana com ciclo curto, embora de espigamento tardio sem necessidade de vernalização e 'Etoile de Choisy' um trigo de Inverno de origem francesa, com ciclo semi-longo e necessidade de vernalização. Em relação aos valores referidos pela literatura, a diferença para os que obtivemos pode ter sido devido à forma como se mediu o IAF. Assim, importa salientar que os valores obtidos por Carvalho (1987), resultaram da medição de toda a área verde, ou seja, espiga, caule, limbo e bainha das folhas. Além disso a distância entre linhas de sementeira foi de 17 cm e a área amostrada de 0,17 m<sup>2</sup>. Assim, os valores que obtivemos, resultantes unicamente da medição da área do limbo e a partir de uma amostra de 0,4 m<sup>2</sup> com entre linha de 20 cm teriam de ser, necessariamente, mais reduzidos.

Nas modernas variedades de trigo, com as densidades de povoamento e doses de azoto utilizadas, os valores de IAF são bem acima de seis, se bem que em Portugal haja anos em que tal valor não é atingido (Carvalho, 1987). Contudo, a vantagem do seu aumento deve ser estudada em função da disponibilidade hídrica durante o enchimento do grão, pois a transpiração está linearmente relacionada com a área foliar até valores de IAF de três (Ritchie, 1974) e a produção pode depender mais da água utilizada depois da ântese do que a quantidade de água total utilizada (Nix & Fitzpatrick, 1969, Passioura, 1976).

De acordo com a estreita relação entre a área foliar e IAF à ET, os genótipos 'Goelent' (3,85) e 'Centauro' (3,55) foram os que proporcionaram maior IAF à ET e simultaneamente os que exibiram maior produção de grão, daí a positiva e muito significativa correlação entre a produção de grão e o IAF à ET (0,659\*\*).

Analisando a interacção mobilização×genótipo, tal como se verificou na área foliar, observou-se uma vantagem dos genótipos no sistema de MT que, tal como refere a bibliografia se pode dever a um menor crescimento inicial em situações de SD (Chan & Heenan, 1996).

Os genótipos 'Centauro' e 'Almansor' revelaram uma vantagem estatisticamente significativa para todos os outros em qualquer dos sistemas de mobilização, sendo também os valores obtidos por 'Centauro' em cada sistema, estatisticamente diferentes ( $p \leq 0,10$ ), com maior IAF em MT. 'Ideótipo 18' foi o genótipo com maior diferença de IAF a favor da SD, embora estatisticamente semelhante ao valor em MT (1,75 e 1,18,

---

respectivamente). Uma vez que a literatura refere, em geral, um menor crescimento inicial do trigo em SD, o comportamento deste genótipo parece revelar maior adaptação neste sistema.

A correlação positiva e altamente significativa do IAF à ET com a biomassa à ET (0,933\*\*\*) e positiva e muito significativa com a produção de grão (0,659\*\*) e com a biomassa à colheita (0,652\*\*) é um importante indicador, revelando a importância que esta característica tem na determinação do rendimento da planta. De referir também que tanto no sistema de MT como no de SD, esta característica influencia de forma marcada o rendimento tendo sido, nas condições do ensaio, a correlação mais estreita no sistema de MT, (0,723\*\*) que no sistema de SD (0,522\*). Esta indicação é muito importante nos ambientes mediterrânicos, uma vez que está associada com um maior crescimento vegetativo inicial, pela maximização da transpiração a expensas da evaporação (Turner & Nicolas (1987), e melhoria da EUA (Richards, 1987). Esta situação torna-se ainda mais importante nos sistemas de SD como forma de competir eficazmente com as infestantes (Carvalho, 1994), tal como referimos para a capacidade de afilhamento e para a produção de biomassa à ET.

Quando analisamos a evolução do IAF, pela observação na fase de ET e à ântese, verificamos que os genótipos de ciclo facultativo mostram uma diminuição que parece ter sido devido à morte de grande parte dos filhos, ilustrada pelas reduzidas taxas de sobrevivência. Pelo contrário, na generalidade dos genótipos de primavera, verificou-se um aumento do IAF o que pode ter sido devido, além da menor competição entre colmos filhos e colmo principal que favoreceu o desenvolvimento, às características destes genótipos na sua maioria com maior largura do limbo e área foliar da FB, como por exemplo 'Almanson', 'Anza', 'Lima' e 'Tâmega'. Contudo, a quebra de uns foi menos acentuada que a subida de outros, de tal forma que a média do IAF à ântese foi ainda inferior ao medido à ET. Esta situação teria sido necessariamente diferente se a espiga e seu pedúnculo e as bainhas das folhas tivessem sido medidos, dada a elevada contribuição que têm no IAF à floração.

## 5 - ÍNDICE DE COLHEITA

O IC, definido como a razão entre a produção de grão e a produção de biomassa total, é um bom indicador da eficiência biológica de um genótipo para a repartição dos assimilados em grão e palha. Daie (1985) refere que o valor do IC oscila entre zero e 55%, de forma que os obtidos neste estudo, entre 37,3 e 45,6%, poder-se-ão considerar elevados. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Grifo (1989) num trabalho realizado no Departamento de Cereais da Estação Nacional de Melhoramento de Plantas (DC/ENMP) com trigos rijos de primavera, tendo observado valores entre 30 e 45%. Maçãs (1990), obteve valores de IC entre 28 e 33% e Coutinho (1991) entre 28 e 36%, correspondendo aos valores mais elevados as mais altas produções de grão. Por outro lado Sharma & Smith (1986) referem que em populações de trigo de inverno, existe uma correlação negativa entre o número de dias até ao espigamento e o IC, o que também verificamos neste trabalho, embora a relação não seja estatisticamente significativa.

Excluindo a cevada que obteve um IC de 45,6%, valor que está de acordo com o obtido por Garcia del Moral & Ramos (1989), o genótipo de trigo mole com maior IC foi 'Ideótipo 20' com 43,7%, embora seja estatisticamente semelhante a 39,7% ('TE 9101').

A correlação significativa deste índice verificou-se negativamente com a altura da planta (-0,680\*\*), o que parece querer dizer que a altura da planta favoreceu unicamente a produção de palha exercendo influência negativa no IC. Esta indicação está de acordo com o estudo realizado por Maçãs (1996) que associa o melhoramento do IC à redução da altura da palha pela presença dos genes Rht.

O efeito do sistema de mobilização não foi estatisticamente significativo, embora se verifique ligeira vantagem em SD, provavelmente devido à maior capacidade de afilhamento dos genótipos neste sistema, expresso no maior número de filhos planta<sup>-1</sup> e, consequentemente, maior população potencial e produtiva. No entanto, a maximização do IC exigido para obtenção de produções mais elevadas é mais fácil de atingir através de um menor número de filhos que apresentam uma maior taxa de sobrevivência (Carvalho, 1994).

Os genótipos 'Goelent', 'Almanson' e 'Ideótipo 16', de acordo com a correlação negativa existente com a altura da planta, foram os que registaram menores IC.

Contudo, importa ter presente que a excessiva redução na quantidade de palha poderá limitar a capacidade de acumular reservas de hidratos de carbono destinados ao

grão durante o período pré-ântese, fenómeno este, desejável em regiões com limitações hídricas. (Garcia del Moral & Ramos, 1989). Julga-se que nestas regiões os itinerários técnicos e científicos mais adequados para o progresso do melhoramento devem ter em conta o balanço da matéria seca produzida antes e depois da ântese, no sentido de otimizar o IC. Isto porque, se a cultura esgotar toda a água do solo antes da ântese, o enchimento do grão ocorrerá com problemas, resultando num baixo IC.

## 6 - CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DO GRÃO

A massa do hectolitro e o teor de proteína foram as características que elegemos para estudar a resposta em termos de qualidade dos genótipos ao sistema de mobilização.

A massa do hectolitro está directamente relacionada com o maior ou menor enrugamento (“engelamento”) do grão que reflecte as condições ambientais no período de enchimento do grão.

Por outro lado, tanto a quantidade como a qualidade da proteína são considerados factores extremamente importantes na avaliação das potencialidades do trigo mole para ser usado na indústria da panificação (Baptista *et al.*, 1985). De facto, os testes normalmente utilizados para a avaliação da qualidade tecnológica dos trigos moles baseiam-se, fundamentalmente, no teor e comportamento reológico das proteínas (Brites, 1992). Na verdade, as proteínas do endosperma do trigo são responsáveis pela expressão de atributos associados à qualidade panificável e a sua composição é uma característica do genótipo independente do ambiente e das técnicas culturais (Brites *et al.*, 1994). No que respeita ao genótipo e em relação à totalidade da composição química do grão, a quantidade de proteína pode sofrer alterações decorrentes dos itinerários técnicos, nomeadamente do nível e repartição da adubação azotada (Roques, 1992).

### 6.1 - MASSA DO HECTOLITRO

O sistema de mobilização não afectou significativamente a massa do hectolitro, provavelmente devido às razoáveis condições climáticas que se fizeram sentir na fase do enchimento do grão. Comparativamente com o peso de 1000 grãos, Baker *et al.* (1971) e Collaku (1994), referem uma heritabilidade mais baixa da massa do hectolitro, podendo, por isso ser mais afectada pelos condicionalismos ambientais.

As diferenças estatisticamente significativas que se manifestam entre genótipos são pouco acentuadas, com valores que oscilam entre 79,6 e 86,0 kg hl<sup>-1</sup>, excluindo a cevada 'Alexis'. Estes resultados podem ser considerados bons já que ultrapassam os valores habituais, referidos por Grifo (1991) para genótipos de trigo duro e por Valadas (1995), para genótipos de trigo mole.

A massa do hectolitro apresentou uma relação negativa mas não significativa com a produção de grão, para o que contribuíram os baixos valores de 'Goelent' e de 'Centauro', que foram os genótipos com maior produtividade. Todavia a reduzida massa do hectolitro de 'Goelent' (79,6 kg hl<sup>-1</sup>) pode ter sido devido à existência de muitos grãos partidos.

Embora também não seja estatisticamente significativa, a relação entre a massa do hectolitro e o peso do grão é de sinal negativo tal como verificaram Maçãs *et al.* (1994), o que pode realçar o interesse da selecção de genótipos de grão pequeno, já que o reduzido tamanho do grão é característica favorável à estabilidade do rendimento. De facto a taxa e a duração do enchimento do grão são importantes para a caracterização das curvas de formação do grão de determinado genótipo, mesmo considerando a existência de fenómenos de compensação (Darrock & Baker, 1990). De acordo com esta ideia, Maçãs *et al.* (1994), referem que com secura e elevadas temperaturas, mesmo considerando uma taxa de enchimento elevada, o encurtamento do período de formação do grão só pode ser conseguido com cultivares que atinjam mais rapidamente o tamanho final.

Isto deve-se ao facto do aumento da taxa de crescimento do grão, provocado pela temperatura, não compensar a redução do período de enchimento (Sofield *et al.*, 1977, Wardlaw *et al.*, 1989), o que origina a obtenção de grão mal conformado ou pequeno (Jenner *et al.*, 1991).

Por outro lado, Collaku (1994) obteve para trigo mole de inverno na Albânia, em condições de "stress" hídrico, a uma correlação positiva, embora reduzida, com a produção e com o peso do grão (0,18\*), o que realça a variação do comportamento dos genótipos, de acordo com a variabilidade existente nos ambientes mediterrânicos.

Os resultados obtidos com a massa do hectolitro parecem estar de acordo com a ideia de que o peso final do grão tem reduzido significado na produção de grão, especialmente nas nossas condições mediterrânicas.



## 6.2 - TEOR DE PROTEÍNA

A qualidade do trigo, particularmente o seu teor de proteína, é muito variável devido ao genótipo, aos itinerários técnicos (a condução da fertilização azotada, a dose do azoto e o seu fraccionamento) e às condições climáticas durante as fases de elaboração do rendimento (a secura e as altas temperaturas, em particular) podem favorecer ou penalizar a qualidade do trigo (Roques, 1992).

O teor de proteína obtido foi baixo e precisamente igual (8,0%) nos dois sistemas de mobilização. Por genótipo, verificaram-se valores desde 6,5% a 8,9%, o que revela a influência do genótipo no teor de proteína do grão. Os genótipos de trigo com maior produção de grão, 'Goelent' e 'Centauro', obtiveram reduzidos valores de proteína (6,5 e 7,4%, respectivamente), contribuindo para uma significativa relação negativa entre estas características (-0,647\*\*). Outras correlações significativas e também negativas obtiveram-se com o número de grãos  $m^{-2}$  e com o período emergência-espigamento. Estes resultados parecem poder explicar-se, para o número de grãos  $m^{-2}$ , pela maior competição decorrente de um maior volume da "sink", reduzindo assim a acumulação de proteína. Também como o número de grãos  $m^{-2}$  está positivamente correlacionado com a produção e, para esta muito contribui a acumulação de hidratos de carbono, parece lógico a obtenção de um menor teor de proteína. A correlação negativa do teor de proteína com o período emergência-espigamento pode estar relacionada com a maior produção de grão e maior número de grãos  $m^{-2}$  exibidos pelos genótipos de ciclo mais longo e em simultâneo pela maior qualidade dos trigos de ciclo mais curto (hábito de primavera).

Os valores de proteína obtidos foram baixos, comparativamente com os registados por Coutinho (1991) (11,2 a 12,1%), Maçãs *et al.* (1994) (10,8 a 13,9%) e Valadas (1995) (13,0 a 15,7%). No primeiro trabalho estiveram incluídos 'Almensor' (11,5%), 'Lima' (11,6%) e 'Anza' (11,4%), no segundo, 'Centauro' (10,8%) e no terceiro 'Centauro' (12,4%) e 'Almensor' (13,3%), com valores mais elevados que os obtidos no presente trabalho: 'Centauro' (7,4%); 'Almensor' (8,0%); 'Anza' (7,3%); 'Lima' (8,9%). Este reduzido teor de proteína pode ter sido devido à elevada radiação no período de enchimento do grão (Sofield *et al.*, 1977, Benzian & Lane, 1986) e/ou à precipitação no período de 40 a 45 dias antes da completa maturação (Smika & Greb, 1973).

A acção das altas temperaturas depende do genótipo e da época e duração do seu efeito. Muitos genótipos mostram um significativo aumento na razão gliadinas/gluteninas sob a acção de altas temperaturas no início do período de enchimento do grão e um

decréscimo quando a exposição deste período se efectua numa fase mais próxima do seu termo (Stone & Nicolas, 1995).

## 7 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA RADICAL

Os resultados obtidos na análise das características do sistema radical (comprimento, densidade, peso seco e razão peso/comprimento) por sistema de mobilização não foram estatisticamente significativos, o que é concordante com a opinião de Carvalho *et al.* (1987), quando afirmam que o efeito dos tratamentos de mobilização do solo são menores que as variações do solo de local para local. Estes investigadores acrescentam, tal como Goss (1986), que o estabelecimento em profundidade do sistema radical é mais rápido na SD, facto que se parece ter verificado já que para a razão peso/comprimento, se obtiveram valores mais elevados nas camadas de 10 a 20 cm e de 20 a 30 cm, embora os valores desta última camada sejam estatisticamente semelhantes aos obtidos no sistema de MT.

Estes valores mais elevados da razão peso/comprimento em camadas mais profundas no sistema de SD pode ser uma indicação da existência de raízes com maior diâmetro, o que está de acordo com a opinião de que a manutenção da porosidade biológica nos sistemas de SD, facilita o crescimento livre e contínuo das raízes (Russell, 1977, Tebrügge & Wagner, 1995).

Também nestes sistemas, apesar do aumento da resistência do solo à penetração (Ehlers *et al.*, 1983, Schmidt *et al.*, 1994, Carvalho & Basch, 1995, Tebrügge & Wagner, 1995, Ball, 1995), a capacidade que as raízes têm de crescer contra elevadas pressões exteriores (Goss, 1986), pode facilitar a crescimento em profundidade.

A análise dos génotipos revelou, tal como referem Mackey (1969), Richards & Passioura (1981b), grande variabilidade nas características radicais. Apesar de contarmos unicamente com quatro génotipos, a variabilidade no comprimento radical verificou-se, exibindo o génotipo 'Tâmega' menor comprimento, estatisticamente diferente ( $p \leq 0,05$ ) dos restantes. Verificamos também que o comprimento se relacionou significativa e positivamente (0,548\*) com a produção de grão (média dos Blocos I e II), tal como referem Chan & Mead (1992). Quando separamos os sistemas de mobilização verifica-se um aumento do coeficiente de correlação para a MT (0,824\*) e o decréscimo, com perda

de significância, para a SD (0,405). Isto significa que nas condições do ensaio, e para os genótipos estudados, o comprimento radical está mais associado com a produção de grão na MT. Esta situação poderá estar relacionada com o perfil hídrico do solo, já que é um dos factores que mais determinam a distribuição das raízes e por conseguinte a configuração do sistema radical (Oliveira, 1988). A maior conservação da água nos sistemas de SD, referido por Carvalho & Basch (1995), pode não exigir um grande aprofundamento do sistema radical.

A medição do comprimento radical e densidade radical em profundidade pode contribuir para estimar a capacidade do genótipo para extrair água do solo (Tardieu & Katerji, 1991, Torres, 1994). A análise da profundidade mostra-nos que, tanto o comprimento como a densidade radical foram mais elevados na camada superficial, de 0 a 10 cm, o que está de acordo com a literatura consultada ao referir uma maior proliferação de raízes à superfície do solo (Russell, 1977, Basch, 1991 e Loss & Siddique, 1994).

