

cop. de 52 033

800893959982

0100

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**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**



55599

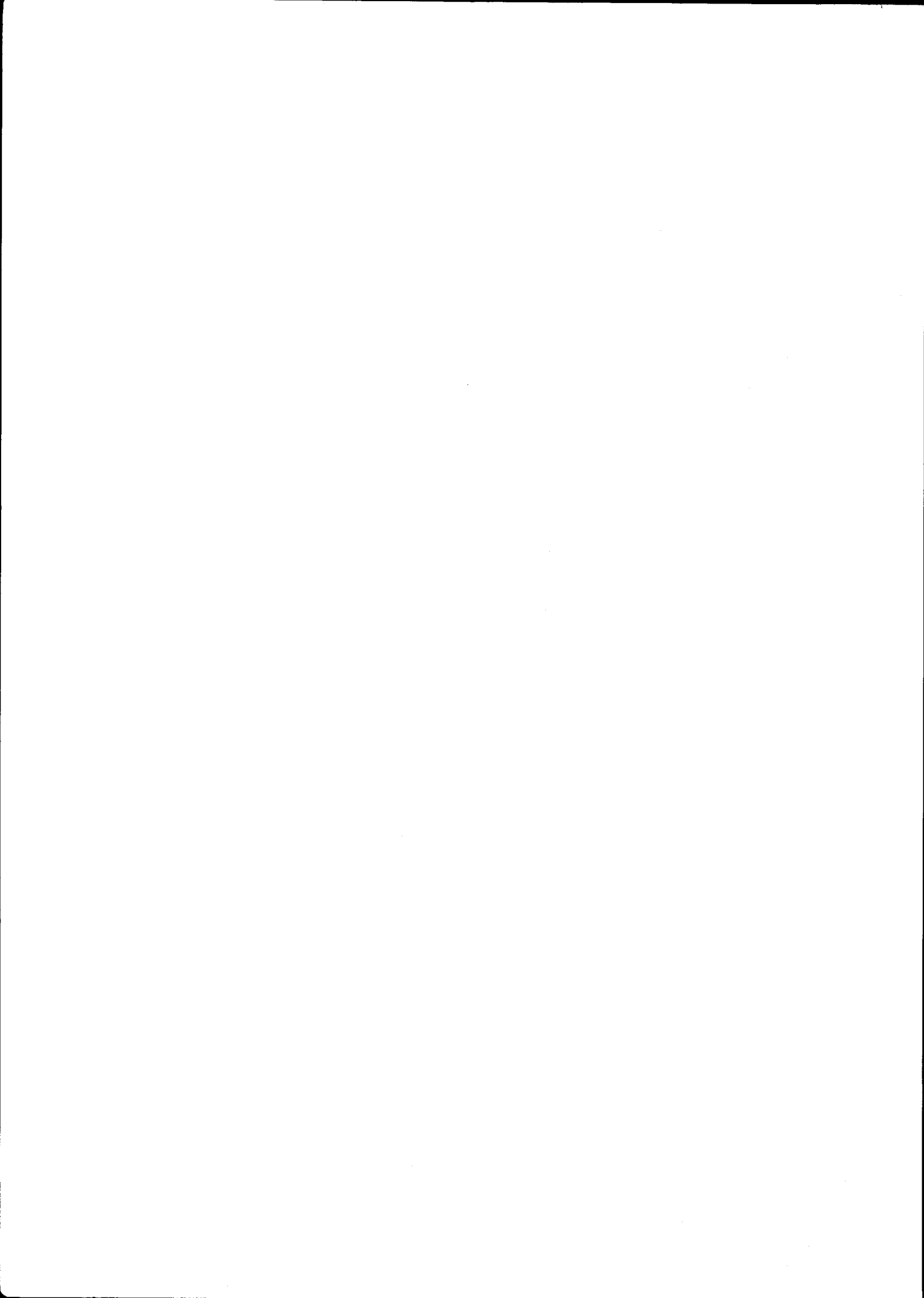
Dissertação apresentada à Universidade de  
Évora para obtenção do Grau de Doutor  
em Ciências Agrárias

*Mário José Gouveia Pinto Rodrigues de Carvalho*

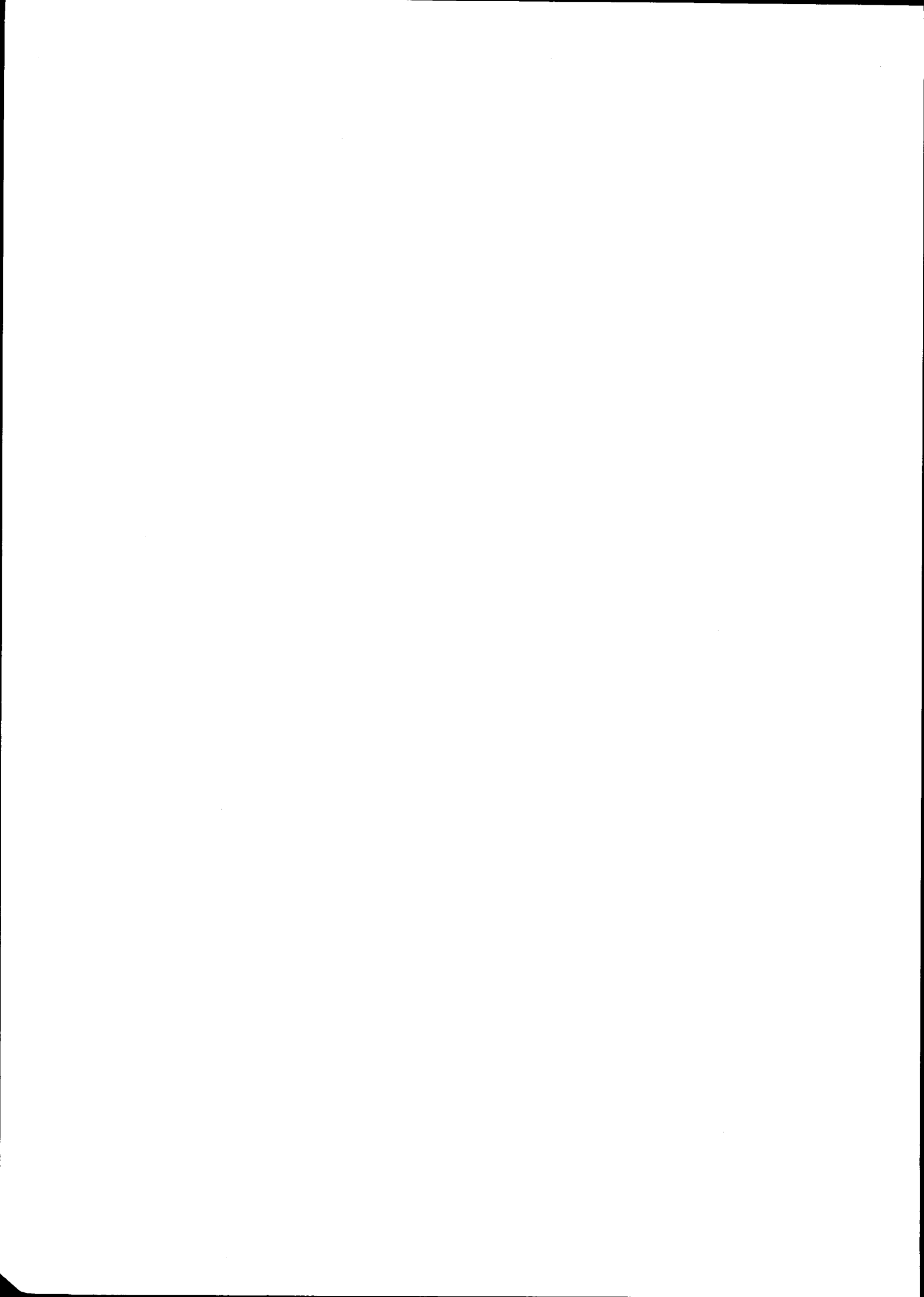
ÉVORA

1987

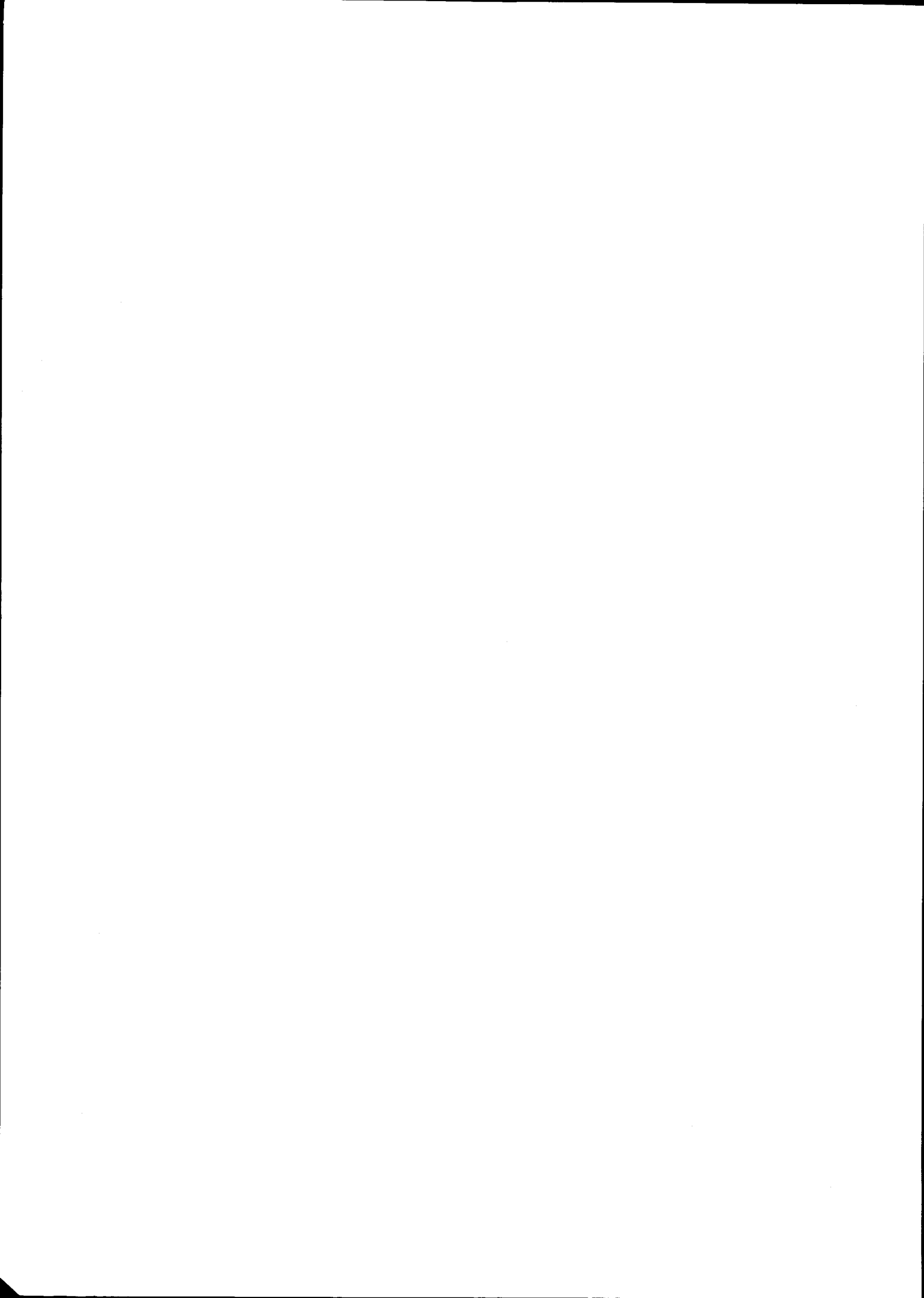
633.1  
CAR ↓



A impressão desta tese foi subsidiada pelo Instituto Nacional De Investigação Científica (INIC).



Este trabalho foi realizado no Departamento de Fitotecnia da Universidade de Évora, nas Herdades Experimentais da Almoçeva e Mitra e na Est. Experimental de Rothamsted, expressamente elaborado para ser submetido à Universidade de Évora com vista à obtenção do grau de Doutor.



## AGRADECIMENTOS

O Autor agradece a todos os que contribuíram para a realização do presente trabalho:

- Ao Professor Ario Lobo Azevedo, meu mestre, não apenas a orientação do presente trabalho, mas também toda a sua contribuição para a minha formação geral.

- Ao Eng. Agr. Mário de Carvalho, meu pai, todo o apoio prestado, desde o delineamento experimental até à interpretação dos resultados.

- Ao Professor Fernando Henriques por todas as sugestões e críticas nas nossas discussões ao longo do presente trabalho, discussões essas que me foram úteis para além da realização desta tese.

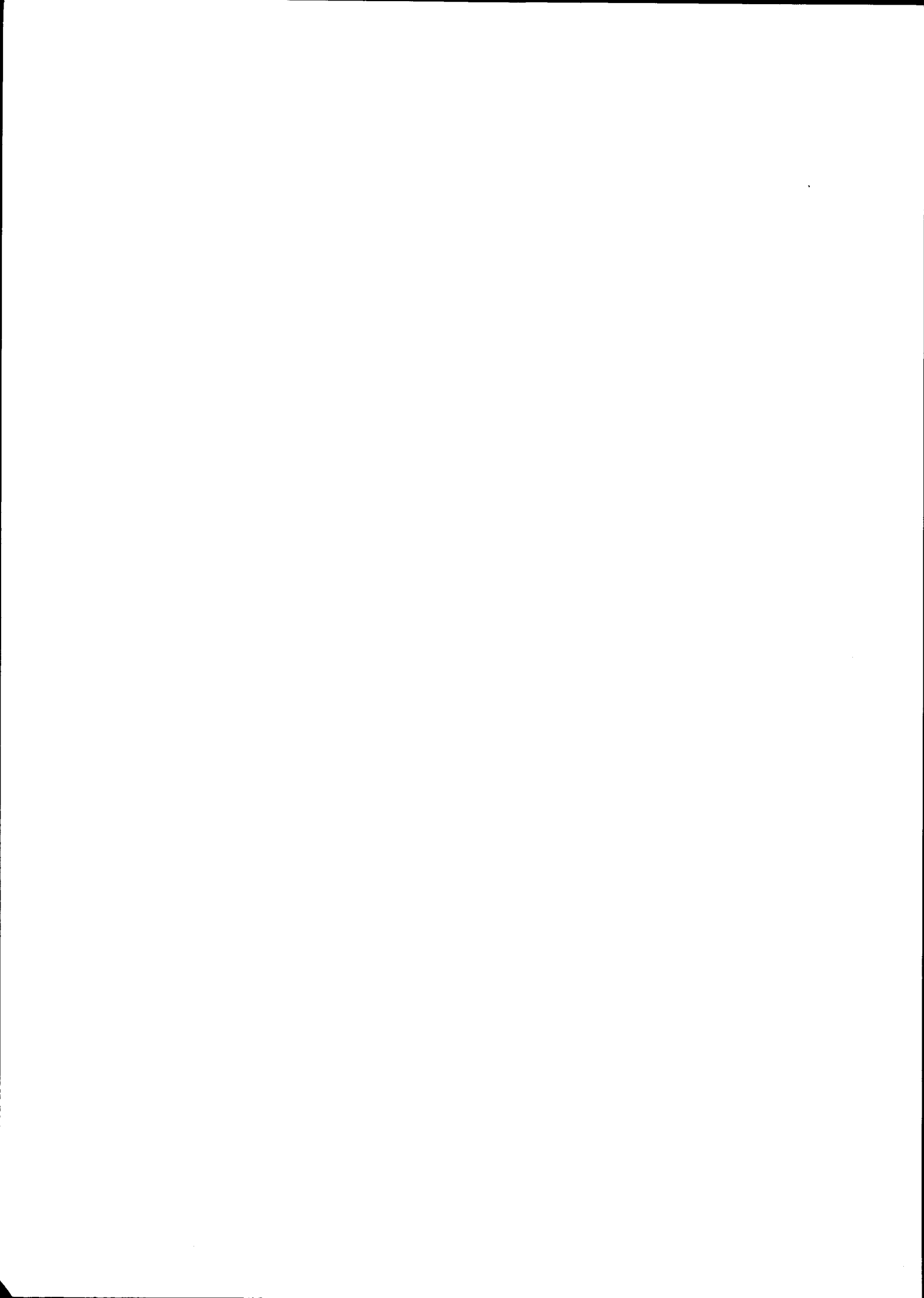
- A toda a equipa que comigo trabalhou no campo, nomeadamente Eng. Gottlieb Basch, Eng. Tec. Agr. Francisco Carolino e Eng. Tec. Agr. Manuel Figo, com a consciência de que parte deste trabalho a eles se deve.

- A Eng. Tec. Agr. Helena Mafalda Carolino pelo apoio laboratorial prestado.

- Ao Dr. Scott Russell e ao Dr. Mike Goss, todo o auxílio prestado em particular no respeitante ao estudo do efeito da precipitação de Inverno na produção. A este respeito é também de realçar o apoio do Dr. Ryched e do Dr. Aldrich, ambos da Universidade de Purdue.

- As Comissões Administrativas e funcionários em geral das Herdades Experimentais da Almocreva e Mitra por todas as facilidades concedidas.

- A Universidade de Évora, ao GTZ, ao British Council e à Estação Experimental de Rothamsted o apoio material prestado.





## **ÍNDICE**

<b>1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES</b>	<b>13</b>
<b>2 SITUAÇÃO DO PROBLEMA</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Fotossíntese Total</b>	<b>17</b>
2.1.1 Área	17
2.1.2 Duração	19
2.1.3 Taxa	21
<b>2.2 Distribuição de Assimilatos</b>	<b>22</b>
<b>2.3 Componentes da Produção</b>	<b>24</b>
2.3.1 Número de Grãos/Área	24
2.3.2 Peso Médio de um Grão	26
2.3.3 Capacidade de Enchimento x Capacidade de Armazenamento	26
<b>2.4 Efeito dos Factores Ambientais</b>	<b>28</b>
2.4.1 Temperatura	28
2.4.2 Radiação	32
2.4.3 Temperatura x Radiação	34
2.4.4 Água	34
2.4.5 Nutrição Azotada	39
2.4.6 Considerações Finais	40
<b>2.5 Efeito de Outras Técnicas culturais</b>	<b>41</b>
2.5.1 Data de Sementeira	41
2.5.2 Densidade de Sementeira	42
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>45</b>
<b>3.1 Descrição do Clima</b>	<b>45</b>

<b>3.2 Descrição dos Ensaio</b>	<b>47</b>
3.2.1 Herdade Experimental da Almocreva	47
3.2.1.1 Primeiro Ensaio	47
3.2.1.2 Segundo Ensaio	52
3.2.2 Herdade Experimental da Mitra	55
3.2.2.1 Primeiro Ensaio de Campo	55
3.2.2.2 Segundo Ensaio de Campo	57
3.2.2.3 Primeiro Ensaio em Vasos	60
3.2.2.4 Segundo Ensaio em Vasos	61
3.2.2.5 Terceiro Ensaio em Vasos	62
3.2.2.6 Quarto Ensaio em Vasos	64
3.2.2.7 Quinto Ensaio em Vasos	66

#### **4 ANALISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE BEJA** **69**

4.1 Primeiro Ensaio	69
4.1.1 Análise dos resultados	69
4.1.2 Discussão dos resultados	104
4.1.3 Conclusões	131
4.2 Segundo Ensaio	133
4.2.1 Análise dos Resultados	133
4.2.2 Discussão dos Resultados	150
4.2.3 Conclusões	157
4.3 Perfis de Humidade e Quantidade de Água Utilizada no Final do Ciclo	
4.3.1 Análise dos Resultados	158
4.3.2 Discussão dos Resultados	165

#### **5 ANALISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE ÉVORA** **169**

5.1 Primeiro Ensaio de Campo	170
5.1.1 Toalha Freática e Crescimento da Cultura em 1984/85	171
5.1.2 Parâmetros do Solo e Crescimento da Cultura em 1984/85	172
5.2 Ensaio Exploratórios em Vasos	173
5.2.1 Primeiro Ensaio em Vasos	173

5.2.2 Segundo Ensaio em Vasos	174
5.3 Conclusões dos Ensaios de 1982/83 a 1984/85	177
5.4 Discussão e Análise dos Resultados de 1985/86	178
5.4.1 Terceiro Ensaio em Vasos	178
5.4.2 Efeito da Lavagem no pH do Solo	183
5.4.3 Quarto Ensaio em Vasos	184
5.4.4 Quinto Ensaio em Vasos	189
5.4.5 Segundo Ensaio de Campo	191
5.4.6 Conclusões dos Resultados de 1985/86	193
<b>6 CONCLUSÕES FINAIS</b>	<b>195</b>
<b>7 BIBLIOGRAFIA CITADA</b>	<b>199</b>
<b>8 ANEXOS</b>	<b>213</b>



## 1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

é do conhecimento geral que a produção de cereais e, em particular da cultura do trigo, enfrenta pelo menos dois problemas em termos climáticos na região mediterrânea. Um diz respeito ao encharcamento de Inverno e outro à deficiência hídrica durante a fase final do ciclo da cultura, ambos resultantes da distribuição anual da precipitação e temperatura neste tipo de clima. A falta de chuva no final da Primavera e no Verão é agravada pelas temperaturas elevadas que normalmente se verificam.

O efeito negativo da precipitação de Outono-Inverno na produção de trigo foi estabelecido entre nós, em primeiro lugar por Figueiredo (1919), tendo sido mais tarde confirmado por outros autores (Frazão 1943; Oliveira 1955; Carvalho 1978). O efeito revela-se bem mais marcado que em outras regiões do mundo e a explicação normalmente apontada é diferente da apresentada na bibliografia internacional. Enquanto que nesta o efeito do encharcamento de Inverno é, em primeiro lugar e sobretudo, atribuído à perda de azoto (Gales 1983), entre nós é atribuído à limitação do crescimento do sistema radical em profundidade durante o Inverno. A pequena profundidade de enraizamento tornaria a planta mais susceptível à deficiência hídrica no final do ciclo.

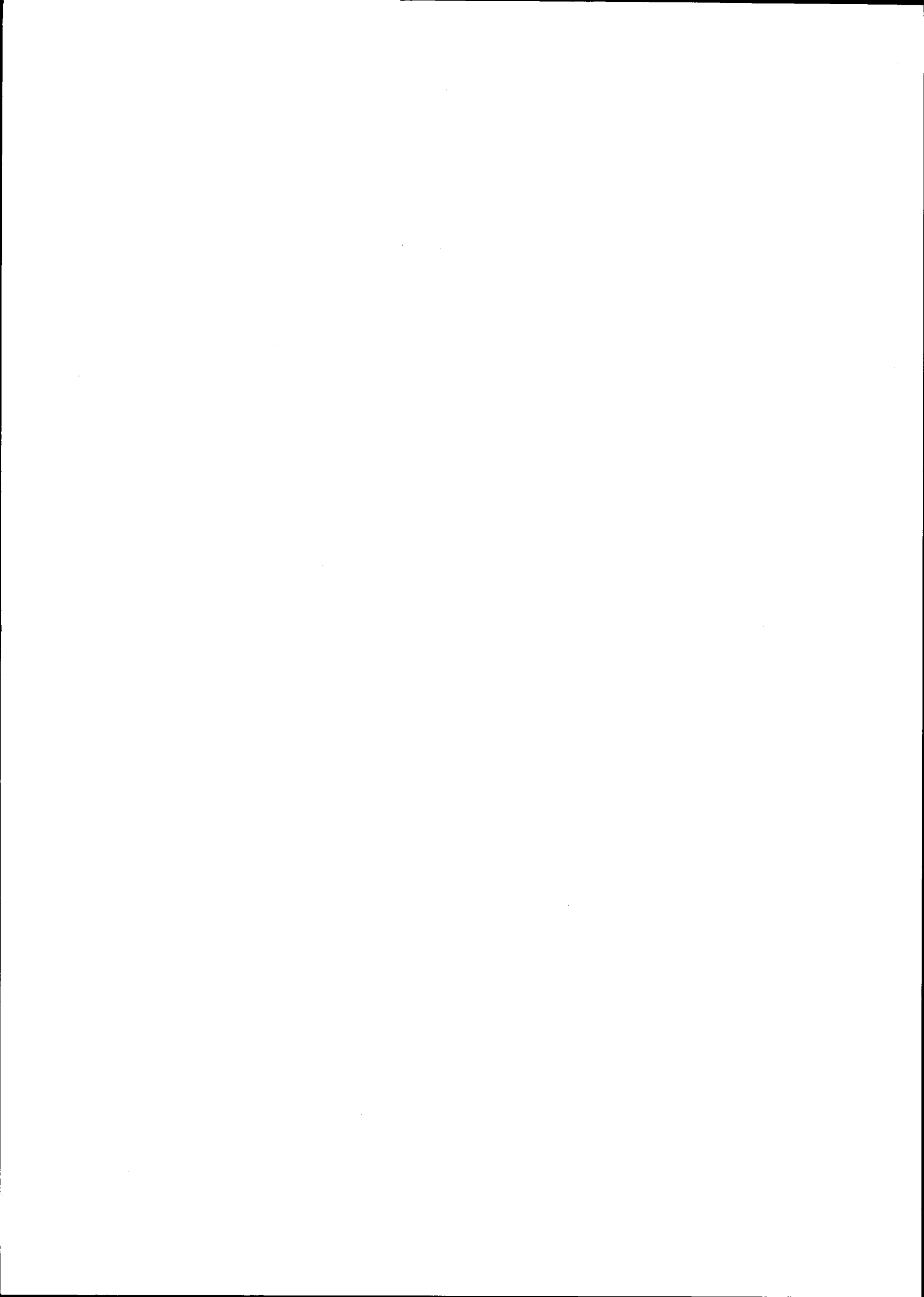
Com o presente trabalho pretendeu-se atingir dois objectivos. Um, estudar o equilíbrio óptimo entre a produção total de matéria seca e distribuição de assimilatos, ou entre a capacidade de armazenamento e a capacidade de enchimento, para as nossas condições climáticas. O outro averiguar a importância relativa dos dois factores limitantes atrás enunciados e testar a hipótese normalmente apresentada entre nós para explicar o efeito do encharcamento. Em relação ao primeiro objectivo é sabido que o equilíbrio óptimo entre aquelas duas variáveis em termos de produção de grão depende das condições ambientais sequenciais verificadas ao longo da vida da cultura, as quais são variáveis de ano para ano. No entanto cada região climática apresenta diferentes anos meteorológicos tipo, cuja probabilidade de ocorrência é possível determinar. Para além disso há características típicas do clima da região que tendem a manifestar-se com maior ou menor intensidade nos diferentes tipos de ano passíveis de ocorrerem, como sejam a deficiência hídrica e as temperaturas

elevadas durante o enchimento do grão da cultura do trigo na região mediterrânea. Assim, se os ensaios de campo forem repetidos durante um período suficientemente longo, torna-se possível definir a estratégia com maior probabilidade de êxito. Para este efeito definiu-se um primeiro ensaio no ano de 1981/82 em solo de Barro Preto (Bp) na Herdade Experimental da Almocreva em que se procurou obter diferenças marcadas na produção total de matéria seca da cultura através da variação da data de sementeira, dose de azoto e variedade de trigo utilizada. Procurou-se também obter produções idênticas de matéria seca com diferentes combinações dos tratamentos a fim de se tentar induzir diferenças na distribuição de assimilatos. No ano seguinte iniciou-se o mesmo tipo de ensaio na Herdade Experimental da Mitra num Solo Litólico de quartzodioritos (Pg), a fim de se estudar o efeito relativo dos factores limitantes e do seu mecanismo de actuação. A escolha destes dois tipos de solos prendeu-se a dois tipos de razões. Por um lado, sendo os Barros solos com elevado potencial produtivo para os cereais, são os solos em que com maior probabilidade se poderão obter benefícios imediatos da investigação em termos de rendimento da cultura. Por outro lado, relativamente ao estudo dos factores limitantes, interessava-nos ter o mesmo tipo de ensaio em dois solos contrastantes no que se refere à drenagem e armazenamento de água útil. Assim poder-se-ia obter, no campo e no mesmo ano, situações de encharcamento de Inverno e de disponibilidade hídrica de Primavera diversas. Como os Solos Litólicos apresentam características contrastantes com os Barros no que se refere aos parâmetros em causa e são solos muito representativos em termos de área na nossa região, em particular os derivados de granitos e quartzodioritos, foi o solo Pg o segundo solo seleccionado.

O segundo ensaio nos solos de Barro iniciado no ano de 1984/85 e a alteração do esquema experimental no Solo Litólico em 1985/86 resultaram como consequência lógica da informação obtida nos anos anteriores. No Barro as indicações eram de que se tornava possível aumentar o rendimento da cultura quer através do aumento da produção total de matéria seca, quer alterando a distribuição de assimilatos a favor do grão. Assim, para os tratamentos que tinham conduzido a um melhor índice de colheita, procurou-se aumentar a produção total de matéria seca pelo aumento da densidade de sementeira. No Solo Litólico, ao fim do terceiro ano de ensaio, tornou-se evidente que a diferença de produtividade em

relação aos Barros estava perfeitamente definida no final do Inverno, antes do aparecimento da deficiência hídrica. Esta diferença foi tanto mais acentuada quanto maior a precipitação de Inverno, uma vez que a correlação negativa entre a precipitação deste período e o crescimento da cultura só se verificou para o Solo Litólico, tendo sido positiva no Barro, para os anos de ensaio. Também no final do terceiro ano verificou-se que a variação espacial da cultura do trigo, típica nos Solos Litólicos durante Invernos húmidos, não podia ser explicada pela variação espacial da toalha freática.

Estas observações e outras fizeram-nos admitir a hipótese que a explicação tradicionalmente apresentada para o efeito negativo da precipitação de Outono-Inverno na produção da cultura do trigo não pode estar correcta e que os factores limitantes à produção no Solo Litólico não estão directamente ligados com a água. Assim deu-se início a novo tipo de ensaios em 1985, no campo, em vasos e em câmaras de crescimento, estes realizados na Estação Experimental de Rothamsted. Por os factores a controlarem a produção nos dois solos terem sido diferentes, a análise e discussão dos resultados de cada um dos locais de ensaio será feita em separado.





## 2 SITUAÇÃO DO PROBLEMA

O produto principal de qualquer cultura e, no caso particular em estudo, da cultura do trigo relaciona-se com a produção total de matéria seca através de um coeficiente geralmente designado por índice de colheita (Yoshida 1972; Donald e outros 1976). Esta relação pode ser expressa pela equação:

$$\text{prod. grão} = f(\text{fot. líquida total, dist. assimilatos})$$

Com efeito, é da fotossíntese que resulta fundamentalmente a produção vegetal. Limitações fotossintéticas em diferentes fases da vida da planta podem resultar em diminuição da produção de grão por afectarem o(s) componente(s) da produção em formação na altura da limitação. No entanto, devido à grande capacidade de compensação entre os diferentes componentes da produção e devido ao facto de o balanço óptimo entre estes e entre a capacidade fotossintética e de armazenamento estarem muito dependentes das condições ambientais sequenciais verificadas ao longo da vida das plantas, o efeito de uma limitação fotossintética em determinada fase do ciclo da cultura varia, para uma dada variedade, com o local e o ano. Contudo, saber para cada região as fases em que as limitações são mais frequentes ou severas, as suas causas e possibilidades de intervenção agronómica são aquisições preciosas quer para a definição da técnica cultural com maior probabilidade de êxito, quer para a definição de orientações no melhoramento de plantas.

### 2.1 FOTOSSÍNTese TOTAL

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. Podemos assim definir a fotossíntese total como função de três variáveis: área; duração; taxa.

#### 2.1.1 ÁREA

Os trabalhos de Watson em Rothamsted (cit. por Thorne 1974) mostram que a produção de matéria seca está mais dependente da área foliar

do que da taxa líquida de fotossíntese. A produção fotossintética vai aumentando com a área foliar até se atingir um valor óptimo que depende do arranjo espacial das folhas, correspondendo a uma interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente activa. Segundo Evans (1975) o valor óptimo do índice de área foliar para a cultura do trigo é de 4, apesar de Thorne (1974) apresentar 6 a 11 como o valor óptimo à antese. Esta diferença resultará da forma como se mede o índice de área foliar e do facto de os hidratos de carbono do grão provirem fundamentalmente da fotossíntese corrente acima do nó da folha estandarte (Thorne 1974) e de, com muita frequência, a capacidade de armazenamento estar significativamente correlacionada com a área foliar à antese (Fischer e Khon 1966; Simpson 1968; Yoshida 1972; Evans 1975). A importância da área fotossintética durante o enchimento do grão é também reforçada por vários autores. Evans e Dunstone (1970) comparando variedades primitivas com variedades modernas de trigo, encontraram taxas de fotossíntese superiores nas primeiras, particularmente em relação à folha estandarte (Dunstone e outros 1977). No entanto, a área fotossintética e, em particular, a área acima do nó da folha estandarte, são superiores nas actuais variedades. Asana e outros (1958a e 1958b) verificaram que a deficiência hídrica só afectou a taxa de crescimento do grão quando afectou a área fotossintética e, em especial, a área verde da espiga. Fischer (1973) verificou também que deficiências hídricas a partir de 15 dias antes da antese, que reduzam a área fotossintética, reduzem o número de grãos por espiga. Marshall e outros (1980) verificam que a capacidade da espiga aumentar a taxa de fotossíntese em função da necessidade em assimilatos (Evans e outros 1970) não é suficiente para anular a senescência prematura das folhas. No entanto, trabalhos há em que se mostra um excessivo investimento em folhas, particularmente em situações em que a água é limitada. Richards (1983) encontrou uma relação negativa entre a razão peso das folhas/peso total da planta e a produção e em muitas circunstâncias a fotossíntese durante o enchimento do grão não é um factor limitante (Evans e Wardlaw 1976).

Nas modernas variedades de trigo, com as densidades de povoamento e doses de azoto utilizadas, os valores do índice de área foliar são bem acima de 6. Em Portugal, anos há em que tal valor não é atingido. No entanto, a vantagem do seu aumento é algo que tem de ser estudado em função da disponibilidade hídrica durante o enchimento do grão, pois a

transpiração está linearmente relacionada com a área foliar até valores de LAI de 3 (Ritchie 1974) e a produção depende mais da água utilizada depois da antese do que da quantidade de água total utilizada (Nix e Fitzpatrick 1969; Passioura 1976). Por outro lado a distribuição da área foliar acima e abaixo do nó da folha estandarte será também um factor importante a ponderar, uma vez que, de uma forma grosseira, está relacionada com a área iluminada e não iluminada. Para uma área total da planta, um aumento da fotossíntese poderá advir, quer de um aumento da eficiência quântica fotossintética, quer de um aumento da área iluminada. Parece pouco provável entre nós e durante o enchimento do grão, que a primeira via possa conduzir a resultados práticos, uma vez que as plantas no campo se encontram sob valores muito elevados da radiação. Assim, e atendendo a que a fotossíntese total tende para uma assíptota com o aumento da intensidade luminosa, o aumento da eficiência poderia apenas alterar o declive da parte inicial da curva de resposta. No entanto, se fizermos variar a percentagem de área iluminada ou, a área fotossintética acima do nó da folha estandarte, possibilidades se levantam de aumentarmos a fotossíntese total por duas vias:

- aumento da área iluminada para uma mesma área total o que, podendo provocar pequenos aumentos do consumo de água, poderá conduzir, contudo, a aumentos da fotossíntese;

- uma mesma área iluminada para uma menor área total, o que, admitindo limitações à fotossíntese por deficiência hídrica, poderá conduzir a aumentos da produção.

A alteração da área total e da sua distribuição acima e abaixo do nó da folha estandarte pode ser conseguida através do melhoramento e da técnica cultural. Desta, as três maiores possibilidades de intervenção são a adubação azotada, a data e a densidade de sementeira.

### 2.1.2 DURAÇÃO

A não ser para valores da 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. É o que se verifica em relação ao número de espiguetas diferenciadas (Friend 1965; Halse e Weire 1969; Rawson 1970; Yoshida 1972). Fischer e Khon (1966) encontraram uma correlação

elevada entre a produção e a duração da área fotossintética tendo outros autores aumentado a significância da correlação utilizando a duração da área fotossintética acima do nó da folha estandarte (Simpson 1968; Welbank e outros 1969 cit. por Thorne 1974). Segundo Thorne (1974) a maior parte das diferenças na produção de grão nos ensaios feitos em Rothamsted até 1965, podem ser justificadas pela duração da área foliar após o espigamento. No entanto, esta correlação é menor se o valor de LAI for superior a 7. Gallagher e outros (1976) verificaram que o efeito da deficiência hídrica se deve a um encurtamento da duração do crescimento do grão e não a uma diminuição da taxa. Woodruff (1983) verificou que, para as variedades de trigo na Austrália, o encurtamento do ciclo conduz a uma diminuição do número de espiguetas e do peso em matéria seca à antese. Jakoulev (1973) observou para a União Soviética que a produção de trigo está altamente correlacionada com a duração do período espigamento-maturação desde que este não coincida com temperaturas altas ou baixas e com deficiência ou excesso de água.

No clima mediterrâneo, aonde a deficiência hídrica se vai acentuando no final do ciclo, é admissível limitações ao enchimento do grão principalmente devidas ao encurtamento do período (Asana e outros 1958; Gallagher e outros 1976). O aumento da duração desta fase será uma das possibilidades de se aumentar a produção de grão desde que compense possíveis sacrifícios no número de grãos que em muito depende da duração da primeira e segunda fases. A antecipação do espigamento é algo que tem de ser estudado em função da duração relativa das diferentes fases, havendo também a considerar o perigo do aparecimento de geadas durante a antese (Gott 1961). Outra possibilidade será a alteração das necessidades hídricas da cultura.

Voltando à hipótese anteriormente considerada, plantas com maior proporção de área fotossintética acima do nó da folha estandarte poderão ser uma solução por conduzirem a uma mesma área fotossinteticamente activa para o enchimento do grão e a uma menor superfície transpirante.

Quanto à duração relativa das diferentes fases o melhoramento e a data de sementeira são as duas maiores possibilidades de intervenção. A nutrição mineral parece ter pouco efeito na duração das diferentes fases na cultura do trigo.

### 2.1.3 TAXA

Em condições do meio não limitantes a fotossíntese da espiga e da folha estandarte parecem cobrir as necessidades da espiga em qualquer altura, não sendo a disponibilidade de assimilatos limitante do crescimento do grão (Evans e Dunstone 1970; Evans e Wardlaw 1976). Na produção fotossintética diversos autores atribuem maior importância à área (Asana 1958; Fisher e Khon 1966; Simpson 1968; Evans e outros 1970; Yoshida 1972; Fischer 1973; Watson cit. por Thorne 1974; Evans 1975; Marshall 1980) e à duração (Friend 1965; Fischer e Khon 1966; Halse e Weire 1969; Welbank e outros cit. por Yoshida 1972; Jakoulev 1973; Gallagher e outros 1976) do que à taxa de fotossíntese. Evans e Dunstone (1970) encontraram uma diminuição da taxa de fotossíntese ao longo da evolução da cultura de trigo, sendo as maiores produções de matéria seca actualmente verificadas perfeitamente justificadas pelas maiores doses de azoto utilizadas (Thorne 1974). No entanto, em condições do meio em que ocorram limitações à taxa de fotossíntese, será de admitir que aumentos dessa taxa poderão conduzir a aumentos da produção (Thorne 1974; Gifford e Evans 1981).

A abordagem da fotossíntese pode ser feita considerando três processos parciais (Milthorpe e Morby 1974): a difusão de  $\text{CO}_2$  da atmosfera para os cloroplastos; o processo fotoquímico da utilização da energia da luz; e a utilização do NADPH e ATP para a produção de fotossintatos.

Na primeira fase tem especial importância a condutância do  $\text{CO}_2$  ao nível dos estomas, sendo o encerramento destes em condições de deficiência hídrica a causa primária da redução da fotossíntese (Thoughton 1969 cit. por Begg e Turner 1976) mesmo para valores do potencial da água na planta suficientemente baixos para imporem um emurchimento permanente da folha (Slatyer 1973a). Na segunda fase a intensidade luminosa comanda o processo e, na terceira, a temperatura é o factor mais importante. Para valores normais da concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera, a temperatura tem um efeito relativamente pequeno na taxa de fotossíntese, especialmente para valores baixos da intensidade luminosa (Downes 1970; Milthorpe e Morby 1974; Biscoe e Gallanger 1977). Efeitos desprezáveis da temperatura têm sido encontrados por diversos autores (Campbell e Read 1968; Downes 1970). Durante o Inverno é de admitir que, nas nossas condições, a intensidade luminosa será o factor limitante à taxa de fotossíntese, até porque a

temperatura se encontra próxima dos valores considerados óptimos por Murata e outros (1963) (cit. por Milthorpe e Morby 1974). Para valores elevados da intensidade luminosa a difusão do  $CO_2$  vai ganhando importância, em particular nas nossas condições de sequeiro, aonde o aumento da radiação ao longo do ano é acompanhado por um acentuar da deficiência hídrica. Se em relação à intensidade luminosa durante o Inverno pouco ou nada poderá ser feito, em relação à condutância do  $CO_2$  ao nível dos estomas, melhorias da condição hídrica poderão aumentá-la, e assim, a taxa de fotossíntese. Em relação a este aspecto colocam-se as mesmas hipóteses que em relação à área e à duração, ou seja, espigamento mais cedo e respectivo compromisso em relação às geadas e ao número de grãos e aumento da proporção de área fotossintética acima do nó da folha estandarte, conseguindo-se, assim, uma mesma área fotossinteticamente activa para o enchimento do grão e uma menor área total com os possíveis reflexos na condição hídrica da planta.

## 2.2 DISTRIBUIÇÃO DE ASSIMILATOS

O aumento da produção de grão das modernas variedades de trigo deve-se a uma distribuição de assimilatos mais favorável ao grão (Thorne 1971; 1974; Evans 1975) e às maiores doses de azoto que a resistência à acama destas variedades permite (Thorne 1974).