A variação do comprimento e da densidade radical na interacção genótipo×profundidade é semelhante e revela o que se expressou anteriormente, ou seja, maiores valores na camada mais superficial (0 a 10 cm). Verificou-se também, para cada genótipo, uma redução dos valores em profundidade, com excepção do genótipo 'Ideótipo 18' que mostrou uma subida quando se passou para a camada mais profunda (20 a 30 cm). Este diferente comportamento, está de acordo com Torres (1994), quando refere que o crescimento da raiz em profundidade é claramente função do genótipo e do meio e que, a interacção entre eles pode muitas vezes dificultar a distinção do crescimento do sistema radical dos genótipos.

Por esta razão, é de esperar grande variação no comportamento dos genótipos para a interacção mobilização×genótipo×profundidade, tal como se verificou. Na camada mais superficial (0 a 10 cm) só o genótipo 'Tâmega' exibiu comprimento e densidade radical mais elevados no sistema de MT. A vantagem do sistema de SD na camada superficial pode ter sido devido a uma menor profundidade de sementeira, associada a condições estruturais mais favoráveis ao desenvolvimento radical. Também o regime hídrico mais favorável e/ou a maior quantidade de matéria orgânica à superfície do solo pode ter conduzido a estes resultados, tal como refere Basch (1991) e Venezia *et al.* (1995).

A excessiva precipitação durante o Inverno pode ter prejudicado o desenvolvimento radical no sistema de MT, devido à menor taxa de infiltração de água no solo mobilizado, criando um meio desfavorável, facto também referido por Ellis & Barnes

(1980). Inclusivamente, a média dos génotipos registou maior razão peso seco/comprimento na camada superficial em MT, embora não estatisticamente diferente da SD, ou seja, um maior engrossamento das raízes, característico de condições de rizosfera adversas (Oliveira, 1991).

Na interacção mobilização×génotipo para o peso seco radical, que nos permite analisar o armazenamento de fotossintetizados na planta, os resultados obtidos estão de acordo com os observados na produção de biomassa da parte aérea à ântese, ou seja, ‘Goelent’ e ‘Tâmega’ com maior peso radical no sistema de MT e ‘Ideótipo 13’ e ‘Ideótipo 18’ com maior peso radical em SD, valores estatisticamente diferentes entre sistemas de mobilização.

O ‘Ideótipo 18’ mostrou maiores valores de comprimento e de densidade radical em todas as profundidades no sistema de SD, embora só na camada de 0 a 10 cm os valores relativos aos dois sistemas de mobilização sejam estatisticamente diferentes ( $p \leq 0,10$ ), o que pode revelar maior adaptação do seu sistema radical a este sistema de mobilização. Pelo contrário, para ‘Tâmega’, a situação foi precisamente inversa, com vantagem para o sistema de MT, o que pode também revelar uma melhor adaptação à MT. Também como se referiu em relação à interacção mobilização×génotipo, estatisticamente significativa para o peso seco, os valores apresentados por estes génotipos nos dois sistemas de mobilização foi oposta. ‘Ideótipo 18’ com a maior diferença em favor da SD e ‘Tâmega’ com a maior diferença em favor da MT.

Recordando que o génotipo ‘Ideótipo 18’ foi seleccionado por ter sido o que exibiu à ântese maior contraste na produção de MS em favor da SD, enquanto para ‘Tâmega’ a vantagem foi em MT, parece que de facto existe uma tendência para ligação mais estreita destes génotipos a um dos sistemas de mobilização do solo. ‘Ideótipo 18’ foi também o génotipo que registou nos trabalhos realizados por Maças (1996), o mais baixo índice de susceptibilidade à secura (S). Este facto parece ter evidenciado mecanismos de escape à secura que, poderão estar relacionados com a precocidade do ciclo de desenvolvimento, tendo sofrido o mais baixo efeito no peso do grão. Por outro lado, quando este investigador analisou a estabilidade de produção através do cálculo da regressão conjunta proposta por Finlay & Wilkinson (1963), entre o rendimento individual dos génotipos e o rendimento médio por local, ‘Ideótipo 18’ evidenciou elevada produção média e relativamente baixa interacção génotipo×ambiente.

Os valores de densidade radical obtidos estão próximos dos citados pela literatura como os mais adequados.

Enquanto Loss & Siddique (1994) referem que nos primeiros 10 cm de solo a densidade radical das cultivares modernas de trigo, se situa à volta de  $10 \text{ cm cm}^{-3}$ , cerca de metade do valor atribuído às cultivares antigas, Passioura (1983), aponta uma variação de 0,3 a  $6,0 \text{ cm cm}^{-3}$ , tendo estimado que uma densidade de  $0,5 \text{ cm cm}^{-3}$  seria suficiente para remover toda a água armazenada, embora para a absorção de nutrientes sejam necessárias maiores densidades. A quantidade de raízes para a absorção de nutrientes é particularmente importante para melhorar a eficiência do uso dos fertilizantes nos sistemas de produção a baixo custo e para evitar a poluição das águas subterrâneas (Maçãs, 1996).

Rubino & Franchi (1990) referem que no solo mobilizado, o tipo de mobilização e a profundidade não afectam significativamente a densidade das raízes do trigo. A maior parte do sistema radical (87%) estabeleceu-se nos 50 cm iniciais do solo e a densidade radical ( $\text{cm de raiz cm}^{-3}$  de solo) que foi de  $0,9 \text{ cm cm}^{-3}$  ao afilamento e de  $3,0 \text{ cm cm}^{-3}$  à maturação cerosa, registou o valor mais elevado à ântese com  $3,78 \text{ cm cm}^{-3}$ .

A densidade das raízes que obtivemos variou entre  $2,85 \text{ cm cm}^{-3}$  ('Ideótipo 18 na camada de 0 a 10 cm no sistema de SD) e  $0,49 \text{ cm cm}^{-3}$  ('Ideótipo 13' na camada de 20 a 30 cm em SD), valores mais reduzidos que os anteriores e que os obtidos por Basch (1991), cerca de  $5,0 \text{ cm cm}^{-3}$  na camada até 10 cm e  $1,0 \text{ cm cm}^{-3}$  de 20 a 30 cm. Esta situação pode ter sido devida ao tipo de solo, método de amostragem e/ou ao facto do enraizamento das culturas variar de ano para ano, especialmente com o teor de água e o arejamento do perfil do solo (Oliveira, 1988).

As excessivas densidades, particularmente em profundidade, parece ser um mecanismo lógico das plantas para obter mais água e evitar a secura. Todavia, também funcionam como "sink", requerendo duas vezes mais assimilados para produzir a mesma quantidade de biomassa que a parte aérea (Passioura, 1983).

Deste modo, nos ambientes mediterrânicos, só nos solos com grande capacidade de armazenamento de água, disponível na fase final do ciclo da cultura, se pode justificar um aumento da profundidade e densidade radical como forma de evitar o défice hídrico, melhorando a estabilidade do rendimento e o IC (Torres, 1994). Todavia, o custo dos assimilados para as raízes profundas podem subvalorizar o rendimento (Muchow & Sinclair, 1986). A relação negativa, embora não significativa (-0,465), que encontramos

---

entre o comprimento radical e o IC leva-nos a pensar que o aumento do comprimento pode ser pelo sacrifício do IC, tal como pressupõe Siddique *et al.* (1990).

Nos ambientes em que não é possível extrair água do solo, sendo o déficit hídrico bem marcado (Oeste da Austrália), o melhoramento do trigo tem sido no sentido de diminuir a produção de biomassa nas raízes e a relação raiz/caule (Siddique *et al.*, 1990). Desta forma pode proporcionar-se um aumento no rendimento, especialmente nos solos onde a cultura extrai toda a água disponível (Passioura, 1983), pelo aumento da área fotossintética (Brown & Scott, 1984). Todavia, não podemos esquecer que, pelos resultados obtidos, há uma estreita relação entre a área foliar, IAF e biomassa à ET e o comprimento radical e que todas estas características estão intimamente associadas com a produção de grão. Importa também referir que esta relação existente entre área foliar, IAF e biomassa à ET com o comprimento radical é particularmente importante no caso do genótipo 'Ideótipo 18', já que é aquele que parece revelar maior contraste de comportamento com vantagem para situações de SD.

A razão raiz/caule obtida para os vários genótipos está de acordo com o comportamento da parte aérea, ou seja, o maior ou menor investimento em raízes está relacionado com a maior ou menor produção de biomassa. Contudo, parece-nos importante realçar o valor de 'Goelent' (0,02) porque foi o valor médio e correspondeu a uma produção de biomassa mais elevada, significativamente diferente dos restantes genótipos.

Nos últimos tempos o sistema radical dos cereais tem evoluído do tipo predominantemente nodal ("crown roots") para o tipo seminal, particularmente quando crescem com elevadas densidades (Mackey, 1986). As raízes seminais, quando comparadas com as nodais, desenvolvem-se mais rapidamente, atingem maior profundidade e são mais finas e eficientes na absorção de água por unidade de matéria seca. Mostram também uma maior resistência ao fluxo de água, tendendo a conservar mais humidade (Maçãs, 1996). Assim, plantas com este tipo de raízes podem ter vantagens em solos cuja camada de armazenamento de água seja profunda. Esta situação verifica-se com frequência nos solos tipo "Barro" no período do enchimento do grão.

Passioura (1977) propôs também como característica valorizável a diminuição da condutância hidráulica radical, para as culturas que se desenvolvem predominantemente sobre a água armazenada no solo. Restringe-se, desta forma, o uso da água ficando mais disponível para o enchimento do grão, minimizando a diminuição do IC. Esta diminuição

da condutância hidráulica radical pode produzir-se, por diminuição do diâmetro dos vasos xilémicos principais nas raízes seminais (Richards & Passioura, 1981a).

O melhoramento das características do sistema radical é muito difícil devido às interações ambientais e ao controlo genético (O'Toole & Bland (1988), de modo que a condução de programas de selecção só pode ser realizada usando técnicas indirectas, pouco práticas na selecção de rotina (Maçãs, 1996).

## VI - CONCLUSÕES FINAIS

A prática da técnica de sementeira directa (SD), além de proporcionar a redução dos custos variáveis de produção, não exerce efeitos prejudiciais sobre as propriedades do solo pela redução da mobilização do mesmo. Para várias características físicas, químicas e biológicas do solo os efeitos são benéficos, traduzindo-se numa conservação do solo ou mesmo, numa melhoria da sua capacidade produtiva.

O efeito da SD na produtividade da cultura dependerá do ambiente considerado mas, em geral, não conduz a reduções.

Nos genótipos de trigo mole utilizados não se observaram efeitos, estatisticamente significativos, do sistema de mobilização e da interacção mobilização×genótipo para a generalidade das características observadas, com particular destaque para a produção de grão e componentes da produção. Este resultado, pode ser uma forte indicação de que os genótipos de trigo mole com maior capacidade produtiva nos sistemas de MT, também a revelem no sistema de SD. Deste modo, parece não ser necessário desenvolver uma linha específica de melhoramento desta espécie para estes sistemas. Todavia, importa salientar que, por mais gerais que se pretendam as conclusões de um trabalho deste tipo, não pode deixar-se de ter em conta as condições particulares em que a experimentação foi realizada. De facto, as características peculiares dos solos tipo “Barros” (Barros Pretos não calcários de dioritos ou gabros - família Bp), aliadas às condições climáticas do ano do ensaio, não permitem extrapolar os resultados para outras situações ambientais. Por isso, torna-se necessário efectuar a avaliação multilocal e plurianual, em especial nouro tipo de solos onde, devido às suas características, poderá ser mais contrastante o efeito dos sistemas de mobilização do solo.

Os resultados obtidos no sistema de SD foram, de uma maneira geral, mais elevados que no sistema de MT o que parece ser reflexo de um efeito favorável das técnicas de SD no ambiente considerado.



Os genótipos que exibiram melhor comportamento produtivo foram, além da cevada 'Alexis' que exibiu o valor mais elevado, 'Goelent' e 'Centauro'. Este comportamento esteve directamente relacionado com características que promovem plasticidade na adaptação dos genótipos nos ambientes mediterrânicos e adaptação a sistemas de SD, tais como:

- crescimento inicial vigoroso e elevada produção de biomassa no período vegetativo;
- elevada capacidade de afilhamento;
- crescimento radical vigoroso;
- maior duração do período vegetativo, pela utilização de trigos facultativos;
- elevada produção de biomassa à ântese;
- elevado número de grãos  $m^{-2}$ , a partir de elevado número de espigas  $m^{-2}$ ;

Nos ambientes mediterrânicos as variações do rendimento encontram-se determinadas, na sua maior parte, pelo período pré-ântese, através de modificações no número de espigas  $m^{-2}$  e da biomassa à ântese e, em menor grau, pela duração da área fotossintética ou da eficiência assimiladora durante o período de enchimento do grão.

Para as características em que a interacção sistema de mobilização×genótipo se revelou estatisticamente significativa, podemos distinguir o comportamento particular de 'Ideótipo 18' no sistema de SD. Este genótipo parece, comparativamente com todos os outros, revelar algum potencial para estes sistemas já que obteve área foliar e, conseqüentemente IAF, mais favorável em SD num estágio precoce de desenvolvimento. Como a literatura consultada é quase unânime em referir um menor crescimento precoce no sistema de SD, a grande diferença registada por 'Ideótipo 18' a favor da SD e a correlação significativa e positiva com a produção de grão, revela-nos algum potencial que, obviamente, carece de confirmação.

De acordo com o desenvolvimento da parte aérea da planta esteve o desenvolvimento do sistema radical, que apenas se analisou em quatro genótipos e nos Blocos I e II. A interacção sistema de mobilização×genótipo para o peso seco radical (g) esteve de acordo com a produção de biomassa à ântese (kg MS), ou seja, os genótipos com maior diferença de produção de biomassa a favor de SD ('Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18'), obtiveram maior peso radical no sistema de SD.

A interacção sistema de mobilização×genótipo×profundidade para o comprimento (m) e densidade radical (cm de raiz cm<sup>-3</sup> de solo) separou três categorias de genótipos. ‘Ideótipo 18’ com melhor comportamento em SD, ‘Tâmega’ com vantagem na MT e ‘Goelent’ e ‘Ideótipo 13’ praticamente indiferentes ao sistema de mobilização. Para cada sistema de mobilização e genótipo, registou-se sempre vantagem dos valores obtidos na camada mais superficial (0 a 10 cm). Considerando que a selecção destes genótipos se efectuou pela produção de biomassa à ântese, tendo ‘Ideótipo 18’ obtido maior produção em SD e ‘Tâmega’ em MT e que, a correlação entre o comprimento radical e a produção de grão se revelou estatisticamente significativa e positiva, parece-nos ter existido uma melhor adaptação, nas condições em que decorreu o ensaio, do genótipo ‘Tâmega’ ao sistema de MT e do ‘Ideótipo 18’ ao sistema de SD.

Esta ideia carece de mais anos de investigação e experimentação, bem como o alargamento a outros tipos de solos com características estruturais que exerçam maior dificuldade ao desenvolvimento da cultura do trigo sem mobilização do solo.

A variação obtida nos valores relativos às características radicais estudadas, comprovada pelos elevados coeficientes de variação, reforça a necessidade de se partir de um grande número de dados, abrangendo diversas situações. Além disso importa ter presente que, o enraizamento das culturas difere de ano para ano e com uma variação estacional mais ou menos acentuada determinada, principalmente, pela interacção teor de água×arejamento do perfil do solo. Por isso, os estudos relativos ao sistema radical são muito próprios das condições em que decorreu o ensaio, bem como da época da colheita das amostras.

## VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C. (1992). *Estudos herbológicos no trigo em Trás-os-Montes numa óptica de Protecção Integrada*. Dissertação do Curso de Mestrado em Protecção Integrada, UTL, ISA, Lisboa.
- ALLEN, H. (1981). *Direct drilling and reduced cultivations*. Farming Press Limited, Suffolk. (cit.: SILVA, 1989).
- ALMEIDA, F. & RODRIGUES, B. (1985). *Guia de herbicidas: recomendações para o uso adequado em plantio directo e convencional*. Londrina, IAPAR. (cit.: BOTETA, 1996)
- AMORES-VERGARA, E & CARTWRIGTH, P. (1984). Effects of short periods of expose to high temperature on the phenology and shoot apex development of wheat cv Sonora 64. *Aust. J. Agric. Res.*, **35**: 139-148. (cit.: CARVALHO, 1987).
- ANDERSON, D. & RUSSELL, G. (1964). Effects of various quantities of straw mulch on the growth and yield of spring and winter wheat. *Can. J. Soil Sci.*, **44**: 109-117. (cit.: HALL & CHOLICK, 1989).
- ANDERSON, W. (1992). Increasing grain yield and water use of wheat in rainfed mediterranean type environment. *Aust. J. Agric. Res.*, **43**: 1-17.
- ANNICCHIARICO, P. & PECETTI, L. (1993) - Contribution of some agronomic traits to durum wheat performance in a dry Mediterranean region of Northern Syria. *Agronomie*, **13**: 25-34.
- ANÓNIMO, (1995). La prédominance des questions internationales. *Perspectives Agricoles*, **205**: 12-23.
- ARNAL, P. (1991). Preparacion y siembra de cultivos - Siembra directa. *Navarra Agraria*, **45**: 25-31.
- ASANA, R. & WILLIAMS, R. (1965). The effect of temperature stress on grain development in wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, **16**: 1-13. (cit.: CARVALHO, 1987).
- AUSTIN, R., BINGHAM, J., BLACKWELL, R., EVANS, L., FORD, M., MORGAN, C. & TAYLOR, M. (1980). Genetic improvements in winter wheat yields since 1990 and associated physiological changes. *J. Agric. Sci., (Camb.)* **94**: 675-689. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- AUSTIN, R., FORD, M. & MORGAN, C. (1989). Genetic improvements in the yield of winter wheat: a further evaluation. *J. Agric. Sci., (Camb.)* **112**: 295-301.
- AZEVEDO, A. & FERNANDES, M. (1972). Evolução do teor de M-O. de barros castanho-avermelhados sujeitos a um sistema de mobilização mínima. I-Carbono orgânico. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*, vol. **XXXIII**: 181-213.
- BAGULHO, F. (1992). Repensar o futuro da investigação na ENMP: Perspectivas da actuação futura da investigação na ENMP. *Revista de Ciências Agrárias*, **XV** (4): 135-138.
- BAGULHO, F. (1995). O melhoramento de plantas e o crescimento da população. *Gazeta das Aldeias*, **3026/27**: 4-5.
- BAKER, R., TIPPLES, K. & CAMPBELL, A. (1971) - Heritabilities of and correlations among quality traits in wheat. *Can. J. Plant Sci.*, **51** (6): 441-448.
- BALABANIAN, O. (1980). *Les exploitations et les problemes de l'agriculture en Estremadure et dans le Haut-Alentejo. Contribution a l'etude de campagnes mediterraneennes*. Diss., Clermont-Ferrand, França. (cit.: BASCH, 1991).
- BALL, B. (1994). Experience with minimum and zero tillage in Scotland. In: *Experience with the applicability of no-tillage crop production in the west-european countries, Proceedings of the EC-Workshop-I*, Giessen, 27-28 June, 1994: 15-24.

- BALL, B. (1995). Soil responses to tillage and their environmental implications in Scotland. In: *Experience with the applicability of no-tillage crop production in the west-european countries, Proceedings of the EC-Workshop-II*, Silsoe, 15-17 May, 1995: 7-16.
- BARRADAS, M. (1965). Problemas e tendências do melhoramento de trigo em Portugal. *Melhoramento*, **18**: 5-48.
- BARRADAS, M. (1978). *Contribuição do melhoramento de plantas para o aumento da produção de cereais*. Colóquios - Produção de Cereais, XV Feira Nacional da Agricultura, Santarém.
- BARRADAS, M. (1987). *Programa de melhoramento de cevada para malte*. Programa de investigação para efeitos de concurso a Investigador Coordenador do INIA, ENMP, Elvas.
- BASCH, G. (1991). *Alternativas para o sistema tradicional de exploração da terra, no Alentejo, tendo em consideração especial a mobilização do solo*. Dissertação apresentada à Universidade de Évora para obtenção de equivalência de Grau de Doutor em Ciências Agrárias, Universidade de Évora, Évora.
- BASCH, G., CARVALHO, M. & AZEVEDO, A. (1990). Effect of soil tillage on surface runoff and erosion on mediterranean soils. *Proceedings of the seminar on Interaction Between Agricultural Systems and soil Conservation in Mediterranean Belt*. Oeiras, Portugal. (cit.: CARVALHO & BASCH, 1995).
- BASSO, F. (1990). Le lavorazioni al Sud ed i relativi problemi. *Macchine & Motori Agricoli - IMA*, **6**: 43-49. (cit.: SARTORI & PERUZZI, 1994).
- BASSO, F., POSTIGLIONE, L. & CARONE, F. (1986). Lavorazione del terreno in ambiente collinare dell'Italia meridionale. Un triennio di prove sull'erosione del suolo e sulla produzione del frumento. *Rivista di Agronomia*, **2-3**: 218-225.
- BATISTA, M., VALENTE, R., BRILHANTE, S. & CALADO, L. (1985). *Curso de moagem Buhler*. Colectânea das palestras, EPAC, Lisboa.
- BEGG, J. & TURNER, N. (1976). Crop water deficits. *Adv. Agron.*, **28**: 161-217.
- BELFORD, R. (1981). Response of winter wheat to prolonged waterlogging under outdoor conditions. *J. Agric. Sci.*, **97**: 557-568.
- BELLIDO, L. (1991). *Cultivos herbáceos vol. I - Cereales*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- BELMONTE, J. (1992). La siembra directa y la fauna. *Boletín Monsanto Conservar el suelo*, **17**. (cit.: ROQUE, 1993).
- BENZIAN, B. & LANE, P. (1986). Protein concentration of grain in relation to some weather and soil factors during 17 years of english experiments. *J. Sci. Food Agric.*, **37**: 435-444.
- BHULLAR, S. & JENNER, C. (1983). Response to brief periods of elevated temperature in ears and grains of wheat. *Aust. J. Plant Physiol.*, **10**: 549-560. (cit.: CARVALHO, 1987).
- BLACKLOW, W. & INCOLL, L. (1981). Nitrogen stress of winter wheat changed the determinants of yield and the distribution of nitrogen and total dry matter during grain filling. *Aust. J. Plant Physiol.*, **8**: 191-200. (cit.: CARVALHO, 1987).
- BLUM, A. (1989). Osmotic adjustment and growth of barley genotypes under drought stress. *Crop Sci.*, **29**: 230-233.
- BLUM, A., MAYER, J. & GOZLAN, G. (1983). Associations between plant production and some physiological components of drought resistance in wheat. *Plant Cell Environ.*, **6**: 219-225.
- BLUM, A. & PNUEL, Y. (1990). Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivars in a mediterranean environment. *Aust. J. Agric. Res.*, **41**: 799-810.
- BLUM, A., SHPILER, L., GOZLAN, G., MAYER, J. & SINMENA, B. (1991). Mass selection of wheat for grain filling without transient photosynthesis. *Euphytica*, **54**: 111-116.
- BÖHN, W. (1979). Methods of studying root systems. *Ecological Studies*, **33**, New York, Springer-Verlag. (cit.: OLIVEIRA, 1988).
- BONARI, E., MAZZONCINI, M. & PERUZZI, A. (1992). Tempi di intervento e consumi di gasolio. *Macchine & Motori Agricoli - IMA*, **6**: 48-53. (cit.: SARTORI & PERUZZI, 1994).

- BOND, J., POWER, J. & WILLIS, W. (1971). Tillage and crop residue management during seedbed preparation for continuous spring wheat. *Agron. J.*, **63**: 789-793. (cit.: HALL & CHOLICK, 1989).
- BOONE, F. & KUIPERS, H. (1970). Remarks on soil structure in relation to zero-tillage. *Neth. J. Agric. Sci.*, **18**: 262-269. (cit.: BASCH, 1991).
- BORIN, M. & SARTORI, L. (1995). Barley, soybean and maize production using ridge tillage, no-tillage and conventional tillage in north-east Italy. *J. Agric. Eng. Res.*, **62** (4): 229-236.
- BOTETA, L. (1996). *Contribuição para o estudo do efeito das técnicas de mobilização do solo na distribuição da matéria orgânica, do fósforo e do potássio e no pH*. Trabalho final do Curso de Produção Agrícola, IPB, ESA, Beja.
- BRABANT, P., MANES, Y., TROTTET, M. & PICARD, E. (1989) - Corrélations génétiques, héritabilités et possibilités de sélection multilocale précoce sur le rendement chez le blé tendre d'hiver (*Triticum aestivum* L.). *Agronomie*, **9**: 49-54.
- Brites, C. (1992). *Caracterização química-tecnológica das variedades nacionais de trigo mole*. Dissertação do Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. UTL, ISA, Lisboa.
- Brites, C., MAÇÃS, B., COUTINHO, J. & BAGULHO, F. (1994). Estabilidade na expressão das características genéticas que determinam a qualidade tecnológica em 4 cultivares de trigo mole. *Melhoramento*, **33** (2): 431-440.
- BROWN, D. & SCOTT, H. (1984). Dependence of crop growth and yield on root development and activity. In: *Roots Nutrient and Water Influx, and Plant Growth*, Madison, ASA, Special Publication, **49**: 101-136. (cit.: OLIVEIRA, 1988).
- BRUCKNER, P. & FROHBERG, R. (1987). Rate and duration of grain fill in spring wheat. *Crop Sci.*, **27**: 451-455.
- BURCH, G., MASON, I., FISCHER, R. & MOORE, I. (1986). Tillage effects on soils: physical hydraulic responses to direct drilling at Lockhart, NSW. *Aust. J. Soil Res.*, **24**: 377-391.
- CALIANDRO, A., RIZZO, V., MOSCA, G., STEFANELLI, G., MANZINI, S., BONARI, E., MAZZONCINI, M., BONCIARELLI, F., ARCHETTI, R., DE GIORGIO, D., BASSO, F., POSTIGLIONE, L., RUBINO, P., LO CASCIO, B. & VENEZIA, G. (1992). Risultati sperimentali ottenuti su cereali a paglia con diversi tecniche di lavorazione al terreno. *Rivista di Agronomia*, **3**: 215-222.
- CANNELL, R. & FINNEY, J. (1973). Effects of direct drilling and reduced cultivation on soil conditions for root growth. *Outlook Agric.*, **7**: 184-189.
- CANNELL, R. & JACKSON, M. (1981). Alleviating aeration stresses. In: *Modifying the Root Environment to Reduce Crop Stress*, St. Joseph, Am. Soc. Agric. Eng.: 141-192. (cit.: OLIVEIRA, 1988).
- CARDOSO, J. (1965). *Os Solos de Portugal sua classificação, caracterização e génese: 1-A Sul do Rio Tejo*. Secretaria de Estado da Agricultura, Lisboa.
- CARTER, M. (1991). Evaluation of shallow tillage for spring cereals on a fine sandy loam. II soil physical, chemical and biological properties. *Soil Tillage Res.*, **21**: 37-52.
- CARTER, M. & STEED, G. (1992). The effects of direct drilling and stubble retention on hydraulic properties of the surface of duplex soils in North East Victoria. *Aust. J. Soil Res.*, **30**: 505-516. (cit.: CARVALHO & BASCH, 1995).
- CARVALHO, M. (1988). *A estatística aplicada à experimentação agrícola*. Edições Afrontamento, Porto.
- CARVALHO, M. (1987). *Factores limitantes e técnicas culturais da produção de trigo no Alentejo. Efeito 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 apresentada à Universidade de Évora para obtenção do Grau de Doutor em Ciência Agrárias, Évora.
- CARVALHO, M. (1993). A utilização racional da mobilização. *Vida Rural*, **1584**: 10-15.
- CARVALHO, M. (1994). A contribuição conjunta do melhoramento e da fitotecnia na produção de trigo em Portugal face à Política Agrícola Comum. *Melhoramento*, **33** (2): 577-608.

- CARVALHO, M., AZEVEDO, A. & ALBUQUERQUE, J. (1991a). Notas sobre a terminologia a usar em sistemas de mobilização do solo. *Revista de Ciências Agrárias*, **XIV** (4): 3-8.
- CARVALHO, M., AZEVEDO, A. & BASCH, G. (1991b). Definição de algumas características orientadoras na selecção de variedades de Trigo (*T. aestivum*) para elevadas produções no Alentejo. I-Componentes da produção. *Melhoramento*, **31**: 90-101.
- CARVALHO, M. & BASCH, G. (1994). Experiences with direct drilling in Portugal. In: *Experience with the applicability of no-tillage crop production in the west-european countries, Proceedings of the EC-Workshop-I*, Giessen, 27-28 June, 1994: 105-110.
- CARVALHO, M. & BASCH, G. (1995). Long term effects of two different soil tillage treatments on a vertisol in Alentejo region of Portugal. In: *Experience with the applicability of no-tillage crop production in the west-european countries, Proceedings of the EC-Workshop-II*, Silsoe, 15-17 May, 1995: 17-23.
- CARVALHO, M., BASCH, G., AZEVEDO, A., ALPENDRE, P., CAROLINO, F. & FIGO, M. (1987). Efeito do sistema de mobilização e nível de herbicida na produção de trigo e no restabelecimento da pastagem após o cereal num solo Pardo Mediterrânico de Granitos (Pmg). I-Produção de Trigo. *Revista da Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens*, **8** (1): 67-76.
- CCE, (1991). *Evolução e futuro da PAC*. Documento de reflexão da Comissão COM (91) 100 final, Bruxelas. (cit.: POETA, 1992).
- CECCARELLI, S., AZEVEDO, E. & GRANDO, S. (1991). Breeding for yield stability in unpredictable environments: single traits, interaction between traits, and architecture of genotypes. *Euphytica*, **56**: 169-185.
- CHAN, K. & HEENAN, D. (1996). Effect of tillage and stubble management on soil water storage, crop growth and yield in a wheat-lupin rotation in southern NSW. *Aust. J. Agric. Res.*, **47**: 479-788.
- CHAN, K. & MEAD, J. (1988). Surface physical properties of a hardsetting sandy loam under different tillage practices. *Aust. J. Soil Res.*, **26**: 549-559.
- CHAN, K. & MEAD, J. (1992). Tillage-Induced differences in the growth and distribution of wheat-roots. *Aust. J. Agric. Res.*, **43** (1): 19-28.
- CHAN, K., MEAD, J. & ROBERTS, W. (1987). Poor early growth of wheat under direct drilling. *Aust. J. Agric. Res.*, **38**: 791-800.
- CHAN, K., MEAD, J., ROBERTS, W. & WONG, P. (1989). Effect of soil compaction and fumigation on the poor early growth of wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, **42**: 221-228.
- CHANNEY, K., HODGSON, D. & BRANS, M. (1985). The effects of direct drilling, shallow cultivation and ploughing on some soil physical properties in a long-term experiment on spring barley. *J. Agric. Sci.*, **104**: 125-133.
- CHEVALIER, P. & CIHA, A. (1986). Influence of tillage on phenology and carbohydrate metabolism of spring wheat. *Agron. J.*, **78**: 296-300.
- CHOUDHARY, M. & BAKER, C. (1980). Physical effects of direct drilling equipment on undisturbed soils. I - Wheat seedling emergence under controlled climates. *N. Z. J. Agric. Res.*, **23**: 489-496. (cit.: CARVALHO, 1994).
- CIHA, A. (1982). Yield and yield components of four spring wheat cultivars grown under three tillage systems. *Agron. J.*, **74**: 317-320. (cit.: CARVALHO, 1994).
- COLLAKU, A. (1994) - Selection for yield and its components in a Winter wheat population under different environmental conditions in Albania. *Plant Breeding*, **112**: 40-46.
- COMIA, R., STENBERG, M., NELSON, P., RYDBERG, T. & HAKANSSON, I. (1994). Soil and crop responses to different tillage systems. *Soil Tillage Res.*, **29**: 335-355.
- COOPER, P., KEATINGE, J. & HUGHES, H. (1983). Crop evapotranspiration - a technique for calculation of its components by field measurements. *Field Crops Res.*, **7**: 299-312.
- CORNISH, E. (1950). The influence of rainfall on the yield of wheat in South Australia. *Aust. J. Sci. Res.*, **33**: 178-218. (cit.: MAÇAS, 1996).

- COSTAMAGNA, O., STIVERS, R., GALLOWAY, H. & BARBER, S. (1982). Three tillage systems affect selected properties of a tilled, naturally poorly-drained soil. *Agron. J.*, **74**: 442-444.
- COUTINHO, J. (1991). *Estudo preliminar de 11 cultivares de trigo mole (T. aestivum L. Thell) representativas de várias fases de melhoramento em Portugal*. Dissertação do Curso de Mestrado em Produção Vegetal, UTL, ISA, Lisboa.
- DAIE, J. (1985). Carbohydrate partitioning and metabolism in crops. *Hort. Rev.*, **7**: 69-108. (cit.: MAÇÃS, 1990).
- DALAL, R. (1989). Long-term effects of no-tillage, crop residue, and nitrogen application on properties of a vertisol. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **53**: 1511-1515.
- DARROCH, B. & BAKER, R. (1990). Grain filling in three spring wheat genotypes: Statistical Analysis. *Crop Sci.*, **30**: 525-529.
- DAVIDSON, J., CHRISTIAN, K., JONES, D. & BRENNER, P. (1985). Responses of wheat to vernalisation and photoperiod. *Aust. J. Agric. Res.*, **36**: 347-359.
- DELÉCOLLE, R., HAY, R., GUÉRIF, M., PLUCHARD, P. & VARLET-GRANCHER, C. (1989). A method for describing the process of apical development in wheat based on the time course of organogenesis. *Field Crops Res.*, **21**: 147-160.
- DELGADO, L. (1986). Utilization de maquinaria en los sistemas de laboreo de conservacion. In: *Conservar el suelo. I simposium sobre minimo laboreo en cultivos herbaceos*, Madrid 1-2 Outubro 1986: 35-52. (cit.: SILVA, 1989).
- DEWEY, W. & ALBRECHTSEN, R. (1985). Tillering relationships between spacia and densely sown population of spring and winter wheat. *Crop Sci.*, **25**: 245-249. (cit.: CARVALHO, 1987).
- DIRECÇÃO REGIONAL DO ALENTEJO (1984). *A região do Alentejo - Contributo para a sua caracterização*. Ex. divisão do Ordenamento, Évora. (cit.: BASCH, 1991).
- DONALD, C. & HAMBLIN, J. (1976). The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.*, **28**: 361-405. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- DORAN, J. (1980). Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **44**: 765-771.
- DOUBLE, B., BUCKERFIELD, J. & KIRKEGAARD, J. (1994). Short-term effects of tillage and stubble management on earthworm populations in cropping systems in southern New South Wales. *Aust. J. Agric. Res.*, **45** (7): 1587-1600.
- DOUGLAS, J. & GOSS, M. (1982). Stability and organic matter content of surface soil aggregates under different methods of cultivation. *Soil Tillage Res.*, **2**: 155-175.
- DREW, M. & SAKER, L. (1975). Nutrient supply and the growth of the seminal root system in barley. *J. Exp. Bot.*, **24**: 79-90. (cit.: BASCH, 1991).
- DREW, M. & SAKER, L. (1980). Direct drilling and ploughing: their effects on the distribution of extractable phosphorus and potassium, and of roots, in the upper horizons of two clay soils under winter wheat and spring barley. *J. Agric. Sci.*, **94**: 411-423. (cit.: BASCH, 1991).
- EDWARDS, C. (1975). Effects of direct drilling on the soil fauna. *Outlook Agric.*, **9**: 243-244.
- EDWARDS, C. & LOFTY, J. (1977). The influence of invertebrates on root growth of crops with minimal or zero cultivation; soil organisms as components of Ecosystems. *Ecol. Bull. (Stockholm)*, **25**: 348-356.
- EHLERS, W. (1975). Observations on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled loess soil. *Soil Sci.*, **119**: 242-249.
- EHLERS, W., KOPKE, U., HESSE, F. & BOHM, W. (1983). Penetration resistance and root growth of oats in tilled and untilled soil. *Soil Tillage Res.*, **3**: 261-275.
- ELLINGTON, A. & REEVES, T. (1990). Regulation of soil nitrogen release for wheat by direct drilling following clover pasture. *Soil Tillage Res.*, **17**: 125-142.
- ELLIS, F. & BARNES, B. (1980). Growth and development of root systems of Winter cereals grown after different tillage methods including direct drilling. *Plant Soil*, **55**: 283-295.

- ELLIS, F. & HOWSE, R. (1980). Effects of cultivation on the distribution of nutrients in the soil and the uptake of nitrogen and phosphorus by Spring barley and Winter wheat on three soil types. *Soil Tillage Res.*, **1**: 35-46.
- ELLIS, F., BARBER, D. & GRAHAM, J. (1975). Seedling development in the presence of decaying straw residues. *Agric. Res. Counc. Letcombe Lab. A. Rep.*: 39-40. (cit.: PENACHO, 1996).
- ELLIS, F., GRAHAM, G. & CHRISTIAN, G. (1983). Interacting effects of tillage method, nitrogen fertilizer and secondary drainage on winter wheat production on a calcareous clay soil. *J. Sci. Food Agr.*, **34**: 1068-1076. (cit.: BASCH, 1991).
- ELMORE, R. (1987). Soybean cultivar response to tillage systems. *Agron. J.*, **79**: 114-119.
- ESAU, K. (1974). *Anatomia das plantas com sementes*. Edgard Blücher. São Paulo.
- EVANS, L. (1975). The physiological basis of crop yield. In: EVANS, L. (Ed.) *Crop Physiol.*, Cambridge University Press, Cambridge. (cit.: CARVALHO, 1987).
- EVANS, L. (1978). The influence of irradiance before and after anthesis on grain yield and its components in microcrops of wheat grown in a constant daylength and temperature regime. *Field Crops Res.*, **1**: 5-19. (cit.: CARVALHO, 1987).
- EVANS, L. (1987). Opportunities for increasing the yield potential of wheat. In: CIMMYT (Ed.) *The future development of Maize and Wheat in the third world*. CIMMYT, México, D.F.: 79-93. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- EVANS, L., BINGHAM, J., JACKSON, P. & SUTHERLAND, J. (1972). Effect of awns and drought on the supply of photosynthate and its distribution within wheat ears. *Ann. Appl. Biol.*, **70**: 67-76. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- FALCONER, D. (1981). *Introduction to quantitative genetics*. Longman, Harlow, Essex, UK.
- FEIO, M. & HENRIQUES, V. (1986). *As secas de 1980-81 e de 1982-83 e as principais secas anteriores*. Memórias do Centro de Estudos Geográficos Nº 10, Universidade de Lisboa, INIC.
- FERNÁNDEZ, & QUINTANILLA, C. (1988). Laboreo de conservación en cultivos herbáceos. *Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, **2188**, Madrid.
- FEYERHERM, A., PAULSEN, G. & SEBAUGH, J. (1984). Contribution of genetic improvement to recent wheat yield increases in the USA. *Agron. J.*, **76**: 985-990. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- FIGUEIREDO, F. (1919). *Observação e estudos efectuados no laboratório de física agrícola e no campo experimental meteorológico do Instituto Superior de Agronomia (1914 a 1918)*. Tipografia Castro Irmão, Lisboa. (cit.: BASCH, 1991).
- FINLAY, K. & WILKINSON, G. (1963). The analyses of adaptation in a plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.*, **14**: 742-758. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- FINNEY, J. & KNIGHT, B. (1973). The effect of soil physical conditions produced by various cultivation systems on the root development of winter wheat. *J. Agric. Sci.*, **80**: 435-442. (cit.: BASCH, 1991).
- FISCHER, R. (1979). Growth and water limitation to dryland wheat yield in Australia: a physiological framework. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, **45**: 83-94.
- FISCHER, R. (1981). Optimising the use of water and nitrogen through breeding of crops. *Plant Soil*, **58**: 249-278.
- FISCHER, R. (1987). Responses of soil and crop water relations to tillage. In: CORNISH, P. & PRATLEY, L. (Eds.) *Tillage - New Directions in Australian Agriculture*: 194-221. (cit.: CHAN & HEENAN, 1996).
- FISCHER, R. & MAURER, O. (1976). Crop temperature modification and yield potential in a dwarf spring wheat. *Crop Sci.*, **16**: 855-859. (cit.: CARVALHO, 1987).
- FISCHER, R. & STOCKMAN, Y. (1980). Kernel number per spike in wheat (*Triticum aestivum* L.): response to preanthesis shading. *Aust. J. Plant Physiol.*, **7**: 169-180. (cit.: CARVALHO, 1987).
- FISCHER, R. & STOCKMAN, Y. (1982). Kernel number in wheat: effect of light. *Proceeding of the 2º Australian Agronomy Conference*, Aust. Society of Agronomy. (cit.: CARVALHO, 1987).



- FITTER, A. (1976). Effects of nutrient supply and competition from others species on root growth of *Lolium perenne* in soil. *Plant Soil*, **45**: 177-189. (cit.: OLIVEIRA, 1988).
- FLEIGE, H. & BAEUMER, K. (1974). Effect of zero-tillage on organic carbon and total nitrogen content, and their distribution in different N-fraction in loessial soils. *Agro-Ecosystems*, **1**: 19-29.
- FLOOD, R. & HALLORAN, G. (1986). Genetics and physiology of vernalisation response in wheat. *Adv. Agron.*, **39**: 87-125.
- FRANK, A. & BAUER, A. (1982). Effect of temperature and fertilizer N on apex development in spring wheat. *Agron. J.*, **74**: 504-509. (cit.: CARVALHO, 1987).
- FRAZÃO, (1943). As chuvas de Inverno e o rendimento cultural do trigo. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*, **XIV**: 189-200. (cit.: BASCH, 1991).
- FRENCH, R. & SCHULTZ, J. (1984). Water use efficiency of wheat in a Mediterranean-type environment. I. the relation between yield, water use and climate. *Aust. J. Agric. Res.*, **35**: 743-764.
- FRIEBE, B. & HENKE, W. (1991). Bodentiere und deren Strohabbauleistungen bei reduzierter Bodenbearbeitung. *Z. Kulturtech. Landesentwicklung*, **32**: 121-126. (cit.: CARVALHO & BASCH, 1995).
- FRIEND, D. (1965). Ear length and spikelet number of wheat grown at different temperatures and light intensities. *Can. J. Botany*, **43**: 345-353. (cit.: CARVALHO, 1987).
- GALES, K. (1983). Yield variation of wheat and barley in Britain in relation to crop growth and soil conditions - a review. *J. Sci. Food Agric.*, **34**: 1085-1104. (cit.: CARVALHO, 1987).
- GALLAGHER, J., BISCOE, P. & SCOTT, R. (1975). Barley and its environment. V. Stability of grain weight. *J. Appl. Ecology*, **12**: 319-336.
- GALVÃO, J. (1943a). Alqueives nus ou cultivados? Sua função e necessidade no Baixo Alentejo. *Folhas de Divulgação nº 35 da Brigada Técnica da XIV Região, Série VI*, **14**.
- GALVÃO, J. (1943b). A matéria orgânica nas regiões cáldo-áridas e a defeza da fertilidade da terra. *Folhas de Divulgação nº 36 da Brigada Técnica da XIV Região, Série I*, **15**.
- GALVÃO, J. (1956). Alqueives racionais. *Folhas de Divulgação nº 5, 2ª edição da Brigada Técnica da XIV Região da Direcção Geral dos Serviços Agrícolas, Série I*, **3**.
- GARCIA DEL MORAL, L. & RAMOS, J. (1989). Fisiologia de la produccion de grano. In: MOLINACANO, J. *La cebada: morfologia, fisiologia, genética, agronomia y usos industriales*, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentacion, Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- GEBEYEHOW, G., KNOTT, D. & BAKER, R. (1982). Rate and duration of grain filling in durum wheat cultivars. *Crop Sci.*, **22**: 337-340.
- GENT, M. & KIYOMOTO, R. (1989). Assimilation and distribution of photosynthate in winter wheat cultivars differing in harvest index. *Crop Sci.*, **29**: 120-125. (cit.: MAÇAS, 1996).
- GERARD, B. & HAY, R. (1979). The effect on earthworms of ploughing, tined cultivation, direct drilling and nitrogen in a barley monoculture system. *J. Agric. Sci. Camb.*, **93**: 147-155.
- GIFFORD, R. (1981). Photosynthesis carbon partitioning and yield. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **32**: 485-509. (cit.: CARVALHO, 1987).
- GIRÁLDEZ, J. & GONZÁLEZ, P. (1994). No-tillage in clay soils under mediterranean climate: physical aspects. In: *Experience with the applicability of no-tillage crop production in the west-european countries, Proceedings of the EC-Workshop-I*, Giessen, 27-28 June, 1994: 111-117.
- GOMES DA SILVA, F. (1992). Repensar o futuro da investigação na ENMP: Reflexos da nova PAC no melhoramento de plantas. *Revista de Ciências Agrárias*, **XV** (4): 135-138.
- GOSS, M. (1986). How roots grow: a study in the field. *Span*, **29** (2): 50-53. (cit.: CARVALHO *et al.*, 1987).
- GOSS, M., HOWSE, K. & HARRIS, W. (1978) - Effects of cultivation on soil water retention and water use by cereals in clay soils. *J. Soil Sci.*, **29**: 475-488.
- GRIFO, L. (1991). Estudo comparativo entre variedades de trigo rijo. *Melhoramento*, **31**: 54-64.

- GUEDES-PINTO, H. (1986). *Novas constituições genômicas em triticale, sua obtenção e estudo*. Dissertação de Doutorado em Engenharia Agronômica. UTL/ISA, Lisboa.
- GUERTAL, E., ECKERT, D., TRAINA, S. & LOGAN, T. (1991). Differential phosphorus retention in soil profiles under no-till crop production. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **55**: 410-413. (cit.: CARVALHO & BASCH, 1995).
- GUPTA, V., ROPER, M., KIRKEGAARD, J. & ANGUS, J. (1994). Changes in microbial biomass and organic matter levels during the first year of modified tillage and stubble management practices on a red earth. *Aust. J. Soil Res.*, **32** (6): 1339-1354.
- HAIRSINE, P., MURPHY, B., PACKER, I. & ROSEWELL, C. (1993). Profile of erosion from a major storm in the South-east cropping zone. *Aust. J. Soil Water Cons.*, **6** (4): 50-55.
- HALL, E. & CHOLICK, F. (1989). Cultivar×tillage interaction of hard red spring wheat cultivars. *Agron. J.*, **81**: 789-792.
- HALSE, N. & WEIRE, R. (1970). Effects of vernalization, photoperiod and temperature on phenological development and spikelet number of Australian wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, **21**: 383-393. (cit.: CARVALHO, 1987).
- HAMBLIN, A. & TENNANT, D. (1987). Root length density and water uptake in cereals and grain legumes: how well are they correlated?. *Aust. J. Agric. Res.*, **38**: 513-527. (cit.: SCHMIDT *et al.*, 1994).
- HAMMES, P. & MARSHALL, R. (1986). Effect of photoperiod and temperature on the development of three cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Res.*, **3**: 121-128. (cit.: CARVALHO, 1987).
- HANSON, H., BORLAUG, N. & ANDERSON, R. (1982). *Wheat in the third World*. West View Press Inc., Boulder, Colorado. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- HARGROVE, W. & HARDCASTLE, W. (1984). Conservation tillage practices for Winter wheat production in the Appalachian Piedmont. *J. Soil Water Cons.*, 324-327.
- HAY, R. & KIRBY, E. (1991). Convergence and synchrony - A review of the coordination of development in wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, **42**: 661-700.
- HAYWARD, G. (1992). *Applied Genetics*. University of Bath. Science 16-19, Thomas Nelson and Sons Ltd., Edinburg, UK.
- HEWSTONE, C. (1985). Análisis relacionados con el hábito de desarrollo alternativo en variedades de trigo de la Est. Exp. Carillanca. *Agricultura Técnica*, (Chile), **45** (2): 129-134. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- HOCHMAN, Z. (1982). Effect of water stress with phasic development on yield of wheat grown in a semi-arid environment. *Field Crops Res.*, **5**: 55-67. (cit.: CARVALHO, 1987).
- HOOGENDOORN, J. (1985). A reciprocal F1 monosomic analysis of genetic control of time of ear emergence, number of spikelets in wheat (*Triticum aestivum*). *Euphytica*, **34**: 545-558. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- HUCK, M. (1981). *Root distribution, growth, and activity with reference to agroforestry*. Alabama, Auburn University. (cit.: OLIVEIRA, 1988).
- HUCL, P. & BAKER, R. (1987). A study of ancestral and modern Canadian spring wheats. *Can. J. Plant Sci.*, **67**: 87-97.
- INE (1993). *Portugal Agrícola*. INE, Lisboa.
- JEDEL, P. (1994). Inheritance of vernalization response in three populations of spring wheat. *Can. J. Plant Sci.*, **74**: 753-757.
- JENNER, C., UGALDE, T. & ASPINALL, D. (1991). The physiology of starch and protein deposition in the endosperm of wheat. *Aust. J. Plant Physiol.*, **18**: 211-226.
- JOHNSON, R. & KANEMAS, E. (1982). The influence of water availability on winter wheat yields. *Can. J. Plant Sci.*, **62**: 831-838.
- KAISER, W. (1987). Non-stomatal, primary dehydration effects on photosynthesis: possible mechanisms for reversible and irreversible damage. *Plant Bioch. Physiol.*, **6**: 119-133. (cit.: MAÇÃS, 1996).