Segundo Evans (1975) a distribuição de assimilatos é determinada pela fotossíntese por um lado e, por outro, pelo tamanho e proximidade dos vários utilizadores, sendo modificada em alguma extensão pelas conexões vasculares (Wardlaw 1968) e pelas condições ambientais. Se a área do floema em relação às necessidades da espiga é maior nas variedades primitivas de trigo diploide, existe uma considerável variação desta área induzida pelas condições de crescimento, sendo a área do floema à antese proporcional à potencial importação de assimilatos por parte da espiga (Evans e outros 1970). Assim, não é provável que a capacidade do floema seja uma limitação à translocação e distribuição de assimilatos.

Admitindo que a principal fonte de hidratos de carbono do grão é a fotossíntese após a antese (Thorne 1965 cit. por Thorne 1974), em particular a fotossíntese acima do nó da folha estandarte (Simpson 1968; Welbank e outros cit. por Thorne 1974), a translocação de assimilatos para o grão irá depender desta actividade e da sua dimensão relativamente à

capacidade de armazenamento. Em condições de não stress, diversos trabalhos mostram que a capacidade fotossintética não limitou a produção (Welbank e outros 1968 cit. por Thorne 1974; Evans e Rawson 1970; Rawson e Evans 1971; Fischer e Stockman 1982), sendo o número de grãos a determinar produção e a distribuição de assimilatos. No entanto, outros trabalhos mostram que limitações à fotossíntese durante o enchimento do grão podem conduzir à diminuição da produção deste (Asana e Williams 1965; Aspinall 1965; Wardlaw 1970 e 1971; Passioura 1976; Fischer 1983), continuando mesmo assim o tamanho do sumidouro a ser um factor importante na produção e na distribuição de assimilatos (Fischer e Khon 1966; Fischer 1983).

Apesar da fotossíntese corrente ser o principal fornecedor de assimilatos do grão, existe translocação de hidratos de carbono previamente acumulados. Segundo Wardlaw e Porter (1967) a contribuição destes hidratos de carbono não é superior a 5-10% e provém dos dois entrenós superiores. Em condições de secura outros autores têm estimado contribuições mais elevadas (Gallagher e outros 1976; Bidinger e outros 1977). No entanto este aumento é mais relativo que absoluto em parte devido a uma diminuição da produção de grão. A translocação de assimilatos do caule não dependeu da quantidade armazenada (Gallagher e outros 1976) e a translocação de armazenados há mais de 27 dias antes da antese foi desprezável (Bidinger e outros 1977). Passioura (1976) encontrou que a duração de translocação e, assim, da quantidade translocada, em condições de deficiência hídrica, dependiam da disponibilidade de água, aumentando com esta.

Entre nós, em que são prováveis limitações fotossintéticas devidas a deficiência hídrica, poderá haver um equilíbrio fonte-sumidouro delicado. O número de grãos está muito relacionado com o peso em matéria seca ou a área foliar à antese (Fischer e Khon 1966; Yoshida 1972) ou com os valores destes acima do nó da folha estandarte (Simpson 1968). Contudo, maior crescimento vegetativo poderá diminuir a capacidade de enchimento por limitações hídricas à fotossíntese e diminuição da duração de translocação de assimilatos previamente armazenados e cuja quantidade translocada parece não depender da quantidade armazenada. Por outro lado, a redução do peso em matéria seca ou da área foliar à floração, tem de ser estudada em função dos efeitos contraditórios que poderá provocar. Se os trabalhos de Passioura (1976) e de Richards (1983) mostram que, em condições de deficiência hídrica, pode haver um investimento excessivo em folhas,

Fischer e Khon (1966) encontram correlações positivas elevadas entre a área foliar à antese, o número de grãos e a produção numa situação em que a deficiência hídrica se foi acentuando ao longo do ciclo da cultura. As diferentes técnicas utilizadas para se conseguir as variações pretendidas da área foliar, assim como diferentes intensidades de deficiência hídrica, poderão ser causas da contradição dos resultados. Outra possibilidade de intervenção reside no aumento da proporção da área foliar acima do nó da folha estandarte, que para além dos efeitos anteriormente discutidos poderá interferir de forma favorável na distribuição de assimilatos. Uma mesma área foliar acima do nó da folha estandarte para uma menor área total, se diminuírem as necessidades hídricas da cultura e admitindo a relação encontrada por Simpson (1968), poderá aumentar a capacidade fotossintética e a duração de translocação de assimilatos previamente armazenados, sem afectar pelo menos de uma forma proporcional à redução da área total, o número de grãos.

## 2.3 COMPONENTES DA PRODUÇÃO

A produção final de grão da cultura de trigo depende do número de grãos/área, que define a capacidade de armazenamento da cultura, e do peso médio de um grão que depende da capacidade fotossintética durante o enchimento do grão (Thorne 1974).

### 2.3.1 NÚMERO DE GRÃOS/ÁREA

O número de grãos/área depende do número de grãos/espiga e do número de espigas/área.

#### 2.3.1.1 NÚMERO DE ESPIGAS/ÁREA

Este componente da produção vai sendo definido ao longo de um longo período da vida da cultura, em particular entre o afilhamento e o espigamento. Para as densidades de sementeira e doses de azoto actualmente utilizadas, o número de pés no final do afilhamento é normalmente suficiente para garantir populações de espigas à colheita óptimas em termos de produção de grão. Este valor óptimo varia com as condições ambientais,



apresentando Scott e outros (1975) o valor de 800/m<sup>2</sup> em ensaios na Nova Zelândia e Willington (1985) o de 600-650/m<sup>2</sup> para a Inglaterra.

Se a população potencial no final do afilhamento ultrapassa normalmente a população produtiva óptima, a possibilidade de se atingir um valor adequado de espigas/área à colheita, irá depender da taxa de sobrevivência dos filhos (Scott e outros 1977; Willington e Biscoe 1984). O número de filhos produzidos depende da variedade (Dewey e Albrechtsen 1985), da densidade de sementeira (Fraser e outros 1982), da nutrição azotada (Scott 1977), da temperatura (Thorne 1974), da radiação e da condição hídrica da cultura (Gales 1983). A taxa de sobrevivência dos filhos depende em primeiro lugar da competição pelo azoto durante o encanamento (Willington e Biscoe 1974; Blacklow e Incoll 1981; Willington 1985). A competição por assimilatos pode controlar também a sobrevivência, tendo a radiação (Puckridge 1968; Evans 1978) e a deficiência hídrica (Johnson e Kanemas 1982; Hochman 1982) efeitos acentuados.

#### 2.3.1.2 NÚMERO DE GRÃOS/ESPIGA

Existe com muita frequência uma correlação negativa entre o número de grãos/espiga e a densidade de espigas. Estes crescimentos compensatórios verificam-se principalmente para populações de espigas elevadas (Black e Aase 1982).

O número de grãos/espiga vai sendo definido durante um período relativamente longo do desenvolvimento da planta, que vai desde o início da diferenciação das espiguetas até o vingamento do grão após a antese. De uma forma geral, o alongamento do ciclo entre estas duas fases conduz a um aumento do número de grãos/espiga mesmo que este aumento da duração seja acompanhado de uma diminuição da taxa de crescimento (Friend 1965; Halse e Weire 1969; Rawson e Evans 1971; Yoshida 1972).

A temperatura (Wardlaw 1970; Fischer e Maurer 1976; Rawson e Bagga 1979; Smika 1980; Frank 1982; Amores-Vergara e Cartwright 1984; Hames e Marshall 1986) e a radiação (Evans 1978; Fischer 1980; Fischer e Stockman 1980 e 1982; Stockman e outros 1983; Hames e Marshall 1986) são os factores climáticos que mais afectam este componente da produção. No entanto, a condição hídrica da cultura (Wardlaw 1967; Slatyer 1969; Nix e

Fitzpatrick 1969; Johnson e Kanemas 1982; Hockman 1982; Steiner 1985) e a nutrição azotada (Puckridge 1968) são também factores importantes.

### 2.3.2 PESO MÉDIO DE UM GRÃO

O peso de um grão é definido após a antese, durante o seu enchimento. No entanto, as condições ambientais nas fases anteriores à antese podem afectar o peso médio de um grão pois delas depende a área fotossintética à antese (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 e outros 1977; Wardlaw e outros 1980). Contudo, situações em que a maturação é forçada por temperaturas elevadas após a antese, o peso de um grão está mais relacionado com a taxa de crescimento do grão (Sayed e outros 1983) na qual a variedade tem grande influência (Sofield e outros 1977; Bruckner e Frohberb 1987).

O peso médio de um grão é influenciado pela temperatura (Wardlaw 1970; Sofield e outros 1977; Wardlaw 1980; Smika 1980; Wiegand e outros 1981; Bhullar e Jenner 1983), pela radiação (Evans 1978) e pela deficiência hídrica (Slatyer 1969; Brooks e outros 1982; Hockman 1982). A deficiência azotada pode também afectar o peso de um grão por acelerar a senescência das folhas (Gifford e Evans 1981).

### 2.3.3 CAPACIDADE DE ENCHIMENTO E CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO

Muita tem sido a controvérsia acerca de qual dos dois factores é mais importante na definição da produção. Numerosas são as situações em que a produção é determinada principalmente pelo número de grãos (Housley e outros 1982; Evans 1982; Gales 1983; Havelka e outros 1984), mesmo em situações em que ocorreram deficiências hídricas durante o enchimento do grão (Fischer e Khon 1966). No entanto, diversos autores verificam uma correlação positiva entre a produção e a duração da área fotossintética após a antese, da qual depende a capacidade de enchimento (Fischer Khon 1966; Simpson 1968; Hsu e Walton 1971; Yap e Harvey 1972; Mohiuddin e Croy 1980). Bingham (1967 e 1971) considera que a produção de grão depende geralmente de ambos pois a remoção de grãos da espiga promove o crescimento dos restantes sem, no entanto, a compensação ser suficiente para se manter

a produção por espiga. Por outro lado, uma diminuição da capacidade de enchimento em relação à de armazenamento, aumenta a translocação de assimilatos previamente armazenados para o grão (Evans e Dunstone 1970; Biscoe e Gallagher 1977; Thorne 1974; Cook e Evans 1978), havendo mesmo a possibilidade de aumento da taxa de fotossíntese (King e outros 1967; Gifford e Evans 1981). Mesmo em situações de produções muito elevadas, o aumento da taxa de fotossíntese pelo enriquecimento da atmosfera em CO<sub>2</sub>, pode conduzir a aumentos da produção por aumentar o peso médio de um grão (Gifford 1977). Se compararmos as produções e respectivos componentes para diversos ensaios na Inglaterra (Gales 1983) verificamos que as produções muito elevadas só se atingem com um elevado número de grãos/área, mas que para um mesmo número de grãos/área pode existir uma elevada variação da produção devida ao peso médio de um grão.

#### QUADRO 2.1

##### Produções e Seus Componentes em Ensaios Realizados em Inglaterra

PRODUÇÃO	ESPIGAS /m <sup>2</sup>	GRÃOS/ESPIGA	GRÃOS/ÁREA	PESO DE UM GRÃO
5000	347	27,9	9700	51,0
4920	447	31,6	14100	34,8
7180	386	34,0	13100	55,0
7768	426	39,0	16900	45,9
7780	435	36,8	16000	48,3
9480	411	47,0	19300	50,4
8230	385	41,9	16100	51,2
3400	354	26,5	9400	37,0
3980	360	26,6	9600	41,4
3370	462	19,6	9100	33,9
3250	511	17,4	8900	33,5

(Gales 1983)

Uma razão pela qual muitos autores atribuem maior importância ao número de grãos resultará da maior variação a que este componente está sujeito. Assim, os coeficientes de correlação entre o número de grãos e a produção tendem a ser maiores do que entre a produção e o peso médio de um grão.

## 2.4 EFEITO DOS FACTORES AMBIENTAIS

A análise do efeito dos factores ambientais pode ser melhor entendida se se tiver em conta que estes podem afectar a produção pelas seguintes vias :

- se provocarem diferenças no crescimento que conduzam a diferenças da área foliar à antese, e assim, a possíveis diferenças no peso de um grão (Thorne 1974);

- se provocarem diferenças no crescimento que conduzam a diferenças no número de grãos/área (Thorne 1974);

- se provocarem diferenças na duração do período de enchimento do grão.

Em qualquer das fases do ciclo da cultura os factores ambientais podem afectar o(s) componente(s) em formação nessa fase através quer da taxa quer da duração do período. O efeito na produção depende ainda de possíveis crescimentos compensatórios em outras fases do ciclo da cultura nas quais os outros componentes da produção são definidos.

### 2.4.1 TEMPERATURA

A temperatura pode afectar a produção de grão por afectar quer a taxa de crescimento quer a taxa de desenvolvimento da cultura. O efeito da temperatura na taxa de crescimento depende do estágio de desenvolvimento. Antes da cultura atingir um índice de área foliar de 4, variações na quantidade de energia interceptada são um factor muito mais preponderante na fotossíntese total da cultura do que a taxa de fotossíntese por unidade de área foliar (Roger e Evans 1981). Por outro lado, nestes estádios iniciais da cultura, a produção de matéria seca depende principalmente da fotossíntese total uma vez que a respiração de manutenção é pequena em relação à respiração de síntese (Biscoe e Callagher 1977), ou seja, para valores de LAI inferiores a 4 são os factores que governam a quantidade de

energia interceptada também os que governam a taxa de crescimento da cultura. Na ausência de deficiência hídrica, a taxa de expansão da folha aumenta linearmente com a temperatura entre os 3 e os 15°C (Biscoe e Callagher 1977). Pode pois considerar-se que, normalmente nas nossas condições, a temperatura será um factor limitante à taxa de crescimento da cultura do trigo para valores de LAI menores que 4. À medida que a planta aumenta a sua área foliar e a quantidade de matéria seca acumulada vão-se registando aumentos da respiração de manutenção sem aumentos da quantidade de energia interceptada. Assim, a taxa de crescimento passa a depender da fotossíntese líquida e a taxa de fotossíntese por unidade de área é cada vez mais importante na definição da taxa de fotossíntese da cultura. A temperatura começa assim a ter efeitos negativos na taxa de crescimento para os valores normalmente verificados no campo. Biscoe e Callagher (1977) detectaram, para Inglaterra, uma diminuição de 5% na taxa de crescimento da cultura com o aumento de 5°C na temperatura do mês de Maio, enquanto que uma elevação idêntica em Julho, afectou a taxa de crescimento em 30%. Neste período e na ausência de deficiência hídrica a taxa de crescimento é função da radiação (Biscoe e Callagher 1977; Roger e Evans 1981).

Quanto ao efeito na taxa de desenvolvimento, excepto em situações em que tem efeitos desvernalizantes, a temperatura acelera o desenvolvimento (Thorne e outros 1968; Syme 1973; Angus e outros 1981; Amores-Vergara e Cartwright 1984; Hammes e Marshall 1986).

#### 2.4.1.1 EFEITO DA TEMPERATURA NO NÚMERO DE GRAXOS/ÁREA

Vimos que a temperatura aumenta a taxa de crescimento nos estágios iniciais e acelera o desenvolvimento. O seu efeito sobre o componente da produção em formação em cada uma das fases irá depender da resultante destes dois efeitos.

A interacção dos efeitos da temperatura em diversas fases é normalmente pequeno comparado com o efeito principal em cada uma das fases (Thorne e outros 1968).

#### 2.4.1.1.1. EFEITO NO NÚMERO DE ESPIGAS/ÁREA

A temperatura poderá afectar o número de espigas/área à colheita por afectar o número de filhos produzidos e a sua taxa de sobrevivência. O efeito sobre o número de filhos é variável. Campbell e Read (1968) e Thorne e outros (1968) afirmam que não há efeito da temperatura. No entanto, Pinthus e Meiri (1979) detectaram um aumento do número de filhos com a diminuição da temperatura. A sobrevivência dos filhos diminui com o aumento da temperatura entre a diferenciação floral e a antese (Thorne e outros 1968; Campbell e Read 1968; Fischer e Maurer 1976; Pinthus e Meiri 1979), podendo mesmo ser afectada pela temperatura antes da iniciação floral (Rawson e Bagga 1979).

#### 2.4.1.1.2 EFEITO NO NÚMERO DE GRÃOS/ESPIGA

O número de grãos/espiga depende do número de espiguetas/espiga e do número de grãos/espiguetas.

##### 2.4.1.1.2.1 NÚMERO DE ESPIGUETAS/ESPIGA

De uma forma geral as condições que aceleram a diferenciação floral tendem a diminuir o número de espiguetas por diminuírem a formação de espiguetas terminais (Evans 1975).

Nas variedades com marcada resposta à vernalização, o período da germinação até à diferenciação floral é o mais importante na definição do número de espiguetas, enquanto que nas variedades sem resposta à vernalização o número de espiguetas depende do período iniciação floral-formação da espiguetas terminal (Rawson 1970). Assim, o efeito da temperatura depende da variedade e da fase em que actua (Halse e Weire 1970). Nas variedades com necessidade de vernalização o aumento da temperatura entre a germinação e a diferenciação floral, aumentando a duração desta fase, aumenta o número de espiguetas (Aitken 1966; Halse e Weire 1970; Rawson 1970).

Nas variedades sem resposta à vernalização a temperatura entre a germinação e a diferenciação floral parece não afectar o número de espiguetas (Aitken 1966; Rawson 1970) mesmo que a sua diminuição provoque

um aumento da duração desta fase (Halse e Weire 1970). Para estas variedades, o aumento da temperatura entre a iniciação floral e a formação da espiguetas terminal, diminuindo a duração desta fase, provoca uma redução do número de espiguetas (Friend e outros 1963; Friend 1965; Campbell e Read 1968; Rawson 1970; Syme 1973; Fischer e Maurer 1976; Rawson e Bagga 1979; Frank e Baver 1982; Amores-Vergara e Cartwright 1984).

#### 2.4.1.1.2.2 NÚMERO DE GRÃOS/ESPIGUETA

O número de grãos/espiguetas vai depender do número de flores férteis assim como da sua polinização e vingamento do grão. É pois definido durante um período longo da vida da planta. Variações da temperatura de 15/10°C para 27/22°C desde a iniciação floral até a emergência da folha estandarte diminuem o número de grãos por espiguetas, sendo esta redução tanto mais acentuada quanto mais longa a exposição às temperaturas elevadas (Fischer e Maurer 1976; Rawson e Bagga 1979). No entanto, o número de grãos/espiguetas parece ser mais afectado pela elevação da temperatura entre o espigamento e a antese (Fischer 1973; Biscoe e Callagher 1977; Woodruff e Tonks 1983; Bhullar e Jenner 1983), podendo mesmo ser afectado pela temperatura após a antese (Wardlaw 1970) não tendo este efeito tardio sido confirmado por outros autores (Asana e Williams 1965).

#### 2.4.1.2 EFEITO DA TEMPERATURA NO PESO MÉDIO DE UM GRÃO

O aumento da temperatura após a antese diminui a duração do período de enchimento do grão sendo numerosos os autores a referirem que esta redução da duração conduz a uma diminuição do peso de um grão (Asana e Williams 1965; Campbell e Read 1968; Thorne e outros 1968; Wardlaw 1970; Sofield e outros 1977; Wiegand e Cuellar 1981; Midmore e outros 1982; Bhullar e Jenner 1983; Amores-Vergara e Cartwright 1984). No entanto, 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 e Maurer 1976; Wardlaw e outros 1980). Estes últimos verificaram que o aumento da temperatura de 15/10°C 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. Aumentos da temperatura de 21/16°C para 30/25°C provocam nova redução do período de enchimento sem alterar a taxa pelo que se verifica uma substancial redução do peso de um grão. Quando a duração da fase de enchimento é limitada por temperaturas elevadas, a melhor possibilidade de se atingir um elevado peso médio de um grão é usar-se variedades com elevadas taxas de enchimento (Bruckner e Fröhberg 1987). Segundo os mesmos autores, a variação genética da duração e da taxa de crescimento do grão são independentes.

## 2.4.2 RADIAÇÃO

Vimos que nos estádios iniciais da cultura a taxa de crescimento na ausência de deficiência hídrica é principalmente controlada pela temperatura, sendo mais tarde controlada pela radiação. No entanto, nas fases iniciais da vida da planta, em particular durante a diferenciação e desenvolvimento da inflorescência, a competição por assimilatos é muito elevada pelo que limitações à taxa de fotossíntese da planta podem provocar reduções do(s) componente(s) da produção em formação na altura (Evans 1975). Se os efeitos mais importantes da radiação dizem respeito à fotossíntese, a sua influência na produção é mais complexa podendo afectar a distribuição de assimilatos através do processo da fotomorfogénese e o desenvolvimento do ciclo reprodutivo através do fotoperíodo (Evans 1973).

### 2.4.2.1 EFEITO DA RADIAÇÃO NO NÚMERO GRÃOS/ÁREA

De uma forma geral verifica-se que o aumento da intensidade luminosa antes da antese aumenta o crescimento, mas não necessariamente a produção de grão (Thorne 1974). O efeito de variações da duração (fotoperíodo) depende do estádio da planta. Da germinação à diferenciação floral, a diminuição do fotoperíodo aumenta o número de grãos por espiga mas em qualquer fase posterior tem um efeito depressivo na produção (Thorne e outros 1968; Hammes e Marshall 1986).