- KEIM, D., WELSH, J. & McCONNELL, R. (1973). Inheritance of photoperiod heading response in winter and spring cultivars of bread wheat. *Can. J. Plant Sci.*, **53**: 247-250. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- KIRBY, E. & APPLEYARD, M. (1987). *Cereal development guide*, 2ª ed. Arable Unit, National Agricultural Centre, Stoneleigh.
- KLEPPER, B. (1992). Development and growth of crop root system. *Adv. Soil Sci.*, **19**: 1-25.
- KMOCH, H. (1961). Die Herstellung von Wurzelprofilen mit Hilfe des UTAH- Erdbohrers und ihre Ausdeutung. 3. Mitteilung: Zur Durchwurzelung verschiedener Bodentypen durch Weizen und Roggen. *Z. Acker-Pflanzenb.*, **113**: 342-360. (cit.: BASCH, 1991).
- KMOCH, H. & HANUS, H. (1967). Die Herstellung von Wurzelprofilen mit Hilfe des UTAH- Erdbohrers und ihre Ausdeutung. 4. Mitteilung: Zur Veränderung der Durchwurzelung unter dem Einfluß von Boden und Witterung. *Z. Acker-Pflanzenb.*, **126**: 1-18. (cit.: BASCH, 1991).
- KOLLMAN, G. & STANIFORTH, D. (1969). Influence of soil compaction on weed seedling emergence. *Weed Sci. Soc. Amer. Proc.*, **147**. (cit.: CARVALHO, 1994).
- KÖPKE, U. (1979). *Ein Vergleich von Feldmethoden zur Bestimmung des Wurzelwachstums landwirtschaftlicher Kulturpflanzen*. Tese de Doutoramento, Göttingen. (cit.: BASCH, 1991).
- KRAMER, P. (1969). *Plant and soil water relationships - A modern synthesis*. New York, McGraw-Hill Book Co. (cit.: OLIVEIRA, 1988).
- LAL, R. & AKINREMI, O. (1983). Physical properties of earthworms casts and surface soil as influenced by management. *Soil Sci.*, **135** (2): 114-123.
- LAL, R. & VAN DOREN, D. (1990). Influence of 25 years of continuous corn production by 3 tillage methods on water infiltration for two soils in Ohio. *Soil Tillage Res.*, **16**: 71-84.
- LAL, R., MAURYA, P. & OSEI-YEBOAH, S. (1977). Effects of no tillage and ploughing on efficiency of water in Maize and cowpea. *Expl. Agric.*, **14**: 113-120.
- LAW, C. (1966). The location of genetic factors affecting a quantitative character in wheat. *Genetics*, **53**: 487-498. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- LEITÃO, Â. (1973). Apuramento de áreas da Carta dos Solos e da Carta de Capacidade de Uso do Solo do Distrito de Beja. *SROA*, **13**, Lisboa.
- LEITSCH, M. & VAIDYANATHAN, L. (1983). N use by winter wheat in cultivated and direct-drilled soils. *J. Agric. Sci.*, **100**: 461-471. (cit.: BASCH, 1991).
- LO CASCIO, B. & LETO, C. (1982). Effetti di diverse modalità di preparazione del terreno sulle condizioni di accrescimento del frumento duro in due tipi pedologici. *Rivista di Agronomia*, **16**: 181-186.
- LO CASCIO, B. & VENEZIA, G. (1986). Environmental quality of clay soil as affected by reduced tillage in a Mediterranean environment. *Rivista di Agronomia*, **20** (2-3): 166-171.
- LOGAN, T. & ADAMS, J. (1981). *The effects of conservation tillage on phosphate transport from agricultural land*. Technical report series. Lake Erie Waste-Water Management Study, Buffalo, N.Y. Corps of Engineers. (cit.: CARVALHO & BASCH, 1995).
- LOSS, S. & SIDDIQUE, K. (1994). Morphological and physiological traits associated with wheat yield increases in mediterranean environments. *Adv. Agron.*, **52**: 229-276.
- LOSS, S., KIRBY, E., SIDDIQUE, K. & PERRY, M. (1989). Grain growth and development of old and modern Australian wheats. *Field Crops Res.*, **21**: 131-146.
- MAÇÃS, B. (1990). *Seleção de cultivares de trigo mole (Triticum aestivum L. em Thell) para sementeiras antecipadas*. Dissertação do Curso de Mestrado em Produção Vegetal, UTL, ISA, Lisboa.
- MAÇÃS, B. (1996). *Definição de critérios de seleção de trigo mole (Triticum aestivum L.) para as condições do ambiente mediterrânico do Sul de Portugal*. Dissertação apresentada no Instituto Nacional de Investigação Agrária para efeitos de concurso para Investigador Auxiliar. INIA, ENMP, Elvas.
- MAÇÃS, B., COUTINHO, J., BAGULHO, F., GONÇALVES, M., GOMES, M. & BRITES, C. (1994). Trigo mole de ciclo alternativo - Melhoramento genético. *Melhoramento*, **33** (1): 119-130.

- MACKEY, J. (1969). Ecological adaptation of the yield structure in cereals. *Melhoramento*, **21**: 343-363.
- MACKEY, J. (1986). Shoot, root and shoot: interrelations in cereals and the ideotype concept. In: SIDDIQUI, K. & FARUQUI, A (Eds.) *New Genetical Approaches to Crop Improvement*. Atomic Energy Agric. Res. Centre, Tandojam, Pakistan: 811-833. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- MACKEY, J. (1994). The history of cereal yield increase. *Melhoramento*, **33** (1): 37-53.
- MAHBOUBI, A., LAL, R. & FAUSEY, N. (1993). Twenty eighth years of tillage effects on two soils in Ohio. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **57**: 506-512. (cit.: CARVALHO & BASCH, 1995).
- MALINDA, D. (1995). Factors in conservation farming that reduce erosion. *Aust. J. Exp. Agric.*, **35** (7): 969-978.
- MARSHALL, O. (1987). Australian plant breeding strategies for rainfed areas. In: SRIVASTAVA, J., PORCEDDU, E., ACEVEDO, E. & VARMA, S. (Eds.) *Drought Tolerance in Winter Cereals*, John Wiley & Sons. Lda., 89-99.
- MARTINS, M. & MARQUES, C. (1996). Avaliação económica de sistemas de mobilização do solo: perspectivas até 2003/04. *2º Congresso Nacional de Economistas Agrícolas*, Évora, 17-19 de Outubro de 1996: 1J1-1J5.
- MASON, B. & FISCHER, R. (1986). Tillage practices and the growth and yield of wheat in southern New South Wales: Lockhart, in a 400 mm rainfall region. *Aust. J. Exp. Agric.*, **26**: 457-468.
- MCDONALD, G., SULTON, B. & ELLISON, F. (1983). The effect of time of sowing on the grain yield of irrigated wheat in the Namoi Valley, New South Wales. *Aust. J. Agric. Res.*, **34**: 229-240. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- MCKAY, J. (1979). Wheat domestication as a shoot/root interrelation process. In: *Proceedings, 5th International Wheat Genetics Symposium*, New Delhi, 875-890. (cit.: MIGLIETTA, et al., 1987).
- MEAD, J. & CHAN, K. (1988). Effect of deep tillage and seedbed preparation on the growth and yield of wheat on a hard-setting soil. *Aust. J. Exp. Agric.*, **28**: 491-498.
- MERRILL, S., BLACK, A. & BAUER, A. (1996). Conservation tillage affects rooth growth of dryland spring wheat under drought. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **60**: 575-583.
- MIGLIETTA, F., VAZZANA, C. & PORCEDDU, E. (1987). Agroecological models and wheat ideotypes for semi-arid lands. In: SRIVASTAVA, J., PORCEDDU, E., ACEVEDO, E. & VARMA, S. (Eds.) *Drought Tolerance in Winter Cereals* John Wiley & Sons. Lda., 15-35.
- MIURA, H. & WORLAND, A. (1994). Genetic control of vernalization, day-length response, and earliness per se by homoeologous group-3 chromosomes in wheat. *Plant Breeding*, **113**: 160-169.
- MOLINA-CANO, J. (1989). *La cebada: morfología, fisiología, genética, agronomía y usos industriales*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- MOLINA-CANO, J., GARCIA DEL MORAL, L., RAMOS, J., GARCIA DEL MORAL, M., JIMENEZ-TEJADA, P., ROMAGOSA, I. & ROCA DE TOGORES, F. (1990). Quantitative phenotypical expression of three mutant genes in barley and the basis for defining an ideotype for Mediterranean environments. *Theor. Appl. Genet.*, **80**: 762-768. (cit.: COUTINHO, 1991).
- MONSANTO (1987). *La aplicacion a bajo volumen con Sting SE. Una innovación técnica*. Monsanto España, S.A., Madrid. (cit.: ROQUE, 1993).
- MOREIRA, I. & VASCONCELOS, M. (1976). *Estados fenológicos das infestantes*. Centro Bot. Aplic. Agric. Univ. Lisboa, Lisboa.
- MOTZO, R., ATTENE, G. & DEIDDA, M. (1993). Genotypic variation in durum wheat root systems at different stages of development in a Mediterranean environment. *Euphytica*, **66** (3): 197-206.
- MUCHOW, R. & SINCLAIR, T. (1986). Water and nitrogen limitations soybean grain production. II-Field and model analyses. *Field Crops Res.*, **15**: 143-156. (cit.: TORRES, 1994).
- NASS, H. & REISER, B. (1975). Grain filling period and grain yield relationship in spring wheat. *Can. J. Plant Sci.*, **55**: 673-678.

- NIX, H. & FITZPATRICK, E. (1969). An index of crop water stress related to wheat and grain sorghum yields. *Agricultural Meteorology*, **6**: 321-337. (cit.: CARVALHO, 1987).
- O'SULLIVAN, M. (1985). Water redistribution and use by barley in two ploughed and direct drilled stagnoleiy soils. *J. Agric. Eng. Res.*, **31**: 171-184.
- OLIVEIRA, A. (1955). *Determinantes meteorológicas da produção unitária de trigo*. Separata da Lavoura Portuguesa, Lisboa. (cit.: BASCH, 1991).
- OLIVEIRA, M. (1988). *Comportamento do sistema radical de algumas espécies forrageiras e pratenses com interesse para a modernização dos sistemas de agricultura no Alentejo*. Dissertação apresentada à Universidade de Évora para obtenção do grau de Doutor em Ciências Agrárias, Évora.
- OLIVEIRA, M. (1991). Comportamento de algumas cultivares de trigo em condições de encharcamento do solo. *Revista de Ciências Agrárias*, **XIV** (4): 53-58.
- OLUGBEMI, L., AUSTIN, R. & BINGHAN, J. (1976). Effects of awns on the photosynthesis and yield of wheat, *Triticum aestivum*. *Ann. Appl. Biol.*, **84**: 241-250. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- ORTIZ-FERRARA, G. (1994). Experiences, difficulties and prospects for stress resistance breeding in wheat in Wana. *Melhoramento*, **33** (1): 105-118.
- PACKER, I., HAMILTON, G. & WHITE, I (1984). Tillage practices to conserve soil and improve soil conditions. *J. Soil Cons. NSW*, **40**: 78-87.
- PALYCHENCO, T. & HARRINGTON, J. (1935). Root development of weeds and crop in competition under dry farming. *Sci. Agric.*, **16**: 151-160. (cit.: CARVALHO, 1994).
- PASSIOURA, J. (1976). Physiology of grain yield in wheat growing on stored water. *Aust. J. Plant Physiol.*, **3**: 559-565.
- PASSIOURA, J. (1977). Grain yield, harvest index and water use of wheat. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, **43**: 117-120.
- PASSIOURA, J. (1983). Roots and drought resistance. *Agric. Water Manag.*, **7**: 265-280.
- PENACHO, J. (1996). *Sistemas de mobilização do solo em culturas alternativas para o Alentejo*. Dissertação do Curso de Mestrado em Produção Vegetal, UTL, ISA, Lisboa.
- PERRY, M. & D'ANTUONO, M. (1989). Yield improvement and associated characteristics of some australian spring wheat cultivars introduced between 1860 and 1982. *Aust. J. Agric. Res.*, **40**: 457-472.
- PERUZZI, A. & SARTORI, L. (1994). Macchine e tecnologie per la semina diretta (seconda parte). *Macchine e Motori Agricoli*, **7**: 33-45. (cit.: SARTORI & PERUZZI, 1994).
- PFEIFFER, W. (1985). *CIMMYT research highlights*. CIMMYT, México (cit.: MAÇÃS, 1991).
- PHILOUNG, P. & SIDDIQUE, K. (1991). Contribution of stem dry matter to grain yield in wheat cultivars. *Aust. J. Plant Physiol.*, **18**: 53-64.
- PHILLIPS, S. & YOUNG, H. (1973). *No-tillage farming*. Reiman Associates, Milwaukee, Wisconsin. (cit.: SILVA, 1989).
- PIDGEON, J. & SOANE, B. (1977). Effects of tillage and direct drilling on soil properties during the growing season in a long-term barley mono-culture system. *J. Agric. Sci. Camb.*, **88**: 431-442.
- POETA, M. (1992). A reforma da PAC: Algumas reflexões críticas. *Revista de Ciências Agrárias*, **XV** (3): 3-14.
- PORCEDDU, E. (1984). *Factors in crop plant adaptation to dry land conditions*. Centro Informazione Stampa Universitaria: 5-29. (cit.: MIGLIETTA, et al., 1987).
- PORTAS, C. (1984). Estudios del sistema radical de cultivos horticolas. In: *XXIV Congresso Brasileiro e I Reunión Latino Americana de Olericultura*, Jabotical: 16-50. (cit.: OLIVEIRA, 1988).
- POWLSON, D. & JENKINSON, D. (1981). A comparison of the organic matter, biomass, adenosine triphosphate and mineralizable nitrogen contents of ploughed and direct-drilled soils. *J. Agric. Sci.*, **97**: 713-721. (cit.: BASCH, 1991).

- PUCKRIDGE, D. (1968). Competition for light and its effect on leaf and spikelet development of wheat plants. *Aust. J. Agric. Res.*, **19**: 191-201. (cit.: CARVALHO, 1987).
- PUGSLEY, A. (1972). Additional genes inhibiting winter habit in wheat. *Euphytica*, **21**: 547-552. (cit.: JEDEL, 1994).
- PUGSLEY, A. (1983). The impact of plant physiology on australian wheat breeding. *Euphytica*, **32**: 743-748. (cit.: MAÇÁS, 1996).
- RABAGO, R. (1982). Tendencias modernas en la preparation del suelo. Rotation de cultivos. *Cienc. Tec. Agric., Pastos e Forrages*, **5** (1): 53-67.
- RAMOS, J., GARCIA DEL MORAL, L. & RECALDE, L. (1982). The influence of pre and post-anthesis periods on yields of winter barley varieties in southern Spain. *J. Agric. Sci. Camb.*, **99**: 521-523.
- RAMOS, J., GARCIA DEL MORAL, L. & RECALDE, L. (1983). Dry matter and leaf area relationships in winter barley. *Agron. J.*, **75**: 308-310.
- RAMOS, J., GARCIA DEL MORAL, L. & RECALDE, L. (1985). Vegetative growth of winter barley in relation to environment conditions and grain yield. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, **104**: 413-419.
- RAWSON, H. & BAGGA, A. (1979). Influence of temperature between floral initiation and flag leaf emergence on grain number in wheat. *Aust. J. Plant Physiol.*, **6**: 391-400. (cit.: CARVALHO, 1987).
- RAWSON, H. & EVANS, L. (1971). The contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat cultivars of different height. *Aust. J. Agric. Res.*, **22**: 851-863. (cit.: CARVALHO, 1987).
- REGAN, K., SIDDIQUE, K., TURNER, N. & WHAN, B. (1992). Potential for increasing early vigour and total biomass in spring wheat. II - Characteristics associated with early vigour. *Aust. J. Agric. Res.*, **43**: 541-553.
- REGATO, J., PATANITA, M., GARCIA, F., NOBRE, R. & GEADAS, M. (1993). *Estudo dos sistemas de agricultura praticados na zona agrária de Beja. Parte I-Zonagem agro-ecológica da zona agrária de Beja*. Inst. Polit. de Beja, Esc. Sup. Agr., Beja.
- REIS, R. & GONÇALVES, M. (1987). Caracterização climática da região Alentejo. *O clima de Portugal*, **XXXIV**, INMG.
- RICHARDS, R. & PASSIOURA, J. (1981a). Seminal root morphology and water use of wheat. I-Environmental effects. *Crop. Sci.*, **21**: 249-252.
- RICHARDS, R. & PASSIOURA, J. (1981b). Seminal root morphology and water use of wheat. II. Genetic variation. *Crop. Sci.*, **21**: 253-255.
- RICHARDS, R. (1987). Physiology and the breeding of winter-grown cereal for dry areas. In: SRIVASTAVA, J., PORCEDDU, E., ACEVEDO, E. & VARMA, S. (Eds.) *Drought Tolerance in Winter Cereals*, John Wiley & Sons. Lda., 133-150.
- RILEY, H. (1983). Reduced cultivation and straw systems with spring cereals on various soil types. II-soil physical conditions. *Res. Norw. Agric.*, **34**: 221-228.
- RITCHIE, J. (1974). Atmospheric and soil water influences on the plant water balance. *Agricultural Meteorology*, **14**: 183-198. (cit.: CARVALHO, 1987).
- ROQUE, M. (1993). Conservação do solo - Mobilização e sementeira directa. *Vida Rural*, **1584**: 16-21.
- ROQUES, F. (1992). Prévoir le redement probable au cours de la montaison: un outil pour maîtriser la qualité au champ. *Perspectives Agricoles*, **170**: 39
- ROVIRA, A. (1990). The impact of soil and crop management practices on soil-borne root diseases and wheat yields. *Soil Use Manage.*, **6**: 195-200.
- RUBINO, P. & FRANCHI, S. (1990). Wheat root systems responses to different tillage techniques. *Agricoltura Mediterranea*, **120** (2): 180-183.
- RUSSELL, R. (1977). *Plant root systems: their function and interaction with the soil*. McGraw-Hill Book Company Limited, Maidenhead, Berkshire.

- RUSSELL, R. (1981). The soil/root system in relation to Brazilian Agriculture. *Proceedings of the Symposium on the soil/root systems, held at Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Londrina, Paraná, Brazil*: 4-11. (cit.: PENACHO, 1996).
- RUSSELL, R., CANNELL, R. & GOSS, M. (1975). Effects of direct drilling on soil conditions and root growth. *Outlook Agric.*, 8: 227-232.
- SAMPAIO, J. (1990). *A cultura do trigo*. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação, DGPA, Lisboa.
- SARTORI, L. & PERUZZI, A. (1994). The evolution of no-tillage in Italy: A review of the scientific literature. In: *Experience with the applicability of no-tillage crop production in the west-european countries, Proceedings of the EC-Workshop-I, Giessen, 27-28 June, 1994*: 119-129.
- SAYED, H. & GADALLAH, A. (1983). Variation in dry matter and grain filling characteristics in wheat cultivars. *Field Crops Res.*, 7: 61-71. (cit.: CARVALHO, 1987).
- SCARTH, R. & LAW, C. (1984). The control of the day length response in wheat by the group 2 chromosomes. *Z. Pflanzenzüchtg.*, 92: 140-150. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- SCHEFFER, F. & SCHACHT-SCHABEL, P. (1979). *Lehrbuch der Bodenkunde*. 10ª Ed., Ferdinand Enke, Stuttgart. (cit.: BASCH, 1991).
- SCHMIDT, C., BELFORD, R. & TENNANT, D. (1994). Effect of different direct drilling and conventional sowing techniques on soil strength root growth and grain yield of wheat on sandplain soils in western Australia. *Aust. J. Agric. Res.*, 45: 547-564.
- SCHONNING, P. & RASMUSSEN, K. (1989). Long-term redution cultivation. I-Soil strenght and stability. *Soil Tillage Res.*, 15: 79-90.
- SCHULTZ, J. (1974). Root development of wheat at the flowering stage under different cultural practices. *Agric. Rec.*, 1: 12-17. (cit.: MIGLIETTA, et al., 1987).
- SEIF, E. & PEDERSON, D. (1978). Effect if rainfall on the grain yield os spring wheat. with an application to the analysis of adaptation. *Aust. J. Agric. Res.*, 29: 1107-1115. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- SHARMA, R. & SMITH, E. (1986). Selection for high and low harvest index in three winter wheat populations. *Crop Sci.*, 26: 1147-1150. (cit.: MAÇÃS, 1990).
- SHEAR, G. (1985). Introduction and history of limited tillage systems. In: *Weed control in limited-tillage systems*, 1-14, Ed. Wiase, A., Weed Science Society of America, Illinois. (cit.: SILVA, 1989).
- SIDDIQUE, K., TENNANT, D., PERRY, M. & BEDFORD, R. (1990). Water-use and water-use efficiency of old and modern wheat cultivars in a mediterranean environment. *Aust. J. Agric. Res.*, 41: 431-447.
- SILVA, P. (1989). *Estudo comparativo de sistemas de mobilização do solo para a cultura do trigo na Tapada da Ajuda*. Dissertação do Curso de Mestrado em Produção Vegetal, UTL/ISA, Lisboa.
- SINGLE, W. (1985). Frost injury and the physiological of the wheat plant. *Aust. J. Agric. Res.*, 51 (2): 128-134.
- SLAFER, G. & ANDRADE, F. (1993). Physiological attributes related to the generation of grain yield in bread wheat cultivars released at different eras. *Field Crops Res.*, 30: 351-367.
- SLAFER, G., CALDERINI, D. & MIRALLES, D. (1996). Yield components and compensation in wheat. In: REYNOLDS, M., RAJARAM, S. & McNAB, A. (Eds.) *Increasing yield potential in wheat: Breaking the Barriers*. CIMMYT, México.
- SLATYER, R. (1969). Physiological significance of internal water relation to crop yield. In: *Physiological aspects of crop yield, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin*. (cit.: CARVALHO, 1987).
- SMIKA, D. & GREB, B. (1973). Protein content of winter wheat grain as related to soil and climatic factors in the semiarid Central Great Plains. *Agron. J.*, 65: 433-436.
- SMIKA, D. & SHAWCROFT, R. (1980). Preliminary study using a wind tunnel to determine the effect of hot wind on a wheat crop. *Field Crops Res.*, 3: 129-135. (cit.: CARVALHO, 1987).
- SNAPE, J., LAW, C. & WORLAND, A. (1976). Chromosome variation for loci controlling ear emergence time on chromosome 5A of wheat. *Heredity*, 37: 335-340. (cit.: MAÇÃS, 1996).

- SOFIELD, I., EVANS, L., COOK, M. & WARDLAW, I. (1977). Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. *Aust. J. Plant Physiol.*, **4**: 785-797. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- SOJKA, R., STOLZY, L. & FISCHER, R. (1981). Seasonal drought response of selected wheat cultivars. *Agric. J.*, **73**: 838-844.
- SROA (1961a). *Carta de Solos de Portugal n° 43C*. Ministério da Economia, Secretaria de Estado da Agricultura, Lisboa.
- SROA (1961b). *Carta de Capacidade de Uso do Solo n° 43C*. Ministério da Economia, Secretaria de Estado da Agricultura, Lisboa.
- STELMAKH, A. (1993). Genetic effects of Vrn genes on heading date and agronomic traits in bread wheat. *Euphytica*, **65**: 63-70. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- STONE, P. & NICOLAS, M. (1995). A survey of the effects of high temperature during grain filling on yield and quality of 75 wheat cultivars. *Aust. J. Agric. Res.*, **46**: 475-492.
- TANAKA, D. (1989). Spring wheat plant parameters as affected by fallow methods in the northern Great Plains. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **53**: 1506-1511.
- TANNER, C. & SINCLAIR, T. (1983). Efficient water use in crop production: research or re-search?. In: TAYLOR, H., JORDAN, W. & SINCLAIR, T. (Eds.) *Limitations to efficient water use in crop production*, ASA, 1-27. (cit.: RICHARDS, 1987)
- TARDIER, F. & KATERJI, N. (1991). Plant response to soil water reserve: consequences of the root system environment. *Irrig. Sci.*, **12**: 145-152.
- TAYLOR, H. & GARDNER, H. (1960). Use of wax substrates in root penetration studies. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **24**: 79-81. (cit.: OLIVEIRA, 1988).
- TEBRÜGGE, F. & GABRIEL, J. (1984). Vom Pflug bis zur Direktsaat; Bestellverfahren im vergleich. *Landtechnische Zeitschrift*, **35** (3): 318-325. (cit.: BASCH, 1991).
- TEBRÜGGE, F. & WAGNER, A. (1995). Soil structure and trafficability after long-term application of no-tillage. In: *Experience with the applicability of no-tillage crop production in the west-european countries, Proceedings of the EC-Workshop-II*, Silsoe, 15-17 May, 1995: 49-57.
- TEBRÜGGE, F. (1989). L'équilibre sol/environnement en RFA. *Techniques 2000, Colloque ITCF, Monsanto*: 158-186. (cit.: ROQUE, 1993).
- TEBRÜGGE, F. (1994). Beurteilung von Bodenbearbeitungssystemen unter den Aspekten von Bodenschutz und Ökonomie. In: TEBRÜGGE, F. & DREIER, M. (eds.) *Beurteilung von Bodenbearbeitungssystemen hinsichtlich ihrer Arbeitseffekte und deren langfristige Auswirkungen auf den Boden*. Wiss. Fachverlag Dr. Fleck, Langgöns, 5-16. (cit.: TEBRÜGGE & WAGNER, 1995).
- THORNE, G. (1966). Physiological aspects of grain yield in cereal. In: MILTHORPE, F. & IVINS, J. (Eds.) *The growth of cereals and grasses*, Butterworth, Londres: 88-105. (cit.: CARVALHO, 1994).
- THORNE, G. (1974). Physiology of Grain Yield of Wheat and Marley - Rothamsted Exp. Station, Report for 1973, part 2, 1974: 5-25. (cit.: CARVALHO, 1987).
- THORNE, G. (1982). Distribution between parts of main shoot and tillers of photosynthate produced before and after anthesis in the top three leaves of main shoots of Hobbit and Maris Hutsman winter wheat. *Ann. Appl. Biol.*, **101**: 553-559. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- TODERI, G. & BONARI, E. (1986). Lavorazioni del terreno: aspetti agronomici. II. Lavorazioni e pianta coltivata. *Rivista di Agronomia*, 2-3: 106-133.
- TONIOLO, L. (1977). Tecniche agronomiche e loro riflessi sul bilancio energetico. *Riv. Ing. Agraria*, **8** (3,4): 152-160.
- TORRES, A. (1994). *Cultivos en zonas semiaridas*. Universidade de Murcia, Secretariado de Publicaciones, Murcia.
- TOUREIRO, N. (1996). *Estudo comparativo de sistemas de mobilização do solo para as culturas da ervilha, grão de bico e colza*. Trabalho final do Curso de Produção Agrícola, IPB, ESA, Beja.



- TROCHARD, R. & LAJOU, J. (1994). Simplification du travail du sol. *Perspectives Agricoles*, **194**: I-XVIII.
- TURNER, N. (1982). The role of shoot characteristics in drought resistance of crop plants. In: *Principles and Methods in Crop Improvement for Drought Resistance with Emphasis on Rice*, The International Rice Research Institute. Los Baños, Phillipines: 115-134. (cit.: REGAN *et al.*, 1992).
- TURNER, N & BEGG, J. (1981). Plant-water relations and adaptation to stress. *Plant Soil*, **58**: 97-131.
- TURNER, N. & NICOLAS, M. 1987. Drought resistance of wheat for light-textured soils in a mediterranean environment. In: SRIVASTAVA, J., PORCEDDU, E., ACEVEDO, E. & VARMA, S. (Eds.) *Drought Tolerance in Winter Cereals*, John Wiley & Sons. Lda., 203-216.
- UNGER, P. & MACCALLA, T. (1981). Conservation tillage systems. *Adv. Agron.*, **33**: 1-58. (cit.: CARVALHO, 1994).
- VALADAS, M. (1995). *Contribuição para o estudo do efeito da fertilização azotada na qualidade do trigo mole para a panificação*. Trabalho final do Curso de Produção Agrícola, IPB, ESA, Beja.
- VAN DOREN, Jr. & ALLMARAS, R. (1978). Effect of residue management practices on the soil physical environment, microclimate, and plant growth. In: OSCHWALD, W. (Ed.) *Crop Residue Management Systems*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI: 49-84. (cit.: HALL & CHOLICK, 1989).
- VENEZIA, G., DEL PUGLIA, S. & LO CASCIO, B. (1995). Effects of different methods of cultivation of an Andisol on soil bulk density and on root system development in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Rivista di Agronomia*, **29** (3): 507-513.
- VIVANCOS, A. (1984). *Tratado de fertilizacion*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- WARDLAW, I. (1967). The effect of water stress on translocation in relation to photosynthesis and growth I. Effect during grain development in wheat. *Aust. J. Biol. Sci.*, **20**: 25-39. (cit.: CARVALHO, 1987).
- WARDLAW, I. (1970). The early stages of grain development in wheat: response to light and temperature in a single variety. *Aust. J. Biol. Sci.*, **23**: 765-774. (cit.: CARVALHO, 1987).
- WARDLAW, I., DAWSON, I. & MUNIBI, P. (1989). The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. II-Grain development. *Aust. J. Agric. Res.*, **40**: 15-24.
- WARDLAW, I., SOFIELD, I. & CARTWRIGHT, P. (1980). Factors limiting the rate of dry matter accumulation in the grain of wheat grown at high temperature. *Aust. J. Plant Physiol.*, **7**: 387-400. (cit.: MAÇÃS, 1996).
- WHAN, B., CARLTON, G. & ANDERSON, W. (1991). Potential for increasing early vigour and total biomass in spring wheat. II - Identification of genetic improvements. *Aust. J. Agric. Res.*, **42**: 347-361
- WIEGAND, C. & CUELLAR, J. (1981). Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. *Crop Sci.*, **21**: 95-101.
- WIERSUM, E. (1957). Density of root branching as affected by substrate and separate ions. *Acta Bot. Neerl.*, **7**: 174-178. (cit.: BASCH, 1991).
- WILHELM, W., DORAN, J. & POWER, J. (1986). Corn and soybean yield response to crop residue management under no-tillage production systems. *Agron. J.*, **78**: 184-189.
- WILHELM, W., MIELKE, L. & FENSTER, C. (1982). Root development of winter wheat as related to tillage practice in western Nebraska. *Agron. J.*, **74**: 85-88. (cit.: MERRILL *et al.*, 1996).
- WILLINGTON, V. & BISCOE, P. (1984). *Growth and development of winter wheat*. Brooms Exp. Station, ICI Agricultural Division, Financed Research Programme, Ann. Report n° 3. (cit.: CARVALHO, 1987).
- WILLINGTON, V. (1985). *Growth and development of winter wheat*. Brooms Exp. Station, ICI Agricultural Division, Financed Research Programme, Ann. Report n° 4. (cit.: CARVALHO, 1987).
- YOSHIDA, S. (1972). Physiological aspects of grain yield. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **23**: 437-464. (cit.: CARVALHO, 1987).
- ZADOKS, J., CHANG, T. & KONZAK, C. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, **14**: 415-421.

## AGRADECIMENTOS

Desejo expressar agradecimentos a todos que directa ou indirectamente contribuíram para a realização do presente trabalho. Pelo apoio particularmente relevante, destaco o meu reconhecimento:

- ao Professor catedrático convidado da UE Manuel Torres Barradas, orientador científico do trabalho, pelas inúmeras sugestões e críticas, bem como pela disponibilidade e interesse que sempre manifestou e amizade com que sempre me distinguiu;

- ao Engenheiro Maçãs, Investigador auxiliar da ENMP/INIA, co-orientador científico do trabalho, não apenas pela indispensável orientação e preciosa ajuda na revisão do trabalho, mas também por toda a sua contribuição para além da realização do mesmo;

- ao Professor catedrático da UE Mário de Carvalho, não só pelo apoio, sugestões e críticas que me concedeu ao longo do presente trabalho, mas também pela cedência de meios materiais necessários à sua realização;

- à Professora associada da UE Maria do Rosário Oliveira, responsável pelo Laboratório de Solos, que disponibilizou material necessário ao estudo das raízes;

- ao Engenheiro José Coutinho, Assistente de investigação da ENMP/INIA, pela disponibilidade demonstrada e cedência de importantes referências bibliográficas e esclarecimentos prestados;

- ao colega Pedro Oliveira e Silva, pela preciosa ajuda na análise estatística dos dados recolhidos na parte experimental;

- aos colegas do Sub-sector de Agricultura da ESAB, João Santos, José Ferro Palma, José Penacho, José Regato e Luís Santa-Maria, além da amizade que nos une, pela estreita colaboração prestada durante o Curso de Mestrado e pelas sugestões que fizeram acerca do trabalho experimental;

- ao Engenheiro Técnico de Produção Vegetal Joaquim Espanhol, pela ajuda no trabalho de campo e nas análises das raízes;

- aos técnicos e funcionários do Sub-sector de Agricultura da ESAB, respectivamente os Engenheiros Técnicos de Produção Vegetal, Natividade Costa e José Dôres, e Olga Santiago, Elisabete Rosa, Paula Martins, José Francisco Parreira, pela preciosa colaboração no trabalho de campo e de laboratório;

- à Escola Superior Agrária de Beja, pelos meios e facilidades concedidas durante o Curso de Mestrado e na execução do trabalho experimental;

- à Bisa, um agradecimento muito especial, pelos constantes incentivos que forneceu e por me libertar de algumas tarefas familiares, para além da cumplicidade com que partilhou este trabalho.

## ANEXOS

## ANEXO A - DADOS CLIMÁTICOS

Quadro 1 - Elementos relativos às temperaturas médias mensais (°C), para a Estação Meteorológica de Beja (1950-86) (Regato *et al.*, 1993).

	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1ºdecil	19,8	15,6	10,7	8,1	8,2	8,8	10,4	12,4	14,8	18,4	21,8	22,3
5ºdecil	22,1	17,7	13,2	10,0	9,4	10,3	11,8	13,9	16,6	21,2	23,6	23,9
9ºdecil	24,3	20,1	15,2	11,9	11,0	11,4	14,0	15,0	19,7	22,4	25,2	25,1
CV (%)	7,0	8,3	11,2	13,5	11,0	11,9	9,9	8,7	9,7	6,6	4,8	4,5

Quadro 2 - Elementos relativos à média das temperaturas máximas (°C), para a Estação Meteorológica de Beja (1950-86) (Regato *et al.*, 1993).

	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1ºdecil	26,4	20,2	15,6	12,5	12,6	12,5	15,4	17,0	20,8	26,0	29,9	30,4
5ºdecil	29,3	23,5	17,2	14,2	13,5	14,8	16,5	19,9	23,8	28,8	32,4	32,3
9ºdecil	31,4	26,5	19,7	15,5	15,0	16,2	19,4	21,4	27,1	30,2	34,1	34,4
CV (%)	6,5	8,6	9,4	8,5	7,1	9,2	9,0	8,1	9,7	6,2	4,6	4,2

Quadro 3 - Elementos relativos à média das temperaturas mínimas (°C), para a Estação Meteorológica de Beja (1950-86) (Regato *et al.*, 1993).

	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1ºdecil	13,3	10,8	5,6	3,5	2,9	4,2	5,1	6,9	8,6	11,5	13,7	14,0
5ºdecil	14,9	12,2	8,3	6,0	5,2	5,7	6,9	8,0	10,3	13,3	15,0	15,2
9ºdecil	17,0	13,8	10,7	8,1	7,5	7,6	8,2	9,5	11,8	14,8	16,3	16,6
CV (%)	9,2	9,9	19,2	30,0	29,3	25,2	16,4	14,1	11,5	8,8	6,6	6,4

Quadro 4 - Elementos relativos ao número de dias de geada, para a Estação Meteorológica de Beja (1950-86) (Regato *et al.*, 1993).

	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1ºdecil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5ºdecil	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0
9ºdecil	0	0	2	10	9	6	3	1	0	0	0	0
CV (%)	-	-	234,6	118,8	96,9	145,3	179,9	325,0	600,0	-	600,0	600,0

Quadro 5 - Elementos relativos à precipitação (mm), para a Estação Meteorológica de Beja (1950-86) (Regato *et al.*, 1993).