#### 2.4.2.1.1. NÚMERO DE ESPIGAS/ÁREA

O número de filhos/planta e o número de espigas/área à colheita aumentam com o aumento da radiação (Friend 1965; Puckridge 1968; Campbell e Read 1968; Langer 1974; Evans 1978).

##### 2.4.2.1.1.1 NÚMERO DE GRÃOS/ESPIGA

A redução da intensidade luminosa diminui o número de espiguetas/espiga quer por reduzir a taxa de crescimento do ápice e de diferenciação das espiguetas, quer por antecipar o espigamento (Friend 1965). O efeito da radiação no número de grãos/espiguetas é muito acentuado (Wardlaw 1970), em particular para doses baixas de azoto (Puckridge 1968). O período mais sensível é entre o espigamento e a antese (Evans 1978; Fischer e Stockman 1980 e 1982) mas reduções da radiação entre a emergência da folha estandarte e a emergência da espiga causam também redução do número de grãos/espiguetas (Stockman e outros 1983). A diminuição deste componente é devida a uma diminuição do número de flores férteis devido a uma maior competição por assimilatos (Fischer e Stockman 1980).

#### 2.4.2.2 EFEITO NO PESO MÉDIO DE UM GRÃO

Apesar de diversos autores terem encontrado um aumento da translocação de assimilatos produzidos em fases anteriores ao enchimento do grão em situações de limitação à fotossíntese por ensombreamento durante esta fase (Callagher e outros 1976; Bidinger e outros 1977), o peso final do grão foi reduzido. Sendo a fotossíntese corrente a principal fonte de hidratos de carbono do grão (Thorne 1974), é de admitir que a radiação tenha um efeito importante sobre o peso do grão. No entanto, não só por causa da translocação dos hidratos de carbono previamente acumulados, como também, com muita frequência, a capacidade fotossintética durante o enchimento do grão não ser um factor limitante, só raramente há uma relação simples entre a radiação incidente e a produção durante o enchimento do grão (Evans 1973). Assim, há resultados contraditórios na bibliografia, não tendo Campbell e Read (1968) detectado algum efeito da radiação sobre o peso de um grão. Sofield e outros (1977) encontram um efeito dependente da

variedade, sendo o efeito desta mais acentuado. Evans(1978) verifica um aumento ligeiro do peso de um grão pelo aumento da irradiância durante o período de crescimento do grão tendo Wardlaw (1970) e Jenner (1980) encontrado um efeito mais acentuado da radiação mesmo quando o tratamento foi aplicado num período de apenas 10 dias após a antese . Thorne e outros (1968) constataam um aumento do peso de um grão pelo aumento do fotoperíodo durante a fase de enchimento. Quando a radiação aumenta o peso de um grão fá-lo pelo aumento da taxa de crescimento do grão e não pela sua duração (Sofield e outros 1977).

### 2.4.3 TEMPERATURA E RADIAÇÃO

Vimos que com muita frequência aumentos da temperatura conduzem a diminuições da produção por encurtarem a duração da fase em que esse aumento é aplicado, enquanto que aumentos da radiação conduzem frequentemente a aumentos da produção por aumentarem a taxa. No campo, acontece existir uma covariância entre estes dois parâmetros, sendo o aumento da radiação normalmente acompanhado pelo aumento da temperatura. Midmore e outros (1984) estudaram o efeito conjunto dos dois factores pelo chamado quociente fototermal (radiação solar média/temperatura média) em diversas fases do ciclo da cultura. No período em que a planta é mais sensível à variação dos factores ambientais, ou seja, no período de 30 dias precedentes à antese, a produção e o número de grãos estão positiva e altamente correlacionados com este quociente. No entanto, na faixa mais alta dos valores da temperatura, o efeito desta pode sobrepôr-se ao do da radiação (Evans e Wardlaw 1976).

### 2.4.4 AGUA

A água interfere com o crescimento e a produção das plantas por situações quer de deficiência quer de excesso. Nas nossas condições e para a cultura do trigo, o mais frequente é verificarem-se excessos de água nos estádios iniciais, durante o Inverno, e deficiências durante o enchimento do grão. No entanto nem sempre assim acontece, havendo anos em que a deficiência hídrica pode ocorrer durante o Inverno, tendo como exemplo o ano agrícola de 1982/83.

#### 2.4.4.1 DEFICIÊNCIA HÍDRICA

O encerramento dos estomas é a causa primeira da redução da fotossíntese em condições de deficiência hídrica. Contudo, deficiências severas e prolongadas podem conduzir à diminuição da actividade dos cloroplastos e enzimas e à redução da fotossíntese para além do encerramento dos estomas (Begg e Turner 1976), apesar de Slatyer (1973a) ter encontrado que até o emurchimento permanente das folhas todo o declínio da actividade fotossintética pode ser atribuído ao encerramento dos estomas. O potencial da água necessário para o encerramento dos estomas no trigo depende do estágio de desenvolvimento e diminui com a idade da planta (Morgan 1977; Tear e outros 1982), devido a uma condutância difusiva das folhas mais elevada (Morgan 1977). Em condições de deficiência hídrica os órgãos mais jovens recebem um fornecimento preferencial de água (Marshall e outros 1980), mantendo a espiga taxas de fotossíntese mais altas que o caule e as folhas (Wardlaw 1971) e sendo o potencial da água no grão relativamente estável mesmo em condições de deficiência hídrica devido à descontinuidade do xilema e à deposição de lípidos (Barlow e outros 1980).

Apesar da deficiência hídrica tender a aumentar a translocação de assimilatos para o órgão em mais activo crescimento na altura em que a deficiência é imposta (Wardlaw 1967; 1971; Callagher e outros 1975; Bidinger e outros 1977; Marshall e outros 1980), a translocação para fora das folhas é retardada pela deficiência o que, conjuntamente com a antecipação da senescência e maturação, faz que o aumento da translocação não seja, normalmente, capaz de compensar a diminuição da taxa de fotossíntese, especialmente se a deficiência for severa (Slatyer 1973b).

Morgan (1983) analisando 20 genótipos de trigo diferentes encontrou diferenças genéticas quanto à sua capacidade de osmorregulação e que isto conferia diferentes capacidades produtivas em condições de deficiência hídrica.

Vemos assim que o efeito da deficiência hídrica na taxa de fotossíntese é variável com a idade da planta, com o órgão e com a variedade e que diminuições da taxa de fotossíntese podem ser parcialmente compensadas por aumentos da translocação o que ajuda a explicar diferenças de resultados que se encontram na bibliografia.

#### 2.4.4.1.1 EFEITO NO NÚMERO DE GRÃOS/ÁREA

A deficiência hídrica pode afectar o número de grãos por reduzir o número de espigas (Campbell e Read 1968; Begg e Tuner 1976; Fischer e outros 1977; Gales e Wilson 1981; Johnson e Kanemas 1982; Steiner 1985), particularmente durante o encanamento (Hooker e outros 1983) e o número de grãos/espiga (Asana e outros 1958a; b; Slatyer 1969; Fischer 1973; Hang e Miller 1983; Steiner 1985), sendo este componente da produção mais afectado que o primeiro (Aspinal e outros 1964). É com muita frequência aceite que o estágio mais sensível à deficiência hídrica é o período de 15 dias anterior à antese (Nix e Fitzpatrick 1969; Fischer 1973; Mogensen 1980), apesar do número de grãos/área poder ser afectado por deficiências em outras fases. Slatyer (1969) e Hochman (1982) encontraram efeitos negativos desde a diferenciação das espiguetas até à fertilização, não tendo encontrado efeito de deficiências impostas antes da diferenciação floral. Asana e outros (1958a; b) encontraram efeitos de deficiências hídricas impostas já depois da antese.

#### 2.4.4.1.2 EFEITO NO PESO MÉDIO DE UM GRÃO

Devido ao facto de em condições de não stress existir, muitas vezes, um excesso de fotossíntese em relação às necessidades do grão e de limitações à fotossíntese poderem aumentar a translocação para o grão, deficiências hídricas moderadas e de curta duração podem não afectar a produção de grão, principalmente se ocorrem em fases iniciais do seu enchimento (Aspinal e outros 1964; Slatyer 1973b), podendo o mesmo acontecer com deficiências intensas desde que sejam de curta duração (Fischer 1973). Asana e outros (1958a; b) verificaram que deficiência hídrica logo após a antese, tendo diminuído o número de grãos provocou um aumento do peso de um grão, o mesmo tendo verificado Wardlaw (1971). No entanto, se a deficiência é prolongada há uma redução do peso de um grão quer por uma redução da taxa de crescimento do grão, quer por uma menor duração do período de enchimento (Aspinall 1965; Connor 1975; Marshall e outros 1980; Hochman 1982; Brooks e outros 1982), duração esta que limita a translocação de assimilatos produzidos em fases anteriores (Callagher e outros 1976; Passioura 1976; Marshall e outros 1980).

#### 2.4.4.2 EXCESSO DE AGUA

é do conhecimento geral que o encharcamento reduz o crescimento da maior parte das plantas. Em relação ao trigo há informação dispersa que reporta efeito variável do encharcamento na produção. Na Holanda, Sieben (1964) reporta que o aumento da frequência de toalhas freáticas junto à superfície de Novembro a Abril reduz a produção de trigo, tendo Vanhorn (1958) encontrado uma redução de 50% comparando talhões com toalha freática com talhões sem toalha freática, mas apenas se se utilizavam baixas doses de azoto. Em Inglaterra, a variação da produção com a drenagem ao longo de vários anos mostrou-se muito variável, desde ausência de efeito até aumentos de 20% (Armstrong 1978). Cannell e outros (1980) num ensaio com toalha freática variável desde Outubro a Maio, encontraram uma ausência de efeito para níveis de produção de 3-4t/ha, uma redução de 8% para produções de cerca de 7 t/ha e 15% de redução para produções de 10t/ha, apesar da redução da taxa de crescimento da cultura durante o encharcamento ter sido superior, na ordem dos 30%. Rickman e Kepper (1980) referem, para a região Noroeste dos Estados Unidos, reduções máximas de 35% na produtividade do trigo devidas ao encharcamento. No estado de Oregão têm-se detectado reduções maiores que podem chegar à perda completa da cultura, tendo este efeito sido atribuído à toxicidade de manganês (Goetze 1981). Em 20 distritos da região mediterrânica da Austrália, com a precipitação de Abril a Outubro a variar de 100 a 500 mm, French e Schultz (1984) encontraram uma correlação positiva entre a precipitação e a produção de trigo. Em Portugal vários autores tem estabelecido uma relação negativa muito marcada entre a precipitação de Outono-Inverno e a produção de trigo que em termos da produtividade média por Distrito representam quebras de 50% (Figueiredo 1919; Frazão 1943; Oliveira 1955; Carvalho 1978), podendo o efeito ser muito mais acentuado dependendo do tipo de solo.

Existem várias causas para a quebra de produtividade das culturas em condições de encharcamento, em particular quando se desenvolvem condições de anaerobiose. A absorção de muitos iões é inibida na ausência de oxigénio (Epstein 1972), há produtos tóxicos, quer orgânicos quer inorgânicos, que se desenvolvem no solo em consequência da respiração anaeróbica (Russell 1977) e alterações morfológicas e fisiológicas das plantas como a permeabilidade das raízes (Russell 1977). No entanto, a

causa mais frequentemente apontada para o efeito negativo do encharcamento na produção da cultura de trigo, é a deficiência de azoto devido às perdas por lavagem e desnitrificação (Fisher 1924; VanHorn 1958; Millington 1961; Van Der Paauw 1972; Leyshon e Sheard 1974; Rickman e Klepper 1980; Cannel e outros 1980; Gales 1983). A maior incidência de doenças tem também sido referida (Watson 1963) muitas das vezes consequência da má nutrição azotada da cultura (Huber e outros 1968; Huber 1972; Huber e outros 1980). Reduções muito acentuadas da produtividade tem sido atribuídas, com muita frequência, à toxicidade de manganês, particularmente em solos de pH baixo (Neenan 1960; Foy e outros 1965; Karathanasis e outros 1980; Goetze 1981; Ohki 1985), pois a solubilidade do manganês aumenta rápidamente com a diminuição do potencial redox e do pH (Leeper 1970; Ponnampertuma 1984). A presença de outros iões interfere também com a absorção de Mn, sendo a absorção deste deprimida pela presença de ferro e magnésio (Wallace 1961) e pelo cobre, ferro ou zinco (Tisdale e outros 1975). Ao contrário do Mn total, o manganês solúvel em água, de troca e fácilmente reductível apresentam maior concentração à superfície (Randhaw e outros 1961 cit. por Hudson 1963) pelo que situações de encharcamento, mantendo o sistema radical mais superficial, podem contribuir para que a planta se alimente numa camada de solo aonde a concentração de Mn facilmente utilizável tende a ser maior, para além de um aumento da sua solubilidade devido a uma diminuição do potencial redox. A concentração crítica de Mn em folhas jovens de trigo, a partir do qual se torna tóxico, é de cerca de 350 ppm (Mengel dados não publicados; Ohki 1985) e em caso de amostras de toda a planta ao espigamento, este valor baixa para cerca de um terço (comunicação pessoal do Dr. Mengel, especialista em nutrição de plantas do Departamento de Agronomia da Universidade de Purdue). Alguma dificuldade na determinação do nível crítico resulta do coeficiente de variação da determinação analítica do Mn que pode atingir 20% (Houba e outros 1986).

Em Portugal, a explicação apontada por Oliveira (1958) diz respeito a um enraizamento mais superficial, o que aumentaria a susceptibilidade da cultura à deficiência hídrica na parte final do ciclo.

O estágio de desenvolvimento tem importância no efeito do encharcamento. Cannel e outros (1980) encontram como estágio mais sensível o que vai da germinação à emergência da cultura; Watson e outros (1976) os estádios anteriores ao afilhamento; Stefanovskii e outros (1963) entre a

quinta e a oitava folhas; e Campbell e outros (1969) durante a formação do polen.

## 2.4.5 NUTRIÇÃO AZOTADA

Em relação à nutrição mineral, trataremos apenas da nutrição azotada. Não por considerarmos sem importância os outros nutrientes, mas por estarem fora das nossas preocupações experimentais.

O azoto afecta a taxa de crescimento da cultura por afectar a fotossíntese total através da quantidade de energia interceptada, quer pelo aumento da área foliar (Thorne 1974; Milthorpe e Morby 1979), quer pelo aumento da sua duração (Thorne 1974; Gifford e Evans 1981). Apesar do azoto aumentar a taxa de fotossíntese (Evans 1983) parece pouco provável que isto aconteça em condições de campo (Thomas e Thorne 1975). Na cultura do trigo, a taxa de desenvolvimento não é afectada pela nutrição azotada (Greenwood e outros 1969; Halse e outros 1969; Frank e Baver 1982).

### 2.4.5.1 EFEITO DO AZOTO NO NÚMERO DE GRÃOS/ÁREA

Este é o componente da produção mais afectado pelo azoto. A adubação azotada aumenta o número de grãos/área principalmente pelo aumento do número de espigas/área à colheita (Halse e outros 1969; Scott e outros 1977; Milthorpe e Morby 1979; Blacklow e Incoll 1981; Willington 1985), podendo aumentar também o número de grãos/espiga (Puckridge 1968; Yoshida 1972; Frank e Baver 1982; Willington 1985).

### 2.4.5.2 EFEITO DO AZOTO NO PESO MÉDIO DE UM GRÃO

O efeito do azoto no peso de um grão é menor e menos consistente que o efeito no número. O azoto pode aumentar o peso do grão através do aumento da área foliar à antese (Thorne 1974; Milthorpe e Morby 1979) e pela duração dessa área (Thorne 1974; Gifford e Evans 1981).

#### 2.4.5.3 RECUPERAÇÃO DO AZOTO PELA CULTURA

Sendo o azoto um factor decisivo na produtividade do trigo e um factor caro, a sua taxa de recuperação pela cultura é um aspecto de grande significado prático. Este assunto está revisto entre nós por Alves (1979). A recuperação pela cultura do azoto aplicado varia normalmente entre 20 e 40% dependendo das condições de clima, solo, natureza do adubo utilizado e do método de determinação. Para as nossas condições e nos Barros pretos, a recuperação média do azoto foi de 35% para o nitrato de amónio (Alves 1979). Esta baixa recuperação do azoto deve-se principalmente à perda de azoto por lavagem que nas nossas condições pode atingir 90 kg/ha.ano (Almeida 1965).

#### 2.4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo podemos dizer que os factores do ambiente podem afectar a produção de trigo por afectarem a sua taxa de crescimento e de desenvolvimento. O aumento da temperatura aumenta a taxa de crescimento da cultura nas fases iniciais por aumentar a quantidade de energia interceptada. Para valores de LAI acima de 4, provoca uma diminuição tanto mais acentuada quanto maior a quantidade de matéria seca acumulada. Quanto à taxa de desenvolvimento, o aumento da temperatura tende a acelerá-la. Como resultado o aumento da temperatura tende a diminuir a produção de grão pois, mesmo quando aumenta a taxa de crescimento, o encurtamento do ciclo conduz normalmente a uma redução do componente da produção em formação.

A radiação pode aumentar a taxa de crescimento da cultura por aumentar a taxa de fotossíntese por unidade de área e por aumentar a quantidade de energia interceptada, não tendo efeito na taxa de desenvolvimento a não ser pelo fotoperíodo. Assim, o aumento da intensidade luminosa tende a aumentar a produção.

A deficiência hídrica afecta a taxa de crescimento da cultura por diminuir a taxa de fotossíntese e a quantidade de energia interceptada. Quando afecta a taxa de desenvolvimento o seu efeito é de uma redução. Como consequência o seu efeito sobre a produção é negativo.

O excesso de água diminui a produção principalmente por afectar a absorção de nutrientes, em particular do azoto. Efeitos catastróficos do



encharcamento estão normalmente ligados a outras causas, como a toxicidade de manganês.

O azoto aumenta a taxa de crescimento da cultura por aumentar a quantidade de energia interceptada, quer pelo aumento da área quer pelo aumento da duração e, como o azoto não tem normalmente efeito sobre a taxa de desenvolvimento, contribui assim para o aumento da produção.

## 2.5 EFEITO DE OUTRAS TÉCNICAS CULTURAIS

Relativamente à técnica cultural vamos rever apenas aquelas que dizem respeito às nossas preocupações experimentais.

### 2.5.1 DATA DE SEMENTEIRA

A data de sementeira é um factor da técnica cultural com grande influência na produção de trigo, pois afecta as taxas de crescimento e desenvolvimento. Este efeito deve-se a uma deslocação no tempo do ciclo da cultura, modificando assim as condições de temperatura, fotoperíodo, radiação e regime hídrico nas diferentes fases. A diferença entre as datas de maturação, para a mesma variedade semeada em épocas diferentes, tende a ser menor que as diferenças entre as datas de sementeira (O Leary e outros 1985), ou seja, o atraso da data de sementeira tende a encurtar o ciclo da cultura. Este encurtamento deve-se sobretudo a uma diminuição do período entre a germinação e a antese (Fischer e Kohn 1966; Musick e Dusek 1980; Sutton 1983; Woodruff 1983). No entanto, o efeito sobre a taxa de desenvolvimento em determinada fase poderá ser diferente desta tendência geral, particularmente nos estádios em que o desenvolvimento é controlado pela temperatura. Por exemplo, numa sementeira de Outono-Inverno, o atraso da data de sementeira desloca as fases iniciais do ciclo da cultura para uma época em que as temperaturas são mais baixas. Esta diminuição da temperatura poderá afectar a duração do período germinação-diferenciação floral, dependendo o efeito da variedade (Aitken 1966; Halse e Weire 1970). Fischer e Maurer (1976) verificam que um aumento da temperatura entre o afilhamento e a antese diminui a produção sendo o período mais crítico os dois meses que antecedem a antese (Fischer e Aguilar 1976). Assim o efeito da data de sementeira depende das condições ambientais sequenciais

verificadas ao longo do ciclo da cultura e da variedade, havendo indicações que as variedades de maturação precoce respondem de forma diferente à data de sementeira do que as variedades de maturação tardia (Wright 1968).

Refere-se com muita frequência na bibliografia que o atraso da data de sementeira provoca uma diminuição da produção. Nos países com temperaturas de Inverno muito baixas, como nos da Europa do Norte e nos Estados Unidos, o atraso da data de sementeira tende a provocar uma diminuição da produção por reduzir o número de espigas/área devido a um menor afilhamento (Jarrett 1981; Willington 1985), podendo este efeito ser compensado pela densidade de sementeira (Willington 1985). O efeito sobre o número de grãos/espiga tende a ser oposto devido a um crescimento compensatório (Willington 1985). Em regiões de clima temperado quente, muitos autores referem uma diminuição da produção com o atraso da data de sementeira pela redução da produção de matéria seca à antese e do número de grãos/área devidos a um encurtamento do ciclo (Fischer e Kohn 1966; Sandhu e outros 1978; Musick e Dusek 1980; Woodruff 1983; Sutton 1983; French e Schultz 1984), afirmando outros autores que a resposta é bem traduzida por uma equação quadrática (Galil e Ahmed 1977; Tanedo e outros 1977; Fowler 1983).