	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1ºdecil	0,5	9,8	21,4	17,1	12,6	14,2	20,3	5,8	4,2	0,2	0,0	0,0
5ºdecil	13,9	33,4	66,4	70,2	62,7	66,1	55,4	48,7	22,5	15,4	0,2	0,5
9ºdecil	51,2	138,4	153,9	163,3	151,8	144,9	138,3	109,1	78,9	54,6	6,4	7,7
CV (%)	96,5	91,5	62,9	72,7	72,7	62,3	62,1	65,3	83,8	102,0	169,8	202,6

Quadro 6 - Elementos relativos à insolação (horas), para a Estação Meteorológica de Beja (1950-86) (Regato *et al.*, 1993).

	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1ºdecil	204,3	149,5	112,3	95,7	92,0	91,8	142,7	162,4	219,7	252,1	319,9	305,0
5ºdecil	252,4	213,1	159,8	146,0	156,0	154,7	183,2	237,4	289,2	321,9	372,6	349,2
9ºdecil	285,9	246,7	214,9	205,6	228,8	201,7	247,7	286,3	349,0	362,8	399,4	371,9
CV (%)	11,1	16,6	21,1	28,1	29,2	26,1	20,2	18,8	15,7	12,4	8,3	7,1

Quadro 7 - Temperaturas (°C) médias mensais, média das máximas e média das mínimas no ano agrícola de 1995/96 e no período de 1950-86, na Estação Meteorológica de Beja.

Ano	Temp	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
95/96	Mmáx.	27,5	27,0	20,0	14,9	14,2	13,6	17,3	21,9	23,0	31,9	33,8	34,3
	Média	20,7	21,0	16,1	12,2	11,4	9,3	12,7	15,9	16,9	23,5	25,2	25,9
	Mmín.	13,8	14,9	12,2	9,6	8,5	5,1	8,1	9,9	10,9	15,2	16,5	17,4
50-86	Mmáx.	29,3	23,5	17,2	14,2	13,5	14,8	16,5	19,9	23,8	28,8	32,4	32,3
	Média	22,1	17,7	13,2	10,0	9,4	10,3	11,8	13,9	16,6	21,2	23,6	23,9
	Mmín.	14,9	12,2	8,3	6,0	5,2	5,7	6,9	8,0	10,3	13,3	15,0	15,2

Quadro 8 - Precipitação (mm) por decêndios e mensal, no ano agrícola de 1995/96 e no período de 1950-86, na Estação Meteorológica de Beja.

Ano	Precip.	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
95/96	1° Dec.	16,3	0,0	17,7	57,1	93,9	37,7	32,1	8,2	56,3	0,0	0,0	0,0
	2° Dec.	0,0	0,1	66,0	90,1	59,9	11,7	11,0	0,8	22,0	0,0	0,0	0,0
	3° Dec.	0,0	5,1	41,4	77,5	121,4	3,2	13,1	14,7	0,0	0,0	0,1	0,0
	Total	16,3	5,2	125,1	224,7	275,2	52,6	56,2	23,7	78,3	0,0	0,1	0,0
50-86	5° Decil	13,9	33,4	66,4	70,2	62,7	66,1	55,4	48,7	22,5	15,4	0,2	0,5

Quadro 9 - Evaporação mensal (mm), no ano agrícola de 1995/96 e no período de 1950-86, na Estação Meteorológica de Beja.

Ano	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
95/96	151,0	115,7	55,0	18,3	19,5	32,0	51,0	75,4	85,6	217,4	267,4	263,3
50-86	206,4	129,7	70,2	53,3	45,4	59,4	83,8	108,4	151,5	199,5	282,0	280,6

## ANEXO B - RESULTADOS

Quadro 1 - Produção de grão (kg ha<sup>-1</sup>) corrigida para 12% de humidade por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	Produção de grão (kg.ha <sup>-1</sup> )		
	MT	SD	Média
'Centauro'	5015	5333	5174
'Goelent'	5894	6409	6151
'Almanson'	4582	5484	5033
'Anza'	4535	4554	4545
'Tâmega'	4227	3753	3990
'TE 9101'	4366	5030	4698
'TE 9202'	4616	5382	4999
'TE 9010'	4633	5272	4953
'Alexis'	6179	7144	6661
'Ideótipo 9'	4385	4699	4542
'Ideótipo 10'	4722	5331	5026
'Ideótipo 13'	4684	5485	5084
'Ideótipo 16'	4003	5268	4636
'Ideótipo 18'	4023	4975	4499
'Ideótipo 20'	5015	5722	5368
'Lima'	4462	4427	4445
Média	4709	5267	4988

Quadro 2 - Número de grãos m<sup>-2</sup> por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	Número de grãos m <sup>-2</sup>		
	MT	SD	Média
'Centauro'	10773	10896	10830
'Goelent'	13275	14090	13680
'Almanson'	8590	9511	9050
'Anza'	10799	10758	10780
'Tâmega'	10022	8682	9352
'TE 9101'	9125	9839	9482
'TE 9202'	8891	9607	9249
'TE 9010'	13362	14738	14050
'Alexis'	11640	13162	12400
'Ideótipo 9'	10630	10174	10400
'Ideótipo 10'	11844	13073	12460
'Ideótipo 13'	11521	12692	12110
'Ideótipo 16'	9368	11581	10470
'Ideótipo 18'	8819	10112	9465
'Ideótipo 20'	10866	11900	11380
'Lima'	10230	10123	10180
Média	10609	11309	10959

Quadro 3 - Peso de 1000 grãos (g) corrigido para 12% de humidade por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	Peso de 1000 grãos (g)		
	MT	SD	Média
'Centauro'	47,26	48,87	48,07
'Goelent'	45,19	46,43	45,81
'Almansor'	53,57	57,25	55,41
'Anza'	42,21	42,85	42,53
'Tâmega'	42,79	43,47	43,13
'TE 9101'	48,41	51,29	49,85
'TE 9202'	52,59	56,16	54,37
'TE 9010'	34,91	36,01	35,46
'Alexis'	53,79	54,63	54,21
'Ideótipo 9'	41,06	46,52	43,79
'Ideótipo 10'	40,45	41,47	40,96
'Ideótipo 13'	40,99	43,20	42,09
'Ideótipo 16'	42,87	45,82	44,34
'Ideótipo 18'	46,21	49,36	47,78
'Ideótipo 20'	46,67	48,62	47,65
'Lima'	44,27	43,61	43,94
Média	45,20	47,22	46,21

Quadro 4 - Número de grãos espiga<sup>-1</sup> por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo, respectivas médias e teste de Duncan ( $p \leq 0,01$ ).

Genótipo	Número de grãos espiga <sup>-1</sup>			
	MT	SD	Média	Duncan ( $p \leq 0,01$ )
'Centauro'	29,9	32,5	31,2	abcd
'Goelent'	37,1	36,2	36,7	abc
'Almansor'	26,1	30,6	28,3	bcd
'Anza'	35,8	38,0	36,9	abc
'Tâmega'	39,6	27,5	33,5	abcd
'TE 9101'	25,1	29,3	27,2	d
'TE 9202'	27,1	28,1	27,6	cd
'TE 9010'	36,1	33,1	34,6	abcd
'Alexis'	28,6	25,4	27,0	d
'Ideótipo 9'	41,6	32,1	36,9	abc
'Ideótipo 10'	37,0	39,4	38,2	a
'Ideótipo 13'	38,5	36,1	37,3	ab
'Ideótipo 16'	35,5	38,0	36,7	abc
'Ideótipo 18'	27,1	29,6	28,4	bcd
'Ideótipo 20'	36,6	33,7	35,2	abcd
'Lima'	37,6	35,6	36,6	abc
Média	33,7	32,8	33,3	DMS = 8,0



Quadro 5 - População produtiva (espigas m<sup>-2</sup>) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	População produtiva (espigas m <sup>-2</sup> )		
	MT	SD	Média
'Centauro'	357,8	339,8	348,8
'Goelent'	355,0	388,3	371,6
'Almansor'	328,0	316,5	322,3
'Anza'	309,5	283,8	292,6
'Tâmega'	277,3	319,3	298,3
'TE 9101'	364,0	339,8	351,9
'TE 9202'	328,0	342,3	335,1
'TE 9010'	383,3	450,3	416,8
'Alexis'	411,3	523,0	467,1
'Ideótipo 9'	282,0	318,8	300,4
'Ideótipo 10'	320,0	328,0	324,0
'Ideótipo 13'	300,5	355,3	327,9
'Ideótipo 16'	271,0	326,3	298,6
'Ideótipo 18'	327,8	345,8	336,8
'Ideótipo 20'	295,3	353,5	324,4
'Lima'	274,8	284,0	279,4
Média	324,1	350,9	337,5

Quadro 6 - População potencial (colmos m<sup>-2</sup>) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	População potencial (colmos m <sup>-2</sup> )		
	MT	SD	Média
'Centauro'	468,3	472,3	470,3
'Goelent'	553,5	639,8	596,6
'Almansor'	429,0	438,5	433,8
'Anza'	388,8	464,3	426,5
'Tâmega'	384,3	425,5	404,9
'TE 9101'	449,3	466,3	457,8
'TE 9202'	443,5	473,8	458,6
'TE 9010'	509,0	582,5	545,8
'Alexis'	619,0	729,5	674,3
'Ideótipo 9'	413,8	454,0	433,9
'Ideótipo 10'	427,8	474,8	451,3
'Ideótipo 13'	442,8	479,5	461,1
'Ideótipo 16'	421,5	454,8	438,1
'Ideótipo 18'	385,8	452,0	418,9
'Ideótipo 20'	454,5	479,0	466,8
'Lima'	397,0	414,0	405,5
Média	449,2	493,8	471,5

Quadro 7 - População emergida (plantas m<sup>-2</sup>) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	População emergida (plantas m <sup>-2</sup> )		
	MT	SD	Média
'Centauro'	325,3	317,3	321,3
'Goelent'	321,8	373,8	347,8
'Almansor'	311,0	312,8	311,9
'Anza'	256,8	301,0	278,9
'Tâmega'	295,5	317,8	306,6
'TE 9101'	294,8	318,8	306,8
'TE 9202'	294,8	312,0	303,4
'TE 9010'	250,5	282,8	266,6
'Alexis'	246,8	270,3	258,5
'Ideótipo 9'	281,8	300,3	291,0
'Ideótipo 10'	296,0	308,0	302,0
'Ideótipo 13'	299,8	326,3	313,0
'Ideótipo 16'	285,5	304,5	295,0
'Ideótipo 18'	282,0	334,5	308,3
'Ideótipo 20'	292,0	305,5	298,8
'Lima'	291,8	297,3	294,5
Média	289,1	311,4	300,3

Quadro 8 - Número de filhos planta<sup>-1</sup> por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	Número de filhos planta <sup>-1</sup>		
	MT	SD	Média
'Centauro'	0,438	0,485	0,461
'Goelent'	0,717	0,708	0,713
'Almansor'	0,378	0,398	0,388
'Anza'	0,522	0,542	0,533
'Tâmega'	0,303	0,340	0,321
'TE 9101'	0,520	0,463	0,491
'TE 9202'	0,510	0,520	0,515
'TE 9010'	1,045	1,065	1,055
'Alexis'	1,520	1,700	1,610
'Ideótipo 9'	0,465	0,520	0,493
'Ideótipo 10'	0,443	0,533	0,488
'Ideótipo 13'	0,473	0,467	0,470
'Ideótipo 16'	0,478	0,485	0,481
'Ideótipo 18'	0,367	0,352	0,360
'Ideótipo 20'	0,548	0,570	0,559
'Lima'	0,370	0,392	0,381
Média	0,568	0,596	0,582

Quadro 9 - Taxa de sobrevivência (%) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	Taxa de sobrevivência (%)		
	MT	SD	Média
'Centauro'	76,51	71,64	74,07
'Goelent'	64,10	61,04	62,57
'Almanson'	76,54	71,65	74,09
'Anza'	79,60	64,04	70,32
'Tâmega'	71,60	74,43	73,01
'TE 9101'	81,96	73,13	77,54
'TE 9202'	73,83	72,96	73,39
'TE 9010'	75,59	77,65	76,62
'Alexis'	66,07	71,51	68,79
'Ideótipo 9'	66,65	70,04	68,35
'Ideótipo 10'	74,71	70,00	72,36
'Ideótipo 13'	68,48	74,65	71,56
'Ideótipo 16'	64,34	70,62	67,48
'Ideótipo 18'	84,53	76,39	80,46
'Ideótipo 20'	65,60	73,73	69,66
'Lima'	69,35	69,22	69,28
Média	72,47	71,23	71,85

Quadro 10 - Produção de biomassa à espiguetta terminal (kg MS ha<sup>-1</sup>) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	Biomassa à ET (kg MS ha <sup>-1</sup> )		
	MT	SD	Média
'Centauro'	3012	2863	2938
'Goelent'	2555	2580	2568
'Almanson'	1498	1403	1451
'Anza'	1440	1501	1470
'Tâmega'	937	972	955
'TE 9101'	1399	1778	1589
'TE 9202'	1405	1367	1386
'TE 9010'	2065	1984	2025
'Alexis'	2364	2332	2348
'Ideótipo 9'	771	674	722
'Ideótipo 10'	1024	996	1010
'Ideótipo 13'	1002	1120	1061
'Ideótipo 16'	1278	1080	1179
'Ideótipo 18'	1307	1542	1425
'Ideótipo 20'	1173	1132	1153
'Lima'	1020	890	955
Média	1516	1513	1515

Quadro 11 - Produção de biomassa à ântese (kg MS ha<sup>-1</sup>) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	Biomassa à ântese (kg MS ha <sup>-1</sup> )		
	MT	SD	Média
'Centauro'	6941	7695	7318
'Goelent'	8422	8592	8507
'Almansor'	7448	8490	7969
'Anza'	6711	7661	7186
'Tâmega'	6827	5787	6307
'TE 9101'	7675	7866	7771
'TE 9202'	7819	7796	7807
'TE 9010'	6198	6721	6459
'Alexis'	7450	8276	7863
'Ideótipo 9'	4611	4459	4535
'Ideótipo 10'	6931	7739	7335
'Ideótipo 13'	7078	8353	7715
'Ideótipo 16'	7630	8343	7987
'Ideótipo 18'	5303	6902	6103
'Ideótipo 20'	7777	7865	7821
'Lima'	4757	4939	4848
Média	6849	7343	7096

Quadro 12 - Produção de biomassa à colheita (kg MS ha<sup>-1</sup>) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	Biomassa à colheita (kg MS ha <sup>-1</sup> )		
	MT	SD	Média
'Centauro'	11084	12056	11570
'Goelent'	13155	12171	12660
'Almansor'	11201	11858	11530
'Anza'	9155	9958	9556
'Tâmega'	8796	8697	8746
'TE 9101'	10599	10512	10560
'TE 9202'	11092	11607	11350
'TE 9010'	10297	9876	10090
'Alexis'	10285	11001	10640
'Ideótipo 9'	8281	9182	8732
'Ideótipo 10'	11321	11648	11480
'Ideótipo 13'	9727	10723	10220
'Ideótipo 16'	8479	10591	9535
'Ideótipo 18'	9673	11594	10630
'Ideótipo 20'	10099	11471	10790
'Lima'	8916	8744	8830
Média	10135	10731	10432

Quadro 13 - IAF à ântese por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	IAF à ântese		
	MT	SD	Média
'Centauro'	1,78	1,78	1,78
'Goelent'	2,15	1,88	2,01
'Almansor'	1,73	2,05	1,89
'Anza'	1,53	1,78	1,65
'Tâmega'	1,58	1,33	1,45
'TE 9101'	1,80	1,85	1,83
'TE 9202'	1,23	1,58	1,40
'TE 9010'	1,10	1,03	1,06
'Alexis'	1,65	2,25	1,95
'Ideótipo 9'	1,80	1,88	1,84
'Ideótipo 10'	2,08	2,08	2,08
'Ideótipo 13'	1,45	1,25	1,35
'Ideótipo 16'	1,55	2,00	1,78
'Ideótipo 18'	1,68	2,30	1,99
'Ideótipo 20'	1,63	1,65	1,64
'Lima'	1,73	1,73	1,73
Média	1,65	1,77	1,71

Quadro 14 - Índice de colheita (%) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	Índice de colheita (%)		
	MT	SD	Média
'Centauro'	41,7	40,3	41,0
'Goelent'	39,1	38,0	38,6
'Almansor'	37,6	37,1	37,4
'Anza'	42,5	42,6	42,5
'Tâmega'	41,5	43,3	42,4
'TE 9101'	39,3	40,2	39,7
'TE 9202'	41,2	40,6	40,9
'TE 9010'	42,1	42,5	42,3
'Alexis'	46,2	44,9	45,6
'Ideótipo 9'	42,0	42,4	42,2
'Ideótipo 10'	41,6	44,3	42,9
'Ideótipo 13'	40,8	41,0	40,9
'Ideótipo 16'	34,3	40,3	37,3
'Ideótipo 18'	41,5	42,2	41,8
'Ideótipo 20'	44,4	43,1	43,7
'Lima'	38,2	43,4	40,8
Média	40,9	41,6	41,2

Quadro 15 - Massa do hectolitro (kg hl<sup>-1</sup>) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	Massa do hectolitro (kg hl <sup>-1</sup> )		
	MT	SD	Média
'Centauro'	82,2	82,3	82,2
'Goelent'	79,5	79,7	79,6
'Almansor'	83,1	83,7	83,4
'Anza'	82,8	83,0	82,9
'Tâmega'	81,3	82,3	81,8
'TE 9101'	83,9	84,0	84,0
'TE 9202'	81,7	82,5	82,1
'TE 9010'	85,3	85,6	85,4
'Alexis'	72,3	72,4	72,3
'Ideótipo 9'	80,8	82,8	81,8
'Ideótipo 10'	86,0	86,0	86,0
'Ideótipo 13'	84,0	84,3	84,1
'Ideótipo 16'	83,3	84,3	83,8
'Ideótipo 18'	84,0	84,2	84,1
'Ideótipo 20'	83,7	84,5	84,0
'Lima'	83,0	83,0	83,0
Média	82,3	82,8	82,5

Quadro 16 - Teor de proteína (%) por genótipo, em cada sistema de mobilização do solo e respectivas médias.

Genótipo	Teor de proteína (%)		
	MT	SD	Média
'Centauro'	7,3	7,5	7,4
'Goelent'	6,4	6,6	6,5
'Almansor'	8,0	8,0	8,0
'Anza'	7,2	7,3	7,3
'Tâmega'	8,2	8,1	8,1
'TE 9101'	9,1	8,7	8,9
'TE 9202'	7,9	7,9	7,9
'TE 9010'	7,6	7,2	7,4
'Alexis'	8,6	8,5	8,6
'Ideótipo 9'	7,9	8,1	8,0
'Ideótipo 10'	8,4	8,4	8,4
'Ideótipo 13'	7,2	7,5	7,3
'Ideótipo 16'	8,3	8,8	8,5
'Ideótipo 18'	8,7	8,7	8,7
'Ideótipo 20'	8,2	7,6	7,9
'Lima'	9,0	8,9	8,9
Média	8,0	8,0	8,0

Quadro 17 - Número de dias necessários par atingir a emergência, o afilhamento, o espigamento, a ântese, a maturação fisiológica, a espiguetta terminal e períodos da emergência ao espigamento e de enchimento do grão, por genótipos e por sistemas de mobilização do solo.

Genótipo	Mob	Emerg.	Afilh.	ET	Espig.	Ântese	Mat.Fis.	Emer-Esp	Ench.grão
'Centauro'	MT	12	40	116	142	144	183	130	29
'Goelent'	MT	12	40	97	136	140	181	124	31
'Almansor'	MT	12	50	83	132	137	177	120	30
'Anza'	MT	12	40	91	129	132	168	117	26
'Tâmega'	MT	12	33	70	123	130	163	111	23
'TE 9101'	MT	12	45	77	128	132	171	116	29
'TE 9202'	MT	12	48	76	127	132	166	115	24
'TE 9010'	MT	13	41	108	145	147	184	132	27
'Alexis'	MT	9	35	95	136	138	166	127	18
'Ideótipo 9'	MT	11	44	70	121	125	168	110	33
'Ideótipo 10'	MT	12	33	79	127	130	168	115	28
'Ideótipo 13'	MT	12	42	78	133	138	170	121	22
'Ideótipo 16'	MT	13	48	80	131	134	171	118	27
'Ideótipo 18'	MT	11	59	76	121	128	166	110	28
'Ideótipo 20'	MT	12	40	80	131	134	170	119	26
'Lima'	MT	12	42	74	123	125	167	111	32
Média	MT	11,8	42,5	84,4	130,3	134,1	171,2	118,5	26,6
'Centauro'	SD	9	40	112	141	143	183	132	30
'Goelent'	SD	9	40	95	135	139	182	126	33
'Almansor'	SD	10	50	82	133	137	174	123	27
'Anza'	SD	9	41	89	131	134	173	122	29
'Tâmega'	SD	9	32	72	127	132	164	118	22
'TE 9101'	SD	9	45	78	130	133	173	121	30
'TE 9202'	SD	10	46	79	130	132	170	120	28
'TE 9010'	SD	11	42	111	146	147	185	135	28
'Alexis'	SD	8	35	97	136	138	169	128	21
'Ideótipo 9'	SD	9	43	71	123	126	175	114	39
'Ideótipo 10'	SD	9	34	79	130	132	173	121	31
'Ideótipo 13'	SD	9	41	80	135	139	175	126	26
'Ideótipo 16'	SD	10	48	74	131	134	180	121	36
'Ideótipo 18'	SD	9	57	77	125	130	171	116	31
'Ideótipo 20'	SD	10	40	81	133	135	174	123	29
'Lima'	SD	10	42	71	121	127	176	111	39
Média	SD	9,4	42,3	84,3	131,7	134,9	174,8	122,3	29,9
Média	Geral	10,6	42,4	84,3	131,0	134,5	173,0	120,4	28,3

**Nota:** todos os estádios de desenvolvimento, excepto o estádio de espiguetta terminal (ET), foram determinados com base na escala de Zadock *et al.* (1974)

a) afilhamento (estádio 21) - eixo primário e um filho

b) espiguetta terminal (ET) - Iniciação do último primórdio no meristema apical do colmo principal (Kirby & Appleyard, 1987)

c) espigamento (estádio 59) - espiga completamente visível

d) ântese (estádio 61) - anteras a meio da espiga

e) maturação fisiológica - folha bandeira e glumas secas

f) período de enchimento do grão - desde 10 dias após a ântese até à maturação fisiológica

Quadro 18 - Matriz dos coeficientes de correlação (r) entre várias características agrônomicas avaliadas nos 15 genótipos de trigo mole (n=15).

Característica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1 Produção de grão	1,000	0,610 *	0,159	0,563 *	0,823 ***	0,548 *	0,590 *	0,624 *	0,832 ***	0,659 **	0,175	-0,234	-0,230	-0,647 **	0,404	0,564 *	0,061	0,623 *	-0,170	-0,473	0,115	0,460	-0,413
2 Grãos m <sup>-2</sup>		1,000	-0,676 **	-0,000	0,791 ***	0,586 *	0,368	0,183	0,291	0,364	-0,194	0,181	0,132	-0,620 *	0,033	0,615 *	0,031	0,391	-0,491	-0,644 **	0,618 *	0,787 ***	-0,352
3 Peso 1000 grãos			1,000	0,464	-0,198	0,141	0,102	0,359	0,435	0,131	0,343	-0,444	-0,316	0,185	0,348	-0,200	-0,020	0,073	0,412	0,335	-0,734 **	-0,486	0,144
4 População Emergida				1,000	0,322	0,103	0,422	0,451	0,641 **	0,601 *	0,500	-0,429	-0,565 *	-0,288	0,416	0,050	-0,008	0,485	0,297	-0,048	-0,180	-0,304	-0,276
5 População Potencial					1,000	0,812 ***	0,672 **	0,439	0,605 *	0,662 **	-0,120	-0,156	-0,221 **	-0,701 **	0,334	0,696 **	0,016	0,668 **	-0,465	-0,684 **	0,153	0,802 ***	-0,303
6 População Produtiva						1,000	0,669 **	0,329	0,557 *	0,487	-0,284	-0,021	0,134	-0,426	0,154	0,752 **	-0,173	0,523	-0,053	-0,795 ***	-0,254	0,781 ***	0,300
7 Biomassa à ET							1,000	0,414	0,640 *	0,933 ***	0,041	-0,247	-0,311 *	-0,564 *	0,166	0,746 **	0,005	0,951 ***	-0,212	-0,597 *	-0,237	0,430	0,028
8 Biomassa à Antese								1,000	0,717 **	0,426	0,062	-0,429	-0,008	-0,378	0,771 ***	0,515 *	-0,468	0,403	-0,010	-0,215	-0,168	0,148	-0,124
9 Biomassa à Colheita									1,000	0,652 **	0,337	-0,277	-0,099	-0,407	0,477	0,480	-0,105	0,610 *	0,102	-0,362	-0,305	0,209	-0,003
10 IAF à ET										1,000	0,230	-0,235	-0,529 *	-0,641 *	0,229	0,571 *	0,081	0,999 ***	-0,047	-0,452	-0,088	0,290	-0,222
11 IAF à Antese											1,000	-0,279	-0,154	0,262	0,207	-0,395	0,564 *	0,153	0,856 ***	0,445	-0,043	-0,462	-0,187
12 IC												1,000	0,271	-0,010	-0,680 **	-0,120	-0,192	-0,186	-0,180	-0,212	0,234	0,113	0,222
13 Mas. Hect.													1,000	0,448	-0,135	0,111	-0,159	-0,474	-0,012	-0,097	0,017	0,145	0,547 *
14 Teor de Proteína														1,000	-0,170	-0,652 **	0,263	-0,655 *	0,493	0,500	-0,313 *	-0,520	0,433
15 Altura															1,000	0,152	0,226	0,189	0,236	0,176	-0,165	0,060	-0,213
16 Emerg.-Espigam.																1,000	0,312	0,627 *	-0,594	-0,723 **	0,023	0,690 **	0,051
17 Enc. Grão																	1,000	0,068	0,346	0,241	0,206	-0,004	-0,330
18 A.Fol. ET																		1,000	-0,105	-0,488	-0,081	-0,178	0,369
19 Ar Foliar Antese																			1,000	0,733	-0,193	-0,675 **	0,047
20 Ar Foliar Folha. Band																				1,000	-0,015	-0,681 **	-0,146
21 Grãos Espiga <sup>-1</sup>																					1,000	0,231	-0,707 **
22 Fil.Plant <sup>-1</sup>																						1,000	-0,084
23 Tax.Sobr.																							1,000

Significância: p≤0,05 (\*) p≤0,01 (\*\*) p≤0,001 (\*\*\*)



Quadro 19 - Peso seco (g) e razão peso seco/comprimento ( $\text{g m}^{-1}$ ) por interação mobilização×genótipo×profundidade

Mobilização×Genótipo×Profundidade	Peso seco (g)	Peso seco/Comprimento ( $\text{g m}^{-1}$ )
MT×'Goelent'×10 cm	0,043	0,004
MT×'Goelent'×20 cm	0,031	0,004
MT×'Goelent'×30 cm	0,015	0,004
MT×'Tâmega'×10 cm	0,027	0,004
MT×'Tâmega'×20 cm	0,015	0,006
MT×'Tâmega'×30 cm	0,012	0,005
MT×'Ideótipo13'×10 cm	0,017	0,003
MT×'Ideótipo13'×20 cm	0,016	0,004
MT×'Ideótipo13'×30 cm	0,010	0,004
MT×'Ideótipo18'×10 cm	0,041	0,006
MT×'Ideótipo18'×20 cm	0,015	0,005
MT×'Ideótipo18'×30 cm	0,024	0,005
Média	0,022	0,004
SD×'Goelent'×10 cm	0,042	0,004
SD×'Goelent'×20 cm	0,020	0,005
SD×'Goelent'×30 cm	0,015	0,004
SD×'Tâmega'×10 cm	0,011	0,005
SD×'Tâmega'×20 cm	0,008	0,008
SD×'Tâmega'×30 cm	0,010	0,006
SD×'Ideótipo13'×10 cm	0,027	0,003
SD×'Ideótipo13'×20 cm	0,014	0,004
SD×'Ideótipo13'×30 cm	0,008	0,004
SD×'Ideótipo18'×10 cm	0,059	0,005
SD×'Ideótipo18'×20 cm	0,027	0,006
SD×'Ideótipo18'×30 cm	0,039	0,007
Média	0,023	0,005

Quadro 20 - Comprimento radical, produção de grão, componentes da produção, índice de colheita e biomassa à espiguetta terminal e à ântese, referente aos genótipos 'Goelent', 'Tâmega', 'Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18', observados nos Blocos I e II.

Genótipo Bloco Mobilização	Comprimento radical (cm)	Produção de Grão (kg ha <sup>-1</sup> )	P.1000 Grãos (g)	Número Grãos m <sup>-2</sup>	Índice Colheita IC (%)	Biomassa	
						ET (kgMS ha <sup>-1</sup> )	Ântese (kg MS ha <sup>-1</sup> )
'Goelent' I MT	21,6	6641	40,22	14319	39,23	3175	10254
'Goelent' I SD	17,2	6080	38,01	14075	37,05	3225	9147
'Goelent' II MT	21,2	6691	41,35	14135	36,74	3028	10331
'Goelent' II SD	20,1	6231	37,43	14227	36,90	3043	9201
'Tâmega' I MT	16,0	4694	37,37	10813	38,65	1010	10280
'Tâmega' I SD	3,2	3802	40,51	8378	40,42	900	6292
'Tâmega' II MT	8,8	4421	41,45	9317	42,99	1233	8087
'Tâmega' II SD	7,3	4281	40,78	8970	43,92	1153	7098
'Ideótipo13' I MT	13,7	4627	38,06	10544	38,62	1260	8688
'Ideótipo13' I SD	19,1	5019	39,17	11356	42,58	873	8978
'Ideótipo13' II MT	10,2	4385	34,33	10996	37,81	548	6387
'Ideótipo13' II SD	11,4	5763	37,65	12786	43,20	1168	9109
'Ideótipo18' I MT	15,8	4567	43,03	9607	39,94	1570	7502
'Ideótipo18' I SD	26,7	4253	44,04	8851	38,85	1405	6463
'Ideótipo18' II MT	15,3	3808	42,29	8208	41,56	718	3611
'Ideótipo18' II SD	18,6	4463	42,52	9304	41,04	1810	6981

Quadro 21 - Características agronómicas referentes aos genótipos 'Goelent', 'Tâmega', 'Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18', observadas nos Blocos I e II.

Genótipo Bloco Mobilização	IAF		Altura Planta (cm)	A.Foliar ET (cm <sup>2</sup> )	A. Foliar Ântese		Largura F.Band. (cm)	Observ. à ântese	
	ET	Ântese			Total (cm <sup>2</sup> )	F.Band. (cm <sup>2</sup> )		Plantas m <sup>-2</sup>	Espigas m <sup>-2</sup>
'Goelent' I MT	5,3	2,5	85,9	61,9	66,6	21,4	1,66	405	375
'Goelent' I SD	5,0	1,8	80,5	54,0	38,8	12,0	1,24	418	378
'Goelent' II MT	5,2	2,5	86,2	64,0	58,4	13,8	1,44	403	383
'Goelent' II SD	4,5	1,7	81,3	45,9	35,2	12,6	1,32	468	440
'Tâmega' I MT	1,3	2,6	80,1	15,7	59,0	26,6	1,73	398	358
'Tâmega' I SD	1,0	1,5	71,8	12,6	53,4	28,8	1,86	360	288
'Tâmega' II MT	1,4	1,6	71,1	18,4	50,2	28,0	1,84	468	388
'Tâmega' II SD	1,2	1,6	71,4	14,0	47,2	23,6	1,56	355	308
'Ideótipo13' I MT	1,4	1,6	72,3	17,2	45,4	17,6	1,48	475	360
'Ideótipo13' I SD	1,0	1,3	68,3	11,9	26,8	8,0	1,22	460	365
'Ideótipo13' II MT	0,6	1,2	66,6	7,1	36,4	14,8	1,40	570	403
'Ideótipo13' II SD	1,3	0,9	71,5	14,3	17,0	7,0	1,14	483	395
'Ideótipo18' I MT	1,5	2,3	71,9	19,7	69,2	15,2	1,44	400	378
'Ideótipo18' I SD	1,6	2,6	70,2	19,1	67,0	27,8	1,60	443	298
'Ideótipo18' II MT	0,7	1,2	59,5	9,4	37,4	12,8	1,15	495	378
'Ideótipo18' II SD	2,1	1,9	68,7	25,8	54,0	14,6	1,48	448	373

Quadro 22 - Peso seco das raízes ( $\text{g } 42,75 \text{ cm}^{-2}$ ), biomassa à ântese ( $\text{g m}^{-2}$ ) e razão raiz/caule referente aos genótipos 'Goelent', 'Tâmega', 'Ideótipo 13' e 'Ideótipo 18', observados nos Blocos I e II.

Genótipo Bloco Mobilização	Peso seco das raízes ( $\text{g } 42,75 \text{ cm}^{-2}$ )	Biomassa à ântese ( $\text{g m}^{-2}$ )	Razão raiz/caule
'Goelent' I MT	0,08480	1025,4	0,019
'Goelent' I SD	0,08180	914,7	0,021
'Goelent' II MT	0,09195	1033,1	0,021
'Goelent' II SD	0,07205	920,1	0,018
'Tâmega' I MT	0,06375	1028,0	0,015
'Tâmega' I SD	0,02155	629,2	0,008
'Tâmega' II MT	0,04190	808,7	0,012
'Tâmega' II SD	0,03490	709,8	0,012
'Ideótipo13' I MT	0,04380	868,8	0,012
'Ideótipo13' I SD	0,05905	897,8	0,015
'Ideótipo13' II MT	0,04085	638,7	0,015
'Ideótipo13' II SD	0,03915	910,9	0,010
'Ideótipo18' I MT	0,07785	750,2	0,024
'Ideótipo18' I SD	0,13770	646,3	0,050
'Ideótipo18' II MT	0,08140	361,1	0,053
'Ideótipo18' II SD	0,11180	698,1	0,037