#### 2.5.2 DENSIDADE DE SEMENTEIRA

O efeito da densidade de sementeira depende em primeiro lugar das variedades pois estas diferem não só quanto à sua capacidade de produzirem filhos como também quanto à taxa de sobrevivência dos filhos produzidos (Dewey e Albrechtsen 1985). Na cultura de cereais a resposta da produção para uma grande variação da densidade de sementeira pode ser descrita, em termos gerais, por uma curva parabólica aumentando rapidamente até à produção máxima, seguida por um lento declíneo para as densidades elevadas (Holliday 1960; Donald 1963; Kirby 1967; Willey e Heat 1969; Faris e De Pauw 1980/81; Joseph e outros 1985) e isto porque o aumento do número de espigas/área é acompanhado, com muita frequência, por uma diminuição do número de grãos/espiga (Scott e outros 1975; Black e Aase 1982; Willington 1985), devido a uma maior competição pelos assimilatos (Dougherty e outros 1975a). A diminuição da produção para populações elevadas, assim como a população que conduz à produção máxima, dependem das condições ambientais e

da restante técnica cultural. Por exemplo, a deficiência hídrica ou azotada diminuem a população que conduz à produção máxima e acentuam o declive da parte negativa da curva de resposta (Dougherty e outros 1975b; Fraser e outros 1982), enquanto que o atraso da data de sementeira tende a aumentar a população que conduz à produção máxima (Willington 1985).

Darwinkel (1978) encontrou que para um número de espigas inferior a 400/m<sup>2</sup>, a produção dependeu do número de grãos e do peso de um grão, enquanto que para populações superiores a produção dependeu apenas do número de grãos/área. A utilização de variedades com um curto período de enchimento do grão conduz a pesos de um grão relativamente pequenos. Para estas variedades pode, pois, ser importante trabalhar-se sempre com uma elevada população produtiva.



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO CLIMA

Os ensaios foram realizados nas Herdades Experimentais da Almocreva e da Mitra. Existem alguns dados meteorológicos relativos a estas herdades provenientes de postos aí instalados. No entanto, devido à descontinuidade do seu registo optámos por trabalhar com os dados relativos às estações meteorológicas de Beja e Évora respectivamente.

QUADRO 3.1

	VALORES NORMAIS DA TEMPERATURA MÉDIA DO AR (1941-70)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ÉVORA	9,1	9,9	12,0	14,2	16,8	20,5	23,1	23,2	21,2	17,6	12,7	9,4
BEJA	9,3	10,3	12,4	14,5	17,5	21,3	23,9	24,0	22,0	18,1	13,2	9,7

QUADRO 3.2

	VALORES NORMAIS DAS MÉDIAS DAS TEMP. MÁXIMAS DO AR (1941-70)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ÉVORA	12,3	13,6	16,0	18,9	22,2	26,7	30,3	30,0	27,1	22,0	16,3	12,8
BEJA	13,4	14,8	17,3	20,3	24,1	28,9	32,5	32,4	29,1	23,5	17,6	13,8

QUADRO 3.3

	VALORES NORMAIS DAS MÉDIAS DAS TEMP. MÍNIMAS DO AR (1941-70)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ÉVORA	5,8	6,1	8,0	9,5	11,5	14,2	15,8	16,3	15,3	13,1	9,2	6,1
BEJA	5,3	5,7	7,4	8,8	10,8	13,6	15,2	15,6	15,0	12,6	8,7	5,8

QUADRO 3.4

	VALORES NORMAIS DA PRECIPITAÇÃO MENSAL (1941-70)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ÉVORA	96	84	99	57	46	24	5	3	26	66	88	93
BEJA	83	72	92	51	36	19	2	2	22	56	79	83

QUADRO 3.5

VALORES MÉDIOS DA RADIAÇÃO GLOBAL cal/cm<sup>2</sup> (1931-60)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ÉVORA	5557	7662	10129	15136	10219	20197	22455	19350	13887	10093	5997	4889

QUADRO 3.6

QUOCIENTE FOTOTÉRMICO (radiação global média/temperatura média )  
(cal/cm<sup>2</sup>.dia.grau)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ÉVORA	19,7	27,6	27,2	35,5	35,0	31,7	31,3	26,9	21,8	18,5	15,7	16,8

Os elementos climáticos referidos são os que consideramos mais pertinentes para os ensaios, encontrando-se os valores para os anos de 1981 a 1986 em anexo. O ano de 81/82 apresentou uma temperatura média acima dos valores normais entre Novembro e Junho. O valor da precipitação anual foi abaixo do valor normal, tendo sido a precipitação de Novembro a Fevereiro bastante próxima do valor normal. O ano de 82/83 apresentou, de uma forma geral, valores da temperatura abaixo dos valores normais. O valor da precipitação foi muito abaixo da média de 30 anos, particularmente a precipitação de Outono-Inverno. O ano de 83/84 apresentou uma temperatura média nos meses de Outono acima dos valores normais para a época e ligeiramente abaixo nos meses de Inverno. A Primavera foi irregular, com valores da temperatura média do ar bastante abaixo da normal em Março e Maio e bastante acima em Abril. A precipitação foi mais elevada que o valor normal, em particular a precipitação de Primavera. O ano de 84/85, apresentou temperaturas mensais médias nos meses de Outono e Inverno ora acima ora abaixo dos valores normais e a Primavera foi mais fria. A precipitação foi mais elevada, especialmente a de Inverno. O ano de 1985/86 apresentou um Inverno com valores da temperatura próximos dos valores normais. O início da Primavera foi frio tendo tido no entanto, o mês de Maio um valor acima do normal. A precipitação foi abaixo do valor normal sendo a de Inverno muito próxima do valor médio de 30 anos. Podemos pois afirmar que os cinco anos de ensaio abrangeram uma gama bastante variada dos tipos de anos meteorológicos passíveis de ocorrer entre nós.

## 3.2 DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

### 3.2.1 HERDADE EXPERIMENTAL DA ALMOCREVA

#### 3.2.1.1 PRIMEIRO ENSAIO

Este ensaio teve início no ano agrícola de 1981/82 e decorreu até 1985/86. O seu objectivo era estudar o equilíbrio óptimo entre a produção total de matéria seca e a distribuição de assimilatos, ou de outra forma, entre a capacidade de armazenamento e a de enchimento. Para o efeito procuramos induzir variações acentuadas da produção de matéria seca à floração, assim como obter produções idênticas desta com combinações diferentes dos factores em estudo.

##### 3.2.1.1.1 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos em estudo foram os seguintes: 3 datas de sementeira; 3 doses de azoto ; 2 variedades de trigo.

As datas de sementeira pretendidas eram as seguintes:

D1- 20 de Novembro;

D2- 10 de Dezembro;

D3- 3 de Janeiro.

Nem em todos os anos foi possível cumprir este calendário. A razão principal não foi a impossibilidade de entrada das máquinas no terreno mas sim o atraso na germinação da primeira data de sementeira por falta de humidade nos primeiros centímetros do solo. Este atraso provocou o adiamento das datas de sementeira seguintes para se evitar germinações simultâneas em datas de sementeira diferentes. Assim, as datas de sementeira e emergência da cultura em cada um dos anos foram as seguintes:

QUADRO 3.7

	1981/82		1982/83		1983/84		1984/85		1985/86	
	data	data	data	data	data	data	data	data	data	data
	sem.	emer.	sem.	emer.	sem.	emer.	sem.	emer.	sem.	emer.
D1	20/11	22/12	16/11	29/11	28/11	27/12	21/11	3/12	18/11	4/12
D2	25/1	10/2	20/12	10/1	30/12	18/1	10/12	25/12	13/12	28/12
D3	3/2	18/2	11/1	30/1	18/1	31/1	3/1	20/1	11/1	28/1

As doses de azoto utilizadas foram:

N0- 0 kg de azoto/ha;

N1- 100 kg de azota/ha;

N2- 200 kg de azoto/ha.

tendo sido aplicadas sob a forma de azoto nitro-amoniacoal, metade de fundo e metade de cobertura ao pleno afillamento.

As variedades de trigo utilizadas foram a Mara e a Etoile de Choisy. A primeira é um trigo alternativo de origem italiana com um ciclo curto, embora de espigamento tardio, sem necessidade de vernalização. A Etoile é um trigo de Inverno de origem francesa, com um ciclo semi-longo e necessidade de vernalização ( MAP-1979).

Os tratamentos foram dispostos no terreno em 4 blocos casualizados com talhões subdivididos. Os tratamentos encontravam-se em combinação factorial, estando as combinações datas x azotos nos talhões principais e as variedades nos talhões secundários. A área de cada subtalhão foi de 76,5m<sup>2</sup> (2,55x30).

### 3.2.1.1.2 PARAMETROS MEDIDOS E MÉTODOS UTILIZADOS

Os parâmetros medidos foram os seguintes:

#### Evolução da população

- (1) número de plantas emergidas/m<sup>2</sup>
- (2) número de filhos/planta
- (3) população potencial/m<sup>2</sup> (1)+[(1)x(2)]
- (4) população produtiva ( número de espigas/m<sup>2</sup> à colheita)
- (5) taxa de sobrevivência [(4)/(3)]



Produção de matéria seca à floração

- (1) acima do nó da folha estandarte
- (2) abaixo do nó da folha estandarte
- (3) total [(1)+(2)]
- (4) razão acima/abaixo [(1)/(2)]

Índice de área fotossintética à floração

- (1) acima do nó da folha estandarte
- (2) abaixo do nó da folha estandarte
- (3) total [(1)+(2)]
- (4) razão acima/abaixo [(1)/(2)]

Produção e componentes da produção

- (1) produção por talhão
- (2) número de espigas/m<sup>2</sup> à colheita
- (3) número de espiguetas/espiga
- (4) número de grãos/espiguetas
- (5) número de grãos/espiga [(3)x(4)]
- (6) número de grãos/m<sup>2</sup> [(2)x(3)x(4)]
- (7) peso de 1000 grãos

Razão peso em matéria seca/área fotossintética à floração

- (1) acima do nó da folha estandarte
- (2) abaixo do nó da folha estandarte

Perfis de humidade do solo e Quantidade de água utilizada após a floração

Os parâmetros foram determinados por amostragem casualizada, com um número mínimo de 12 amostras/tratamento. A significância da média de cada amostra foi testada pelo teste t, tendo-se trabalhado sempre com uma média das amostras altamente significativa. Na análise de variância dos resultados do ensaio, o erro de amostragem não foi considerado. A área/amostra foi de 0,17m<sup>2</sup>

Na determinação da área fotossintética/planta considerou-se toda a área verde, ou seja, a espiga, o caule, o limbo e as bainhas das folhas.

A área da espiga foi calculada considerando que esta tem uma forma de prisma rectangular; a área do caule e bainha considerando-os cilindros; e na área do limbo considerou-se apenas uma face. A determinação da área fotossintética da amostra foi depois calculada pela seguinte fórmula:

$$[(\text{Área fot. da planta maior} + \text{planta menor})/2] \times \text{n}^{\circ} \text{ plantas da amostra.}$$

A eleição deste método deveu-se a um estudo comparativo feito em 168 amostras dos diversos tratamentos do ensaio. Para cada uma das amostras determinou-se a área fotossintética de cada planta, a área média/planta pela fórmula atrás descrita e o peso seco da amostra. A correlação entre a área medida e a estimada por qualquer dos dois métodos foi altamente significativa. O coeficiente de correlação entre a área medida e a estimada pela (área média/planta) x número de plantas (o método por nós utilizado) foi de  $r=0,98$  ( $n=168$ ) e o coeficiente de correlação da equação de regressão entre a área fotossintética da amostra e do seu peso em matéria seca foi de  $r=0,91$  ( $n=168$ ). A escolha do primeiro método deveu-se à menor quantidade de trabalho envolvida pois dispensa a obtenção de equações de calibração. Como critério para a escolha da planta maior e menor utilizou-se a mais alta e a mais baixa respectivamente.

A razão peso em matéria seca/área fotossintética à floração foi determinada, para cada amostra, pelo peso do material seco a 100°C por um período de 24 horas e pela área fotossintética determinada pelo processo descrito.

A determinação dos perfis de humidade foi feita nos anos de 84/85 e 85/86. Para a sua determinação utilizou-se o medidor neutrónico de humidade CPN 501A no ano de 84/85 e o medidor neutrónico I.H.II no ano de 85/86. Os tubos de acesso usados foram de alumínio e o seu método de introdução diferiu nos dois anos. No primeiro a introdução foi feita pelo método recomendado pelo Natural Environmental Research Council- Institute of Hidrology de Inglaterra. Por este método ser manual e envolver grande quantidade de trabalho e tempo, desenvolvemos no departamento de Fitotecnia da U.E. um método de introdução hidráulico que permitiu reduzir em cerca de 20 vezes o tempo necessário. Este novo método continua a garantir um contacto solo-tubo excelente pelo que foi o utilizado no ano de 85/86. Os

medidores foram calibrados no campo para este tipo de solo e pelo método recomendado pelo referido Instituto. O método consiste basicamente no estabelecimento de uma equação de regressão entre o valor do medidor e o teor de humidade do solo determinado pelo método gravimétrico em amostras não perturbadas e expresso em percentagem do volume. As equações de calibração obtidas foram:

$$\text{Sonda CPF 501A } Y = -8,4 + 52,88 X \quad n=20 \quad r=0,66 \quad (P \leq 0,001)$$

$$\text{Sonda I.H.II } Y = 10,64 + 48,65 X$$

sendo Y o teor de humidade do solo em percentagem do volume e X a razão entre o valor da leitura do medidor no campo e a leitura em água, ambas para o mesmo tempo de contagem.

#### 3.2.1.1.3 DESCRIÇÃO DOS LOCAIS DE ENSAIO

O ensaio foi realizado sempre em solos Barro Preto (Bp) na Herdade Experimental da Alnocreva. Estes solos encontram-se descritos por Cardoso (1965). A profundidade dos horizontes A+B foi de 110 cm nos anos de 81/82 e 84/85, tendo variado entre 60 e 80 cm para os anos de 82/83, 83/84 e 85/86. A drenagem externa de todos os locais de ensaio foi deficiente.

#### 3.2.1.1.4 TÉCNICA CULTURAL

O local de ensaio acompanhou sempre a folha com a cultura de trigo da Herdade. O precedente cultural foi assim sempre o mesmo, ou seja, alqueive de Verão-girassol. A preparação da cama da semente do local de ensaio foi feita com duas gradagens, antes da primeira data de sementeira. A sementeira das outras datas foi precedida por uma passagem de vibrocultor para preparação da cama da semente e controlo de infestantes entretanto germinadas. Sempre que as condições de humidade e estrutura da camada superficial do solo o exigiram, foi realizada uma rolagem após a sementeira. A sementeira foi feita com semente certificada de cada uma das variedades em estudo, com uma densidade de 150 kg/ha. O semeador utilizado foi um Massey-Ferguson de 15 linhas com uma distância entre as linhas de 17 cm. A profundidade de sementeira foi de cerca de 2 cm. Para além da adubação azotada variável com o tratamento, a adubação de fundo consistiu em 100 kg/ha de  $P_2O_5$  aplicados à sementeira sob a forma de superfosfato

18%. O adubo azotado, quer de fundo quer de cobertura, foi aplicado à mão tendo sido usado o adubo Nitrolusal 26%. O controlo químico de infestantes foi feito pela aplicação de pré-emergência de metabenztiázurão.

### 3.2.1.2 SEGUNDO ENSAIO

Este ensaio foi realizado nos anos de 1984/85 e 1985/86. Este ensaio é uma consequência lógica de observações resultantes do ensaio anterior. Os três anos iniciais do primeiro ensaio revelaram que aumentos da produção de grão eram possíveis neste solo, quer através do aumento do índice de colheita, quer pelo aumento da produção total de matéria seca. Assim, para os tratamentos que tinham conduzido a uma distribuição de assimilatos mais favorável à produção de grão (datas de sementeira D2 e D3) procurou-se aumentar a produção total de matéria seca pelo aumento da densidade de sementeira.

#### 3.2.1.2.1 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos estudados neste ensaio foram os seguintes: 2 datas de sementeira; 2 doses de azoto; 3 densidades de sementeira.

As datas de sementeira pretendidas eram as seguintes:

D2- 10 de Dezembro

D3- 3 de Janeiro

datas estas coincidentes com as duas últimas datas de sementeira do primeiro ensaio. As datas de sementeira efectivamente utilizadas e a data de emergência da cultura foram as seguintes:

QUADRO 3.8

	1984/85		1985/86	
	data sem.	data emerg.	data sem.	data emerg.
D2	10/12	25/12	13/12	28/12
D3	3/1	20/1	11/1	28/1

As doses de azoto aplicadas foram de:

N1- 100 kg/ha

N2- 200 kg/ha

dadas metade de fundo e metade de cobertura ao pleno afilamento, em ambos os casos sob a forma de azoto nitro-amomiacal.

As densidades de sementeira usadas foram de :

S1- 150 kg/ha

S2- 200 kg/ha

S3- 250 kg/ha

Se no ano de 84/85 a diferença entre o número de plantas emergidas em cada um destes tratamentos foi elevada para ambas as datas de sementeira, no ano de 85/86, para a data de sementeira D3, esta diferença foi pequena devido à ocorrência de tempo seco e frio após a sementeira.

O delineamento do ensaio foi factorial, com 4 blocos casualizados. A dimensão dos talhões foi a mesma que para o ensaio anterior.

### 3.2.1.2.2 PARAMETROS MEDIDOS E MÉTODOS UTILIZADOS

Evolução da população

- (1) número de plantas nascidas/m<sup>2</sup>
- (2) número de espigas à colheita/m<sup>2</sup>

Produção de matéria seca à floração

- (1) acima do nó da folha estandarte
- (2) abaixo do nó da folha estandarte
- (3) total [(1)+(2)]
- (4) razão acima/abaixo [(1)/(2)]

#### Produção e componentes da produção

- (1) produção por talhão
- (2) número de espigas/m<sup>2</sup> à colheita
- (3) número de espiguetas/espiga
- (4) número de grãos/espiguetas
- (5) número de grãos/espiga [(3)x(4)]
- (6) número de grãos/m<sup>2</sup> [(2)x(3)x(4)]
- (7) peso de 1000 grãos

#### Perfis de humidade e Quantidade de água utilizada após a floração

Os métodos utilizados para a determinação dos parâmetros neste ensaio foram idênticos aos utilizados no anterior.

#### 3.2.1.2.3 DESCRIÇÃO DOS LOCAIS DE ENSAIO

Este ensaio foi implantado em talhões contíguos aos do ensaio anterior para os anos em que foram ambos realizados. O solo foi o mesmo (Bp), com 110 cm de profundidade para os horizontes A+B no primeiro ano e variando de 60 a 80 no segundo ano.

#### 3.2.1.2.4 TÉCNICA CULTURAL

Relativamente à posição na rotação, mobilização do terreno, semeador utilizado, profundidade de sementeira e controlo de infestantes a técnica cultural utilizada neste ensaio foi idêntica à utilizada no ensaio anterior. A variedade de trigo semeada foi a Mara, tendo a adubação fosfatada sido igualmente realizada à sementeira com 100 kg /ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sob a forma de superfosfato 18%. A adubação azotada foi realizada à mão, logo após a sementeira para a adubação de fundo e ao pleno afilhamento para a adubação de cobertura. O adubo utilizado foi o Nitrolusal 26%.

### 3.2.2 HERDADE EXPERIMENTAL DA MITRA

#### 3.2.2.1 PRIMEIRO ENSAIO DE CAMPO

O primeiro ensaio de campo na Herdade Experimental da Mitra teve início no ano de 1982/83 sendo comparável ao primeiro ensaio da Herdade Experimental da Almocreva. As diferenças dizem apenas respeito ao ajustamento que foi necessário fazer relativamente às datas de sementeira e doses de azoto devidas às diferenças existentes entre os dois solos. A realização simultânea do mesmo ensaio nos dois solos teve como objectivo o estudo da importância relativa do encharcamento de Inverno e da deficiência hídrica de Primavera na produção da cultura do trigo.

##### 3.2.2.1.1 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos envolvidos neste ensaio foram os seguintes: 3 datas de sementeira, 3 doses de azoto e duas variedades de trigo.

As datas de sementeira pretendidas eram:

D1- 20 de Outubro

D2- 10 de Dezembro

D3- 3 de Dezembro

As datas de sementeira efectivamente realizadas e as respectivas datas de emergência foram:

QUADRO 3.9

	1982/83		1983/84		1984/85	
	data	data	data	data	data	data
	sem	emerg	sem	emerg	sem	emerg
D1	20/10	1/11	7/11	17/11	19/10	28/10
D2	15/11	1/12	2/12	22/12	12/11	23/11
D3	15/12	7/1	29/12	16/1	3/12	15/12

As doses de azoto utilizadas foram:

N1- 0 kg de N/ha

N2- 60 kg de N/ha

N3- 120 kg de N/ha

dadas sob a forma de azoto nitro-amoniaco, metade de fundo e metade de cobertura, ao pleno afillamento.

As variedades de trigo sementeas foram a Mara e a Etoile de Choisy.

Os tratamentos foram dispostos no terreno em quatro blocos casualizados com talhões subdivididos. Os tratamentos encontravam-se em combinação factorial, estando as combinações datas x azotos nos talhões principais e as variedades nos talhões secundários. A área de cada talhão secundário foi de 51 m<sup>2</sup> ( 2,55x20 m )

### 3.2.2.1.2 PARAMETROS MEDIDOS E MÉTODOS UTILIZADOS

#### Evolução da população

- (1) número de plantas emergidas/m<sup>2</sup>
- (2) número de filhos/planta
- (3) população potencial/m<sup>2</sup> (1)+[(1)x(2)]
- (4) população produtiva/m<sup>2</sup> (nº espigas/m<sup>2</sup> à colheita)
- (5) taxa de sobrevivência [(4)/(3) x 100]

#### Produção de matéria seca à floração

- (1) acima do nó da folha estandarte
- (2) abaixo do nó da folha estandarte
- (3) total [(1)+(2)]
- (4) razão acima/abaixo [(1)/(2)]

#### Índice de área fotossintética à floração

- (1) acima do nó da folha estandarte
- (2) abaixo do nó da folha estandarte
- (3) total [(1)+(2)]
- (4) razão acima/abaixo [(1)/(2)]



### Produção e componentes da produção

- (1) produção por talhão
- (2) número de espigas/m<sup>2</sup> à colheita
- (3) número de espiguetas/espiga
- (4) número de grãos/espiguetas
- (5) número de grãos/espiga [(3)x(4)]
- (6) número de grãos/m<sup>2</sup> [(2)x(3)x(4)]
- (7) peso de 1000 grãos

Perfis de humidade do solo e Quantidade de água utilizada após a floração.

No ano de 1984/85 determinou-se a profundidade da toalha freática e a sua variação através de duas leituras semanais em piezómetros instalados após a sementeira, à razão de 3 por talhão.

Os métodos utilizados para a determinação dos parâmetros foram idênticos aos dos ensaios anteriormente descritos. Para a determinação dos perfis de humidade neste ensaio, utilizou-se o medidor neutrónico CPN 501A cuja equação de calibração para este solo foi a seguinte:

$$Y = - 6,9 + 44,7 X \quad n=12 \quad r=0,996 \quad (P \leq 0,001)$$

sendo Y o teor de humidade do solo em percentagem do volume e X a razão entre o valor da contagem no campo e em água, para o mesmo tempo de contagem.

#### 3.2.2.2 SEGUNDO ENSAIO

Este ensaio teve início no ano agrícola de 1985/86 e ainda se encontra em execução, tendo resultado como consequência lógica do ensaio anterior e dos ensaios em vasos entretanto realizados.

### 3.2.2.2.1 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos envolvidos neste ensaio foram a aplicação de carbonato de cálcio e a aplicação foliar de uma solução nutritiva comercial completa.

Os níveis de calagem praticados foram:

C0- 0 kg de  $\text{CaCO}_3$ /ha

C1- 2000 kg de  $\text{CaCO}_3$ /ha

C2- 4000 kg de  $\text{CaCO}_3$ /ha

A solução nutritiva aplicada foi a Compensal 5:8:10 da Hoescht, à dose de 5 l/ha, tendo sido realizadas uma aplicação ao afilamento e outra ao encanamento. Os tratamentos consistiram em:

S0- sem aplicação

S1- com as duas aplicações

O ensaio foi instalado em 4 blocos casualizados, com talhões subdivididos. Os tratamentos calagem ocuparam os talhões principais e a aplicação da solução nutritiva os talhões secundários. A área por talhão foi de  $51\text{m}^2$  ( $2,55 \times 20\text{m}$ ).

### 3.2.2.2.2 PARAMETROS MEDIDOS E MÉTODOS UTILIZADOS

- (1) determinação periódica do pH do solo em água
- (2) nível da toalha freática
- (3) produção por talhão
- (4) número de grãos/ $\text{m}^2$
- (5) peso de 1000 grãos

O pH foi determinado em água, em amostras colhidas de 0-15 cm e 15-30 cm. O número de amostras colhidas foi de 20/talhão para cada determinação. A primeira determinação foi feita antes da realização da calagem.

O nível da toalha freática foi medido por piezómetros, três em cada talhão, tendo sido realizadas duas determinações/semana nos períodos em que foi detectada toalha freática.

Na determinação dos componentes da produção só se mediu directamente o peso de 1000 grãos. O número de grãos/m<sup>2</sup> foi estimado a partir deste valor e da produção.

#### 3.2.2.2.3 DESCRIÇÃO DOS LOCAIS DE ENSAIO

O ensaio foi realizado num Solo Litólico de quartzo-dioritos (Pg), variando a profundidade dos horizontes A+B de 60-80 cm, apresentando uma drenagem externa muito boa em ambos os anos de ensaio.

#### 3.2.2.2.4 TÉCNICA CULTURAL

Após a marcação dos talhões procedeu-se à aplicação do calcário. Em seguida realizou-se uma gradagem com grade de discos com o objectivo de misturar o carbonato de cálcio à camada superficial do solo. Realizou-se depois uma lavoura esborçada a 25 cm de profundidade, com o objectivo de enterrar e misturar a camada superficial afectada pela grade com as camadas subsuperficiais. Para a preparação da cama da semente realizou-se mais uma gradagem. A variedade semeada foi a Mara, à densidade de 150 kg/ha. O semeador utilizado foi um Massey-Fergusson de 15 linhas e 0,17 m de entre-linha, tendo a profundidade de sementeira sido de 2 cm. A data de sementeira foi 26 de Novembro/85. A adubação de fundo à sementeira foi feita com 40 kg de N/ha e 80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha tendo-se utilizado o adubo Fosfonitro 120. O controlo químico das infestantes foi feito de pré-emergência com metabenztiázurão.

### 3.2.2.3 PRIMEIRO ENSAIO EM VASOS

Na Primavera de 1985, depois de se ter tornado evidente que o nível da toalha freática não era capaz de explicar a variação espacial do crescimento da cultura, deu-se início a uma série de ensaios em vasos. O objectivo destes ensaios foi encontrar os mecanismos através dos quais a precipitação de Outono-Inverno reduz a produção de trigo no Solo Litólico em estudo e provoca um crescimento muito heterogéneo no espaço.

#### 3.2.2.3.1 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Com este ensaio pretendia-se averiguar se o efeito negativo da precipitação de Outono-Inverno permanecia no solo após a passagem do Inverno, especialmente nas zonas de crescimento muito afectado e se deficiências nutritivas poderiam estar envolvidas no fraco crescimento dessas zonas. Os tratamentos em causa neste ensaio foram tipos de solos e aplicação de micronutrientes.

Os tipos de solo utilizados foram:

- B- Barro Preto (Bp) da Herdade Experimental da Almocreva
- L- Solo Litólico (Pg) colhido numa zona do ensaio de 1984/85, aonde o crescimento de Inverno tinha sido muito afectado

Os tratamentos com micronutrientes foram:

- N0- sem micronutrientes
- N1- aplicação de Mn, Cu, Zn, B, Mo nas seguintes quantidades respectivamente: 10kg/ha de sulfato de Mn, 10kg/ha de sulfato de Cu, 10kg/ha de sulfato de Zn, 2kg/ha de borax, 0,7kg/ha de trióxido de molibedénio

Todos os vasos foram adubados com N, P, K à razão de 100 kg/ha de N, 100 kg/ha de  $P_2O_5$  e 60 kg/ha de  $K_2O$ .

O ensaio foi instalado em vasos com 24,5 cm de diâmetro e 21 cm de altura, dispostos em quatro blocos casualizados, estando os tratamentos em combinação factorial.

### 3.2.2.3.2 PARÂMETROS ANALISADOS E MÉTODOS UTILIZADOS

Os parâmetros medidos foram:

- (1) pH do solo em água
- (2) produção em matéria seca/vaso
- (3) composição mineral da parte aérea

O pH do solo foi determinado para cada vaso, colhendo-se para o efeito 2 amostras/vaso.

A produção em matéria seca/vaso foi determinada por secagem da parte aérea em estufa a 100°C por um período de 24 horas.

A composição da parte aérea foi feita na Universidade de Purdue, por espectrofotometria de absorção atômica.

### 3.2.2.3.3 TÉCNICA CULTURAL

Foram colocadas 14 sementes pré-germinadas/vaso a fim de se ter uma população de 300 plantas/m<sup>2</sup>. O adubo utilizado para a adubação azotada foi o Nitrolusal 26%, para a fosfatada o superfosfato 18% e para a potássica o cloreto de potássio. Foi aplicada uma rega diária, com água destilada, aos vasos. A variedade de trigo utilizada foi a Mara, a mesma que em todos os ensaios em vasos seguintes.

### 3.2.2.4 SEGUNDO ENSAIO EM VASOS

Logo após o término do ensaio anterior, deu-se início a um outro cujos objectivos foram:

- (1) saber se as diferenças entre zonas de bom crescimento e de mau crescimento se mantinham após a passagem do Inverno;
- (2) se as condições físicas do solo, em particular a densidade aparente, poderiam estar envolvidas na diferença de crescimento entre as duas zonas.

Como solo da zona má utilizou-se solo do mesmo local que no ensaio anterior e como solo de zona de bom crescimento escolheu-se Solo Litólico colhido debaixo de uma azinheira. A razão desta escolha deveu-se

ao facto de apesar de em todas as folhas da Herdade Experimental da Mitra sementeadas com trigo no ano de 84/85 a cultura ter apresentado um crescimento desastroso, o crescimento do trigo foi bom debaixo das azinheiras.

#### 3.2.2.4.1 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

- (1) solo de zona má e densidade aparente 1,2
- (2) solo de zona má e densidade aparente 1,4
- (3) solo de zona má e densidade aparente 1,6
- (4) solo debaixo da azinheira e densidade aparente 1,4

O ensaio foi instalado em vasos com um diâmetro de 15,5 cm e uma altura de 13 cm dispostos em três blocos casualizados. Para se obterem as densidades aparentes pretendidas mediu-se o volume dos vasos determinando-se assim o peso de terra necessário em cada um dos tratamentos, sendo a terra introduzida nos vasos com calcamento.

#### 3.2.2.4.2 PARAMETROS MEDIDOS E MÉTODOS UTILIZADOS

- (1) pH do solo em água
- (2) produção de matéria seca/vaso
- (3) composição mineral da parte aérea

tendo sido utilizados os mesmos métodos que no ensaio anterior.

#### 3.2.2.4.3 TÉCNICA CULTURAL UTILIZADA

Foram colocadas 6 sementes pré-germinadas/vaso a fim de se ter uma população de 300 plantas/m<sup>2</sup>. Os vasos foram adubados com azoto, fósforo e potássio nas mesmas quantidades e com os mesmos adubos que no ensaio anterior. Foi aplicada uma rega diária aos vasos.

#### 3.2.2.5 TERCEIRO ENSAIO EM VASOS

Em Outubro de 1985, realizou-se um terceiro ensaio em vasos com os seguintes objectivos :

(1) estudar o efeito do encharcamento no Solo Litólico e no Barro. No caso do Solo Litólico o efeito numa zona de bom crescimento (debaixo da azinheira) e numa zona de mau crescimento em Invernos húmidos;

(2) estudar o efeito da aplicação de carbonato de cálcio e nutrientes em cada solo e a sua interacção com o encharcamento;

(3) saber se o efeito negativo do Inverno húmido, que continuava presente no solo durante a Primavera, se mantinha após a passagem do Verão.

A terra para os diferentes tratamentos relativos ao tipo de solo foi colhida nos mesmos locais que para os ensaios anteriores. A única diferença diz respeito à época em que o solo foi colhido, ou seja, Maio de 1985 para os ensaios anteriores e Setembro de 1985 para este ensaio.

### 3.2.2.5.1 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

#### Solos

Barro Preto (Bp)

Solo Litólico (Pg) zona má

Solo Litólico (Pg) debaixo da azinheira

#### Nutrientes

N1- N, P, K

N2- N, P, K + 2000 ppm de  $\text{CaCO}_3$  + solução nutritiva com a seguinte composição final em ppm: Mg - 24

B - 0,27

Zn - 0,131

Cu - 0,0032

Mo - 0,05

#### Encharcamento

E0- sem encharcamento

E1- toalha freática a 10 cm da superfície desde uma semana após a instalação das plântulas nos vasos, até final do ensaio.

Os tratamentos encontravam-se em combinação factorial, dispostos em 4 blocos casualizados com subdivisão. Os tratamentos principais foram os

relativos ao encharcamento, estando as combinações solos x nutrientes como tratamentos secundários.

#### 3.2.2.5.2 PARAMETROS MEDIDOS E MÉTODOS UTILIZADOS

- (1) pH do solo em água
- (2) produção de matéria seca/vaso
- (3) composição mineral da parte aérea

Os métodos utilizados na determinação dos parâmetros foram idênticos aos utilizados nos ensaios anteriores. A composição da parte aérea foi igualmente feita por espectrofotometria de absorção atômica, mas na Estação Experimental de Rothamsted.

#### 3.2.2.5.3 TÉCNICA CULTURAL

Foram colocadas 14 sementes pré-germinadas/vaso, a fim de se garantir uma população de 300 plantas/m<sup>2</sup>, em vasos com 24,5 cm de diâmetro e 21 cm de altura. Os vasos foram adubados com azoto, fósforo e potássio à razão de 100 kg de N/ha, 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 60 kg de K<sub>2</sub>O/ha tendo-se usado os seguintes adubos: Nitrolusal 26%, superfosfato 18% e cloreto de potássio 60%.

O encharcamento foi imposto sem lavagem, colocando os vasos dentro de um recipiente com água destilada com uma altura de 9 cm, ficando a toalha freática a cerca de 10 cm da superfície do solo. Nos tratamentos sem encharcamento realizou-se uma rega diária.

#### 3.2.2.6 QUARTO ENSAIO EM VASOS

O quarto e quinto ensaios em vasos foram realizados na Estação Experimental de Rothamsted. São no entanto analisados conjuntamente com os outros ensaios realizados na Herdade Experimental da Mitra pois dizem respeito ao mesmo estudo e ao mesmo solo que fizemos transportar para Rothamsted.

Os objectivos deste ensaio foram:



(1) saber a diferença entre o crescimento do trigo no Solo Litólico nas três situações seguintes:

- solo colhido em zona má em Novembro de 1985;
- solo colhido em zona má em Setembro de 1985;
- solo colhido debaixo da azinheira;

(2) o efeito da lavagem e encharcamento em cada uma destas situações.

### 3.2.2.6.1 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos estudados foram:

Solo

- S1- zona má colhida em Nov./85;
- S2- zona má colhida em Set./85;
- S3- debaixo da azinheira.

Regime hídrico

- E0- sem encharcamento;
- E1- toalha freática a 5 cm da superfície, dois dias após a instalação das plântulas.

Lavagem

- L0- sem lavagem;
- L1- lavagem com um fluxo de água em condições de não saturação, com um volume de água duas vezes igual ao volume de solo.

O delineamento do ensaio foi em blocos casualizados, com duas repetições, não estando os tratamentos em combinação factorial.

### 3.2.2.6.2 PARAMETROS MEDIDOS E MÉTODOS UTILIZADOS

- (1) pH do solo em água;
- (2) produção em matéria seca/vaso;
- (3) composição mineral da parte aérea.

Os métodos utilizados na determinação dos parâmetros foram idênticos aos utilizados nos ensaios anteriores.

### 3.2.2.6.3 TÉCNICA CULTURAL

Como vasos foram utilizados tubos de polietileno com 11 cm de diâmetro e 60 cm de altura. Todos os vasos foram adubados com N,P,K à razão de 100 kg de N/ha, 100 kg de  $P_2O_5$ /ha e 60 kg de  $K_2O$ /ha. Foram colocadas 3 sementes pré-germinadas por vaso.

A lavagem do solo nos tratamentos L1 foi feita da seguinte forma:

- enchimento dos tubos com o solo;
- humedecimento de toda a coluna do solo por capilaridade;
- lavagem do solo com um volume de água igual a duas vezes o seu volume, sendo a água debitada gota a gota, por uma agulha .

O encharcamento foi imposto mergulhando os vasos num contentor com água desionizada, ficando a toalha freática a 5 cm da superfície.

Os vasos foram colocados numa câmara de crescimento regulada para 16 horas de luz, com uma temperatura constante de 16 graus centígrados e uma intensidade luminosa de 500  $\mu E$ .

### 3.2.2.7 QUINTO ENSAIO EM VASOS

Tendo-se determinado no outro ensaio que a lavagem tem um efeito depressivo sobre o crescimento do trigo mais acentuado que o encharcamento, este ensaio foi planeado para se averiguar da possibilidade de se corrigir o efeito da lavagem através da calagem e da aplicação de uma solução nutritiva.

#### 3.2.2.7.1 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos aplicados foram:

Lavagem

L0- sem lavagem;

L1- com lavagem.

#### Calagem

C0- sem carbonato de calcio;

C1- 2000 ppm de  $\text{CaCO}_3$ .

#### Nutrientes

N1- N, P, K;

N2- N, P, K + solução nutritiva com a seguinte concentração final

em ppm: Ca - 60,0

Mg - 36,6

S - 3,0

B - 0,1

Cu - 0,01

Mo - 0,01

Mn - 0,20

Fe - 0,5

Zn - 0,05

O delineamento do ensaio foi em blocos casualizados, com duas repetições, estando os tratamentos em combinação factorial.

Como testemunhas utilizaram-se dois vasos com solo debaixo da azinheira, aos quais foi aplicado o tratamento N2.

O solo utilizado neste ensaio foi o solo colhido na zona má em Setembro de 1985.

#### 3.2.2.7.2 PARAMETROS MEDIDOS E MÉTODOS UTILIZADOS

Os parâmetros medidos foram:

- (1) pH do solo em água;
- (2) produção de matéria seca/vaso;
- (3) composição mineral da parte aérea.

Os métodos utilizados para a determinação dos parâmetros foram idênticos aos utilizados nos ensaios anteriores.

### 3.2.2.7.3 TÉCNICA CULTURAL

Os vasos utilizados foram idênticos aos utilizados no ensaio anterior tendo-se igualmente instalado 3 sementes pré-germinadas/vaso. O tratamento lavagem foi imposto da mesma forma, tendo os nutrientes e a calagem sido aplicados depois da lavagem. A quantidade de azoto, fósforo e potássio foram equivalentes a 100, 100 e 60 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O respectivamente. A câmara de crescimento foi regulada para as mesmas condições que no ensaio anterior.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE BEJA

A análise e discussão dos resultados será feita em separado para os ensaios na Herdade Experimental da Almocreva e na Herdade Experimental da Mitra. A razão desta separação é devida ao facto de os factores a condicionarem a produção nos dois solos serem diferentes assim como é diferente o efeito da precipitação.

### 4.1 PRIMEIRO ENSAIO

Em primeiro lugar analisaremos o efeito dos tratamentos na produção e restantes parâmetros medidos. Em seguida estudaremos a relação entre os diferentes parâmetros da cultura e a produção e a forma como os tratamentos afectaram esta relação. O estudo dos perfis de humidade e quantidade de água utilizada após a floração será feita conjuntamente para os dois ensaios realizados nesta Herdade. A análise da diferença entre anos e a possível explicação climática será feita no fim.

#### 4.1.1 ANÁLISE DO PRIMEIRO ENSAIO

Como já se disse anteriormente, este ensaio envolveu datas de sementeira, doses de azoto e variedades de trigo, tendo sido realizado durante cinco anos, de 1981/82 até 1985/86. No entanto a data de sementeira dos diferentes tratamentos e a sua data de emergência ao longo dos cinco anos foi diferente como se pode ver pelo quadro 3.7. Assim a análise da variância para o estudo do efeito das datas de sementeira pode conduzir a conclusões falsas pois os tratamentos D1, D2 e D3 não são as mesmas todos os anos. Por esta razão, após realizarmos a análise de variância faremos o estudo das datas de sementeira através de equações de regressão. Estas equações foram estabelecidas tomando como variável independente o número de dias entre a data de referência de 1 de Novembro e a data de emergência da cultura. Devido ao efeito altamente significativo dos outros tratamentos estudou-se o efeito da data de emergência para cada nível de azoto e variedade. Foram ensaiadas diferentes tipos de equações, apresentando-se apenas aquela em que se conseguiu melhor ajustamento. O nível de

significância foi testado pelo teste F ou através do coeficiente de correlação consoante o programa de computador por nós utilizado. Sempre que, de todas as equações ensaiadas nenhuma apresentou um nível de significância de 10%, estas não são apresentadas.

Na análise da variância dos resultados, nem sempre foram incluídos todos os anos por motivos que em cada caso explicaremos.

#### 4.1.1.1 PRODUÇÃO

Neste caso excluímos o ano de 1981/82 por as datas de sementeira e emergência terem sido muito tardias em relação ao pretendido neste ensaio.

A produção foi afectada por todos os tratamentos de uma forma altamente significativa.

QUADRO 4.1

PRODUÇÃO (kg/100 m<sup>2</sup>)

		82/83	83/84	84/85	85/86		D1	D2	D3
1982/83 - 7,06									
1983/84 - 24,8	D1	9,86	28,69	29,00	26,99	Mara	22,92	24,88	20,02
1984/85 - 28,9	D2	8,28	25,94	30,66	31,15	Etoile	24,35	23,14	15,17
1985/86 - 26,2	D3	3,04	19,90	27,08	20,36				
							N0	N1	N2
D1 - 23,6	N0	7,41	15,30	15,61	14,38	Mara	12,95	25,67	29,21
D2 - 24,0	N1	7,30	29,54	32,52	31,13	Etoile	13,41	24,57	24,68
D3 - 17,6	N2	6,48	29,69	38,61	33,00				
N0 - 13,2	Mara	7,54	26,36	28,33	28,20				
N1 - 25,1	Etoile	6,59	23,32	29,50	24,14				
N2 - 26,9							D1	D2	D3
		D1	D2	D3		Mara	N0 13,55	14,47	10,82
Mara - 22,6		N0	14,54	15,77	9,39	Etoile	N0 15,59	16,68	7,96
Etoile - 20,9		N1	28,12	26,63	20,61	Mara	N1 26,79	27,59	22,62
		N2	28,21	29,84	22,79	Etoile	N1 29,46	25,66	18,60
						Mara	N2 28,43	32,58	26,62
						Etoile	N2 28,00	27,09	18,96

## ANÁLISE DA VARIÂNCIA

Anos	F(3,39)= 230,26***
Repetições nos anos	F(12,96)=10,34 ***
Datas	F(2,96) = 40,32***
Azotos	F(2,96) =173,91***
Datas x azotos	F(4,96) =0,81 n.s.
Anos x datas	F(6,96) =3,62 *
Anos x azotos	F(6,96) = 23,83***
Anos x datas x azotos	F(12,96)=2,16 *
Variedades	F(1,108)=12,0***
Variedades x datas	F(2,108)=13,29***
Variedades x azotos	F(2,108)=8,81***
Variedades x datas x azotos	F(4,108)=0,95 n.s.
Anos x variedades	F(3,108)=5,45**
Anos x datas x variedades	F(6,108)=1,62 n.s.
Anos x azotos x variedades	F(6,108)=2,58 *
Anos x datas x azotos x variedades	F(12,108)=1,17 n.s.

### 4.1.1.1.1 DATAS DE SEMEITEIRA

Pela análise da variância feita desta forma, verificamos que o efeito das datas de sementeira é altamente significativo sendo a data D2 a melhor data de sementeira.

Para o estabelecimento das equações de regressão excluiu-se o ano de 1982/83 por este ter sido excepcionalmente seco e todo o crescimento da cultura ter sido condicionado pela deficiência hídrica cujos sintomas foram visíveis mesmo durante o Inverno. A variável (Y) representa a produção em kg/ha e a independente é o número de dias entre o referencial 1 de Novembro e a data de emergência. Para cada equação estimou-se a produção para as datas de sementeira pretendidas, admitindo-se que a cultura leva 10 dias a germinar caso haja condições de humidade para tal. Estimou-se também a data de emergência que teria conduzido à produção máxima (quadro 4.2).

N0 Mara  $Y = 525,7 + 39,7 X - 0,30 X^2$   $F(2,9) = 1,80$  n.s. eq. 4.1

$Y_{max} = 1839$  kg/ha para  $X = 66$

D1 (x=30)  $Y = 1447$  kg/ha

D2 (x=50)  $Y = 1761$  kg/ha

D3 (x=74)  $Y = 1821$  kg/ha

N1 Mara  $Y = 447,8 + 106,2 X - 0,88 X^2$   $F(2,9) = 15,02$   $P < 0,1\%$  eq. 4.2

$Y_{max} = 3552$  kg/ha para  $X = 60$

D1 (x=30)  $Y = 2842$  kg/ha

D2 (x=50)  $Y = 3558$  kg/ha

D3 (x=74)  $Y = 3488$  kg/ha

N2 Mara  $Y = 801,0 + 128,1 X - 1,13 X^2$   $F(2,9) = 37,63$   $P < 0,1\%$  eq. 4.3

$Y_{max} = 4431$  kg/ha para  $X = 57$

D1 (x=30)  $Y = 3627$  kg/ha

D2 (x=50)  $Y = 4381$  kg/ha

D3 (x=74)  $Y = 4092$  kg/ha

N0 Etoile  $Y = 996,9 + 44,2 X - 0,45 X^2$   $F(2,9) = 4,98$   $P < 5\%$  eq. 4.4

$Y_{max} = 2082$  kg/ha para  $X = 49$

D1 (x=30)  $Y = 1918$  kg/ha

D2 (x=50)  $Y = 2082$  kg/ha

D3 (x=74)  $Y = 1804$  kg/ha

N1 Etoile  $Y = 1747,4 + 82,9 X - 0,86 X^2$   $F(2,9) = 24,90$   $P < 0,1\%$  eq. 4.5

$Y_{max} = 3745$  kg/ha para  $X = 48$

D1 (x=30)  $Y = 3460$  kg/ha

D2 (x=50)  $Y = 3742$  kg/ha

D3 (x=74)  $Y = 3173$  kg/ha

N2 Etoile  $Y = 534,7 + 119,0 X - 1,09 X^2$   $F(2,9) = 14,26$   $P < 1\%$  eq. 4.6

$Y_{max} = 3782$  kg/ha para  $X = 55$

D1 (x=30)  $Y = 3124$  kg/ha

D2 (x=50)  $Y = 3760$  kg/ha

D3 (x=74)  $Y = 3372$  kg/ha



QUADRO 4.2

	D1 (20 Nov)	D2 (10 Dez)	D3 (3 Jan)	data óptima emerg.	prod. máxima
N <sub>0</sub> Mara	1447	1761	1821	26 Dez	1839
N <sub>0</sub> Etiole	1918	2082	1804	19 Dez	2082
N <sub>1</sub> Mara	2842	3558	3488	30 Dez	3552
N <sub>1</sub> Etiole	3460	3742	3173	18 Dez	3745
N <sub>2</sub> Mara	3627	4381	4092	27 Dez	4431
N <sub>2</sub> Etiole	3124	3760	3372	25 Dez	3782
MÉDIA	2736	3214	2958		3239

As diferenças entre as datas de sementeira, calculadas desta forma, tornam-se muito mais óbvias e a data D3 passa a ser o segundo melhor tratamento.

#### 4.1.1.1.2 AZOTO

O azoto apresenta um efeito altamente significativo. Mas se compararmos o seu efeito para a média do conjunto dos outros tratamentos e anos o seu efeito resulta principalmente da diferença entre os tratamentos com e sem azoto (quadro 4.1). Isto resultará em parte de em 1983/84 as datas de sementeira D2 e D3 terem sido muito tardias e em 82/83 não ter havido diferenças entre azotos devido à deficiência hídrica. Calculando a resposta ao azoto (para a média do conjunto dos outros tratamentos) a partir dos valores do quadro 4.2 obtém-se um efeito mais marcado da dose N2 (200 kg/ha) :

	média (kg/ha)
N0	1806
N1	3377
N2	3726

#### 4.1.1.1.3 VARIEDADES

A diferença entre variedades, apesar de pequena (170 kg/ha) é altamente significativa. No entanto se estimarmos essa diferença (para a média dos outros tratamentos) a partir do quadro 4.2 ainda se torna menor:

média (kg/ha)

Mara 3002

Etoile 2937

A razão poderá residir no facto de a variedade Etoile, por ser de ciclo mais longo, ter sido mais afectada nos anos em que se atrasou as datas D2 e D3 devido a atrasos na germinação da data D1.

#### 4.1.1.1.4 DATAS X AZOTOS

A análise do quadro 4.1 revela que enquanto para a dose N1 a produção diminui com o atraso da data de sementeira, tal não se verifica para as doses N0 e N2 em que a data D2 aparece como a melhor. Se fizermos a análise pelos dados do quadro 4.2 (para a média das variedades) obtemos:

	D1	D2	D3
N0	1682	1922	1812
N1	3151	3650	3330
N2	3376	4070	3732

em que a data D2 aparece sempre como a melhor e a data D1 como a pior para qualquer dos níveis de azoto. Verificamos também que o efeito da data de sementeira não é idêntico para todos os níveis de azoto e que o efeito da adubação azotada depende da data de sementeira:

		d		d	
		i		i	
		f		f	
	D1	+2	D2	-1	D3
N0	1682	4	1922	1	1812
		0		0	
dif.	+1469		+1720		+1518
		+4		-3	
N1	3151	9	3650	2	3330
		9		0	
dif.	+225		+420		+402
		+6		-3	
N2	3376	9	4070	3	3732
		4		8	

Enquanto que a resposta ao aumento da adubação azotada de 100 para 200 kg/ha é de 225 kg de trigo/ha na primeira data de sementeira, é de 420 kg/ha na D2 e de 402 kg/ha na D3. O aumento da produção conseguido com o atraso da data de sementeira de D1 para D2 é de 240, 499 e 694 kg/ha para as doses N0, N1 e N2 de azoto respectivamente. O atraso da data de sementeira para D3 diminuiu a produção em relação à data D2 mas aumentou em relação à D1 130, 179 e 356 kg/ha para as doses N0, N1 e N2 de azoto respectivamente.

#### 4.1.1.1.5 DATAS X VARIEDADES

Tanto da análise do quadro 4.1 como do quadro 4.2 se verifica que o Etoile é melhor variedade que a Mara para a data de sementeira D1. Só para as datas D2 e principalmente D3 a Mara se revelou melhor.

#### 4.1.1.1.6 AZOTOS X VARIEDADES

Existiu uma elevada interacção azoto x variedades. Enquanto que da análise do quadro 4.1 a Etoile só é a melhor variedade para a dose N0 pelo quadro 4.2 chega-se à conclusão que a Mara só se revela melhor para a dose N2.

#### 4.1.1.1.7 DATAS X AZOTOS X VARIEDADES

Devido às interacções existentes entre datas x azotos e azotos x variedades e ao facto de a resposta ao azoto ter dependido da data de sementeira, a análise do efeito conjunto dos três tratamentos revela diferenças bem mais nítidas do que quando se comparam os efeitos de cada tratamento por si. Comparando as produções dos quadros 4.1 e 4.2 verificamos que o melhor tratamento é em ambos os casos D2N2Mara. No entanto o quadro 4.2 revela diferenças maiores e a ordem de alguns tratamentos é alterada. Só quando se comparam os três tratamentos ao mesmo tempo é que a variedade Mara se superioriza claramente à variedade Etoile quando semeada entre 10 de Dezembro e 3 de Janeiro com uma adubação azotada de 200kg/ha.

Se se calcular a curva de resposta ao azoto para cada variedade e data de sementeira a partir dos valores do quadro 4.2 obtém-se:

	produção máxima	adubação azotada correspondente	kg de grão/ kg de azoto
MaraD1	3860	283	13,6
MaraD2	4365	228	19,1
MaraD3	4851	275	17,6
EtoileD1	3590	136	26,4
EtoileD2	3960	153	25,9
EtoileD3	3342	159	21,0

verificando-se que para a variedade Mara as doses de azoto utilizadas terão ficado abaixo do óptimo, havendo a possibilidade de a data D3 poder eventualmente ter-se revelado melhor que a D2 caso se tivessem usado adubações mais elevadas. Enquanto que para esta variedade o atraso da data de sementeira actuou através de um aumento da eficácia da adubação azotada, para a variedade Etoile actuou pelo aumento da adubação azotada que conduz à produção máxima, provavelmente por um aumento da resistência à acama.

#### 4.1.1.2 POPULAÇÃO

QUADRO 4.3

	nº plantas emerg./m <sup>2</sup>	nº filhos planta	população potencial	população produtiva	taxa de sobrev.
82/83	260	2,43	903	130	16,1
83/84	277	2,48	903	304	37,5
84/85	349	4,01	1369	359	29,2
D1	251	3,78	1127	296	32,6
D2	309	2,61	1028	268	27,1
D3	327	2,53	1019	228	23,1
N0	281	2,29	790	212	28,8
N1	301	3,11	1116	270	26,9
N2	304	3,51	1268	310	27,1

ANALISE DA VARIANCA

		nº plantas emerg./m <sup>2</sup>	nº filhos planta	população potencial	população produtiva	taxa de sobrev.
anos	F[2,72]	51,0***	102,4***	75,4***	347,1***	68,2***
r/a	F[9,72]	n.s	n.s	n.s	3,4*	n.s
datas	F[2,72]	36,3***	62,2***	3,8*	28,4***	13,3***
azotos	F[2,72]	3,5*	48,6***	61,9***	59,0***	n.s
d x az	F[4,72]	n.s	5,1***	3,5*	3,3*	n.s
a x d	F[4,72]	29,6***	n.s	21,4***	3,6*	15,5***
a x az	F[4,72]	2,8*	18,3***	18,2***	6,5***	4,79***
variedades	F[1,81]	15,2***	128,0***	42,1***	n.s	16,6***
v x d	F[2,81]	n.s	n.s	n.s	5,0***	n.s
v x az	F[2,81]	n.s	3,3*	3,6*	n.s	n.s
v x d x az	F[4,81]	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
a x v	F[2,81]	4,5*	n.s	n.s	n.s	n.s
a x d x v	F[4,81]	4,2**	5,5***	n.s	3,3*	n.s
a x az x v	F[4,81]	3,1*	n.s	n.s	n.s	n.s
a x d x az x v	F[8,81]	3,2*	n.s	n.s	n.s	n.s

4.1.1.2.1 DATAS DE SEMEITEIRA

O atraso da data de sementeira aumentou de forma altamente significativa o número de plantas emergidas. No entanto a redução do número de filhos/planta e da taxa de sobrevivência fizeram que a população potencial e a produtiva diminuíssem de forma altamente significativa com o atraso da data de sementeira.

Analisando o efeito das datas de sementeira através de equações de regressão, sendo X o número de dias entre o referencial 1 de Novembro e a data de emergência, obtemos :

Mara N0 nº filhos/planta  $Y = 3,3 - 0,02 X$   $F[1,10]=7,70$   $P < 5\%$  eq.4.7

Mara N1 nº filhos/planta  $Y = 5,7 - 0,04 X$   $F[1,10]=40,31$   $P < .1\%$  eq.4.8

pop. potencial/m<sup>2</sup>  $Y = 1687 - 8,35 X$   $F[1,10]=10,21$   $P < 1\%$  eq.4.9

Mara N2 nº filhos/planta	$Y=7,2 - 0,06 X$	$F(1,10)=77,33$	$P< .1\%$	eq. 4.10
pop. potencial/m <sup>2</sup>	$Y=2251 - 15,18 X$	$F(1,10)=14,66$	$P< 1\%$	eq. 4.11
taxa da sobrevivência	$Y=14,15 + 0,36 X$	$F(1,10)= 5,95$	$P< 5\%$	eq. 4.12
Etoile N0 nº filhos/planta	$Y=3,8 - 0,02 X$	$F(1,10)= 6,49$	$P< 5\%$	eq. 4.13
Etoile N1 nº filhos/planta	$Y=7,3 - 0,05 X$	$F(1,10)=42,15$	$P< .1\%$	eq. 4.14
pop. potencial/m <sup>2</sup>	$Y=2270 - 14,59 X$	$F(1,10)=43,74$	$P< .1\%$	eq. 4.14
pop. produtiva/m <sup>2</sup>	$Y=496,7 - 1,90 X$	$F(1,10)=11,36$	$P< 1\%$	eq. 4.15
Etoile N2 nº filhos/planta	$Y=8,9 - 0,06 X$	$F(1,10)=77,39$	$P< .1\%$	eq. 4.16
pop. potencial/m <sup>2</sup>	$Y=2640 - 15,35 X$	$F(1,10)=19,06$	$P< 1\%$	eq. 4.17
pop. produtiva/m <sup>2</sup>	$Y=646,9 - 3,50 X$	$F(1,10)=27,79$	$P< .1\%$	eq. 4.18

Verificamos assim que o atraso da data de sementeira afectou de forma marcada o número de filhos/planta. No entanto o seu efeito sobre a população produtiva foi muito menor, só a tendo afectado para a variedade Etoile e para os níveis N1 e N2 de azoto.

#### 4.1.1.2.2 AZOTOS

O aumento da adubação azotada afectou de forma altamente significativa o número de filhos/planta dando origem a diferenças altamente significativas na população potencial. Não tendo o azoto afectado de forma significativa a taxa de sobrevivência, a população produtiva aumentou de forma altamente significativa com a adubação azotada.

#### 4.1.1.2.3 VARIEDADES

A variedade Mara apresentou de forma altamente significativa um número de plantas emergidas mais elevado e um número de filhos/planta e uma população potencial mais baixos. No entanto a taxa de sobrevivência foi maior e de maneira altamente significativa. Como resultado final não houve diferenças significativas para a população produtiva entre as duas variedades.

#### 4.1.1.2.4 DATAS X AZOTOS

QUADRO 4.4

	pl.emerg			filhos/planta pop.			potencial			pop.prod.			taxa sob.%		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
N0	231	307	306	2,7	1,9	2,2	736	789	846	219	229	188	33	29	24
N1	258	312	334	4,0	2,8	2,5	1219	1098	1034	308	269	233	32	26	23
N2	262	309	342	4,6	3,1	2,8	1427	1195	1179	362	305	263	32	26	22

Houve uma interacção significativa datas x azotos no que respeita à população produtiva, que se ficou a dever a uma interacção significativa no número de filhos/planta. O aumento do número de filhos e do número de espigas/m<sup>2</sup> à colheita com o aumento da adubação azotada foi tanto mais efectivo quanto mais cedo a data de sementeira.

#### 4.1.1.2.5 DATAS X VARIEDADES

A interacção datas x variedades apenas foi significativa para a população produtiva em que a diminuição do número de espigas/m<sup>2</sup> à colheita com o atraso da data de sementeira foi mais acentuado para a variedade Etoile. Isto foi devido a uma tendência idêntica, embora não significativa, do número de filhos/planta e da taxa de sobrevivência.

QUADRO 4.5

	pl.emerg			filhos/planta pop.			potencial			pop.prod.			taxa sob.%		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Mara	256	327	338	3,3	2,2	2,1	1021	948	931	289	266	242	36	29	26
Etoile	244	292	317	4,3	3,0	2,9	1234	1107	1108	303	270	214	29	25	20

#### 4.1.1.2.6 AZOTOS X VARIEDADES

QUADRO 4.6

	pl.emerg			filhos/planta pop.			potencial			pop.prod.			taxa sob.%		
	N0	N1	N2	N0	N1	N2	N0	N1	N2	N0	N1	N2	N0	N1	N2
Mara	295	313	314	2,0	2,7	2,9	740	1034	1125	216	272	309	31	29	30
Etoile	268	290	295	2,6	3,5	4,1	841	1199	1409	208	268	311	26	24	24

Existe uma interação significativa entre a dose de azoto e a variedade no que diz respeito ao número de filhos/planta e à população potencial. O aumento provocado pela adubação azotada é mais efectivo para a variedade Etoile. No entanto um efeito oposto sobre a taxa de sobrevivência, embora não significativo, faz que esta interação não seja significativa em termos da população produtiva.

#### 4.1.1.2.7 DATAS X AZOTOS X VARIEDADES

QUADRO 4.7

	pl.emerg			filhos/planta			pop. potencial			pop.prod.			taxa sob.%		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
M N0	240	325	319	2,3	1,7	1,9	669	758	794	224	226	199	38	30	26
Et N0	222	290	292	3,1	2,2	2,5	803	820	898	214	234	178	29	29	22
M N1	256	334	348	3,5	2,4	2,2	1065	1043	995	296	269	249	36	27	25
Et N1	260	291	319	4,5	3,2	2,9	1372	1154	1072	319	269	216	28	24	21
M N2	273	280	345	4,0	2,5	2,2	1328	1045	1004	348	303	279	34	30	27
Et N2	251	295	339	5,2	3,7	3,4	1527	1346	1354	337	308	248	31	23	18

Esta interação não foi significativa para nenhum dos parâmetros estudados relativos à população. Se analisarmos as equações de regressão (eqs. 4.7 a 4.19) verificamos que a redução do número de filhos/planta com o atraso da data de sementeira aumenta com a adubação azotada. No entanto, para a variedade Mara, esta redução não afecta a população produtiva devido a uma tendência para o aumento da taxa de sobrevivência que, para a dose N2, é significativa. Para a variedade Etoile esta tendência não se verifica pelo que se regista uma diminuição da população produtiva com o atraso da data de sementeira, diminuição esta tanto mais acentuada quanto mais elevada a dose de azoto.

#### 4.1.1.3 PESO DE MATÉRIA SECA À FLORAÇÃO

Na análise da variância deste parâmetro excluíram-se os anos de 81/82 e 82/83. O primeiro pelas razões já expostas e o segundo por não se terem medido estes parâmetros para a data D3.



QUADRO 4.8

	acima do nó g/m <sup>2</sup>	abaixo do nó g/m <sup>2</sup>	total g/m <sup>2</sup>	ac/ab
83/84	161,2	401,2	562,9	0,41
84/85	180,6	314,1	493,5	0,62
85/86	291,2	482,4	775,3	0,71
D1	199,4	478,8	675,9	0,44
D2	235,3	415,3	651,2	0,60
D3	199,4	303,5	504,7	0,71
N0	111,2	188,8	300,0	0,67
N1	234,1	445,3	678,8	0,55
N2	288,2	562,9	852,4	0,52
Mara	212,2	382,9	595,3	0,59
Etoile	210,0	414,7	625,3	0,57

ANALISE DA VARIANCIA

anos	F[2,72]	129,9***	52,46***	72,62***	310,04***
r/a	F[9,72]	4,73***	4,82***	n.s	n.s
datas	F[2,72]	11,25***	58,29***	28,86***	242,51***
azotos	F[2,72]	215,80***	271,44***	269,18***	75,92***
d x az	F[4,72]	n.s	4,35**	n.s	9,59***
a x d	F[4,72]	6,63**	4,61**	n.s	68,04***
a x az	F[4,72]	20,63***	17,39***	19,89***	17,74***
a x d x az	F[8,72]	n.s	2,14*	n.s	4,67**
variedades	F[1,81]	n.s	8,26**	n.s	7,48**
v x d	F[2,82]	6,32**	5,64**	5,18**	7,08**
v x az	F[2,82]	n.s	6,36**	4,03*	n.s
v x d x az	F[4,82]	n.s	n.s	n.s	3,69*
a x v	F[2,82]	11,04***	3,99*	n.s	40,44***
a x d x v	F[4,82]	4,07**	n.s	3,11*	11,97***
a x az x v	F[4,82]	n.s	n.s	n.s	n.s
a x d x az x v	F[8,82]	2,59*	2,55*	2,34*	2,71*

#### 4.1.1.3.1 DATAS DE SEMENTEIRA

A data de sementeira influencia de forma altamente significativa todos os parâmetros relativos à matéria seca estudados. O atraso da data de sementeira diminuiu a produção de matéria seca abaixo do nó da folha estandarte. A matéria seca acima é máxima para a data D2 e igual para a D1 e D3. Como resultado a produção total de matéria seca diminuiu e a razão acima/abaixo aumentou com o atraso da data de sementeira.

Analisando a resposta às datas de sementeira através de equações de regressão, sendo X o número de dias entre o referencial 1 de Novembro e a data de emergência, obtemos:

Mara N0	acima g/0,17m <sup>2</sup>	Y= 3,6 + 0,3 X	F[1,10]=5,30	P< 5 % eq.4.20
	razão ac/ab	Y= -0,08 + 0,013 X	F[1,10]=7,80	P< 5 % eq.4.21
Mara N1	acima g/0,17m <sup>2</sup>	Y= 15,1 + 0,47 X	F[1,10]=4,62	P<10 % eq.4.22
	razão ac/ab	Y= 0,05 + 0,009 X	F[1,10]=8,31	P< 5 % eq.4.23
Mara N2	abaixo g/0,17m <sup>2</sup>	Y= 121,8 X - 0,55 X	F[1,10]=5,80	P< 5 % eq.4.24
	razão ac/ab	Y= 0,12 + 0,008 X	F[1,10]=7,16	P< 5 % eq.4.25
Etoile N1	abaixo g/0,17m <sup>2</sup>	Y= 120,3 - 0,58 X	F[1,10]=3,52	P<10 % eq.4.26
	razão ac/ab	Y= 0,24 + 0,005 X	F[1,10]=3,91	P<10 % eq.4.27
Etoile N2	abaixo g/0,17m <sup>2</sup>	Y= 173,0 - 1,02 X	F[1,10]=8,58	P< 5 % eq.4.28
	total g/0,17m <sup>2</sup>	Y= 237,2 - 1,16 X	F[1,10]=4,86	P<5,3% eq.4.29

O conjunto destas equações permite admitir que a redução da matéria seca abaixo do nó da folha estandarte se verifica principalmente para a variedade Etoile e o aumento acima para a variedade Mara.

#### 4.1.1.3.2 AZOTOS

O azoto tem também uma influência altamente significativa em todos os parâmetros. Aumenta a produção total de matéria seca por um

aumento quer acima quer abaixo do nó da folha estandarte. A razão acima/abaixo diminuiu com o aumento da adubação azotada.

#### 4.1.1.3.3 VARIEDADES

As variedades diferiram apenas na produção de matéria seca abaixo do nó da folha estandarte, tendo a produção sido maior para a variedade Etoile. Como consequência a razão acima/abaixo foi maior para a Mara.

#### 4.1.1.3.4 DATAS X AZOTOS

A interacção datas x azotos foi muito significativa para a produção de matéria seca abaixo do nó da folha estandarte, em que a redução provocada pelo atraso da data de sementeira foi diminuindo com o aumento da adubação azotada. A razão acima/abaixo foi afectada de forma altamente significativa por esta interacção, tendo o aumento desta razão provocado pelo atraso da data de sementeira diminuído com o aumento da adubação azotada.

QUADRO 4.9

	acima do nó			abaixo do nó			total			razão ac/ab		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
N0	99	134	102	226	205	135	325	338	237	.47	.70	.84
N1	219	266	218	525	482	328	744	748	545	.43	.55	.69
N2	279	306	279	684	558	447	958	868	732	.42	.55	.61

Pelas equações de regressão acima apresentadas (eqs. 4.20 a 4.29) podemos verificar que a tendência para a diminuição do efeito do atraso da data de sementeira na razão acima/abaixo com o aumento da adubação azotada é sobretudo devido à variedade Etoile, uma vez que para a Mara esta razão aumentou de forma linear e significativa com o atraso da data de sementeira.

#### 4.1.1.3.5 DATAS X VARIEDADES

Esta interacção foi muito significativa para todos os parâmetros.

QUADRO 4.10

	acima do nó			abaixo do nó			total			razão ac/ab		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Mara	198	225	214	438	403	308	633	629	525	.45	.59	.74
Etoile	200	245	185	519	427	299	718	674	485	.42	.61	.68

Em relação ao peso em matéria seca acima do nó da folha estandarte, o aumento provocado pelo atraso da data de sementeira de D1 para D2 foi maior para a variedade Etoile. A diminuição provocada pelo atraso de D2 para D3 foi também maior para a Etoile. Relativamente à matéria seca abaixo do nó da folha estandarte e à total a diminuição provocada pelo atraso da data de sementeira foi maior para a variedade Etoile. Para a razão acima/abaixo do nó da folha estandarte o aumento provocado pelo atraso de D1 para D2 foi maior para a variedade Etoile enquanto que o atraso de D2 para D3 foi mais efectivo na variedade Mara.

Pela análise das equações de regressão (eqs.4.20 a 4.29) verificamos que o efeito do atraso da data de sementeira no aumento da razão acima/abaixo é maior na variedade Mara, pois para esta variedade as equações entre estas duas variáveis foram significativas para todos os níveis de azoto.

#### 4.1.1.3.6 AZOTOS X VARIEDADE

A interacção azotos x variedades fez-se sentir na produção de matéria seca abaixo do nó e na total.

QUADRO 4.11

	acima do nó			abaixo do nó			total			razão ac/ab		
	N0	N1	N2	N0	N1	N2	N0	N1	N2	N0	N1	N2
Mara	116	234	287	195	434	521	311	667	808	.67	.56	.55
Etoile	106	234	290	184	456	605	288	691	897	.67	.55	.50

O aumento provocado pela adubação azotada é maior para a variedade Etoile. Embora esta interacção não atinja níveis significativos em relação à razão acima/abaixo, a diminuição desta razão provocada pelo

aumento da adubação azotada é maior para a variedade Etoile, particularmente no que diz respeito à dose N2.

#### 4.1.1.3.7 DATAS X AZOTOS X VARIEDADES

Esta interacção só foi significativa para a razão acima/abaixo do nó da folha estandarte.

QUADRO 4.12

	acima do nó			abaixo do nó			total			razão ac/ab		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
N0 Mara	98	129	122	229	196	159	326	326	281	.45	.69	.88
N0 Etoile	99	138	81	225	214	112	324	348	193	.49	.72	.79
N1 Mara	220	255	227	495	475	331	715	731	555	.44	.54	.69
N1 Etoile	218	276	208	555	489	325	773	766	535	.41	.55	.68
N2 Mara	277	292	292	591	537	435	858	829	737	.46	.55	.64
N2 Etoile	282	321	267	777	579	459	1058	907	726	.37	.55	.58

A tendência para a variedade Mara apresentar uma razão acima/abaixo superior à variedade Etoile, vai-se acentuando à medida que se atrasa a data de sementeira e se aumenta a dose de azoto.

Se analisarmos em termos das equações de regressão (eqs. 4.20 a 4.29) verificamos que o aumento da razão acima/abaixo, com o atraso da data de sementeira, é maior para a Mara aumentando a diferença entre variedades com a adubação azotada. Para esta variedade o aumento da razão deve-se a um aumento da produção de matéria seca acima do nó da folha estandarte para as doses de azoto N0 e N1. Para a dose N2 o aumento da razão deve-se a uma diminuição da produção de matéria seca abaixo. Para a variedade Etoile o aumento da razão com o atraso da data de sementeira só se verifica para a dose N1 e é devida a uma diminuição da matéria seca abaixo. A produção total de matéria seca só foi afectada pelo atraso da data de sementeira para o tratamento Etoile N2.

#### 4.1.1.4 ÍNDICE DE ÁREA FOTOSSINTÉTICA À FLORAÇÃO ( LAI )

Os anos excluídos desta análise foram os mesmos que em relação à

matéria seca e pelas mesmas razões.

QUADRO 4.13

	LAI acima	LAI abaixo	LAI total	razão ac/ab
83/84	1,86	2,66	4,52	0,76
84/85	1,67	2,05	3,72	0,81
85/86	2,56	3,60	6,21	0,81
D1	2,30	3,68	6,03	0,66
D2	2,06	2,70	4,75	0,82
D3	1,74	1,93	3,67	0,97
N0	1,30	1,43	2,73	0,98
N1	2,12	3,02	5,14	0,76
N2	2,67	3,87	6,59	0,71
Mara	1,94	2,62	4,57	0,81
Etoile	2,12	2,92	5,07	0,82

	LAI acima	LAI abaixo	LAI total	razão ac/ab
anos	F(2,72)= 47,6***	76,8***	64,2***	19,4***
r/a	F(9,72)= 3,5**	4,2***	4,1***	n.s.
datas	F(2,72)= 17,1***	96,8***	55,5***	125,2***
azotos	F(2,72)=103,3***	194,2***	151,9***	101,2***
datas x azotos	F(4,72)= 5,2**	9,5***	7,9***	6,9***
anos x datas	F(4,72)= n.s.	5,9**	3,8*	12,1***
anos x azotos	F(4,72)= 9,0***	18,0***	14,6***	3,7*
a x d x az	F(8,72)= 2,6*	2,8*	3,1*	4,1*
variedades	F(1,81)= 6,2*	14,2***	11,4***	n.s.
var. x datas	F(2,81)= n.s.	5,2**	4,3*	5,8**
var. x azotos	F(2,81)= n.s.	6,4**	4,6*	n.s.
v x d x az	F(4,81)= n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
anos x var.	F(2,81)= n.s.	n.s.	n.s.	3,9*
a x d x var.	F(4,81)= n.s.	3,2*	n.s.	8,0***
a x az x v	F(4,81)= n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
a x d x az x v	F(8,81)= n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

#### 4.1.1.4.1 DATAS DE SEMEITEIRA

O atraso da data de sementeira reduz o LAI total por diminuir o índice de área fotossintética quer acima quer abaixo do nó da folha estandarte. No entanto a redução abaixo é mais acentuada do que acima pelo que a razão acima/abaixo do nó da folha estandarte aumenta com o atraso da data de sementeira.

Estabelecendo as equações de regressão à semelhança do que temos feito para os outros parâmetros, aonde o X representa o número de dias entre a data de referência 1 de Novembro e a data de emergência, obtemos :

Mara N0 razão acima/abaixo  $Y=0,33 + 0,009 X$   $F(1,10)=14,4$   $P< 1\%$  eq.4.30

Mara N1 razão acima/abaixo  $Y=0,29 + 0,007 X$   $F(1,10)=16,4$   $P< 1\%$  eq.4.31

Mara N2 abaixo  $Y=5,83 - 0,031 X$   $F(1,10)= 4,4$   $P<6,8\%$  eq.4.32

razão acima/abaixo  $Y=0,36 + 0,006 X$   $F(1,10)=15,9$   $P< 1\%$  eq.4.33

Etoile N1 razão acima/abaixo  $Y=0,49 + 0,004 X$   $F(1,10)=3,96$   $P<10\%$  eq.4.34

Etoile N2 acima  $Y=4,46 - 0,024 X$   $F(1,10)=6,2$   $P< 5\%$  eq.4.35

abaixo  $Y=7,95 - 0,052 X$   $F(1,10)=5,9$   $P< 5\%$  eq.4.36

total  $Y=12,3 - 0,075 X$   $F(1,10)=6,2$   $P< 5\%$  eq.4.37

razão acima/abaixo  $Y=0,53 + 0,002 X$   $F(1,10)=3,6$   $P<10\%$  eq.4.38

A análise destas equações revela que a diminuição causada pelo atraso das datas de sementeira no índice de área fotossintética total só foi significativo para o tratamento Etoile N2. O aumento da razão acima/abaixo deve-se principalmente a uma redução da área abaixo, particularmente para o nível N2 de azoto.

#### 4.1.1.4.2 AZOTOS

A adubação azotada aumenta o LAI total por aumentar a área fotossintética quer acima quer abaixo do nó da folha estandarte. No entanto, o aumento abaixo é maior que o aumento acima, pelo que a razão acima/abaixo diminui com o aumento da adubação azotada.

#### 4.1.1.4.3 VARIEDADES

A variedade Etoile apresenta índices de área fotossintética mais elevados quer acima quer abaixo do nó da folha estandarte. Em relação à razão acima/abaixo não há diferenças entre variedades.

#### 4.1.1.4.4 DATAS X AZOTOS

Há uma interacção muito significativa datas x azotos em relação a todos os componentes do índice de área fotossintética estudado.

QUADRO 4.14

	LAI acima			LAI abaixo			LAI total			razão ac/ab		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
N0	1,28	1,46	1,16	1,73	1,55	0,99	3,01	3,01	2,16	0,75	0,98	1,19
N1	2,35	2,20	1,82	4,09	2,94	2,02	6,45	5,14	3,83	0,60	0,76	0,91
N2	3,26	2,51	2,23	5,22	3,60	2,80	8,62	6,11	5,03	0,62	0,71	0,81

O aumento da área fotossintética, quer acima quer abaixo, provocado pelo aumento da adubação azotada vai diminuindo com o atraso da data de sementeira. Por outro lado, o aumento da razão acima/abaixo provocado pelo atraso da data de sementeira vai diminuindo com o aumento da adubação azotada. O mesmo se pode concluir da análise das equações de regressão (eqs. 4.30 a 4.38).

#### 4.1.1.4.5 DATAS X VARIEDADES

QUADRO 4.15

	LAI acima			LAI abaixo			LAI total			razão ac/ab		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Mara	2,14	1,93	1,76	3,36	2,60	1,91	5,50	4,53	3,67	0,65	0,79	1,00
Etoile	2,45	2,18	1,71	4,00	2,79	1,96	6,56	4,97	3,67	0,67	0,85	0,99

O decréscimo do índice de área fotossintética provocado pelo atraso da data de sementeira é maior para a Etoile. Quanto à razão



acima/abaixo, o aumento devido ao atraso da data de sementeira é maior para a variedade Mara, particularmente no atraso de D2 para D3.

A análise pelas equações de regressão (eqs.4.30 a 4.38) permite tirar as mesmas conclusões, mostrando de uma forma mais clara as diferenças da resposta das duas variedades ao atraso da data de sementeira. Para a variedade Mara as equações para o LAI total não se revelaram significativas e em relação à razão acima/abaixo os ajustamentos são muito significativos. Para a Etoile a área fotossintética total diminuiu para o nível N2 de azoto e o aumento da razão acima/abaixo com o atraso da data de sementeira foi menos significativo.

#### 4.1.1.4.6 AZOTOS X VARIEDADES

Existe uma interacção significativa data x azoto para o LAI total e muito significativa em relação ao abaixo do nó da folha estandarte. O aumento da área fotossintética, quer abaixo do nó quer total provocado pela adubação azotada, é maior para a variedade Etoile.

QUADRO 4.16

	LAI acima			LAI abaixo			LAI total			razão ac/ab		
	N0	N1	N2	N0	N1	N2	N0	N1	N2	N0	N1	N2
Mara	1,30	2,02	2,51	1,47	2,81	3,59	2,78	4,83	6,10	0,95	0,76	0,72
Etoile	1,30	2,23	2,82	1,38	3,22	4,16	2,68	5,45	7,08	1,00	0,75	0,70

#### 4.1.1.4.7 DATAS X AZOTOS X VARIEDADES

Esta interacção não foi significativa para nenhum dos parâmetros estudados relativos ao índice de área fotossintética.

QUADRO 4.17

	LAI acima			LAI abaixo			LAI total			razão ac/ab		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
N0 Mara	1,26	1,40	1,25	1,80	1,54	1,07	3,06	2,95	2,32	0,69	0,94	1,23
N0 Etoile	1,30	1,51	1,08	1,67	1,56	0,91	2,97	3,08	1,99	0,81	1,03	1,16
N1 Mara	2,24	2,05	1,77	3,68	2,88	1,88	5,91	4,93	3,66	0,61	0,73	0,94
N1 Etoile	2,47	2,35	1,87	4,51	3,00	2,15	6,98	5,34	4,01	0,59	0,79	0,88
N2 Mara	2,92	2,34	2,27	4,61	3,38	2,77	7,53	5,72	5,04	0,63	0,71	0,83
N2 Etoile	3,60	2,68	2,19	5,83	3,81	2,82	9,72	6,49	5,02	0,61	0,72	0,78

Se fizermos a análise através das equações de regressão (eqs. 4.30 a 4.38) verificamos que a diferença de comportamento das duas variedades em relação ao atraso da data de sementeira se vai acentuando com o aumento da adubação azotada. Para qualquer dos níveis de azoto o aumento da razão acima/abaixo com o atraso da data de sementeira é mais acentuado e significativo para a variedade Mara. Para o nível N2 o aumento desta razão na Mara é devido a uma diminuição da área abaixo do nó da folha estandarte. Para a Etoile há também uma redução da área acima, só que a redução abaixo é mais intensa pelo que a razão aumenta com o atraso da data de sementeira mas de uma forma menos intensa.

#### 4.1.1.5 RAZÃO PESO DE MATÉRIA SECA/ÁREA FOTOSSINTÉTICA A FLORAÇÃO

Para a análise deste parâmetro foram excluídos os mesmos anos que no caso da matéria seca e área fotossintética.

QUADRO 4.18

ACIMA DO NÓ ABAIXO DO NÓ			ANALISE DA VARIANCIA		
	(mg/cm <sup>2</sup> )	(mg/cm <sup>2</sup> )		acima	abaixo
83/84	8,84	16,17	anos	F[2,72] 48,5***	26,7***
84/85	10,10	14,37	r/a	F[9,72] n.s.	n.s.
85/86	11,52	13,12	datas	F[2,72] 38,4***	15,9***
D1	8,77	13,19	azotos	F[2,72] 56,5***	13,8***
D2	10,94	15,17	d x az	F[4,72] 4,7**	3,1*
D3	10,38	15,31	a x d	F[4,72] 11,7***	9,5***
			a x az	F[4,72] 7,0***	9,5***
N0	8,49	13,28	a x d x az	F[8,72] n.s.	n.s.
N1	10,97	15,22	variedades	F[1,81] 20,9***	n.s.
N2	11,00	15,16	v x d	F[2,81] n.s.	n.s.
			v x az	F[2,81] n.s.	n.s.
Mara	10,58	14,73	v x d x az	F[4,81] n.s.	n.s.
Etoile	9,73	14,38	a x v	F[2,81] 18,5***	n.s.
			a x v x d	F[4,81] n.s.	n.s.
			a x v x az	F[4,81] n.s.	n.s.
			a x d x v x az	F[8,81] n.s.	n.s.

4.1.1.5.1 DATAS DE SEMEITEIRA

O atraso da data de sementeira aumentou de forma altamente significativa a produção de matéria seca por unidade de área fotossintética quer acima quer abaixo do nó da folha estandarte.

Analisando o efeito através de equações de regressão, sendo X o número de dias entre o referencial 1 de Novembro e a data de emergência, obtemos:

Mara N0 acima  $Y = 5,14 + 0,064 X$   $r=0,81$   $P < 0,1 \%$  eq.4.39

Mara N1 acima  $Y = 8,29 + 0,050 X$   $r=0,74$   $P < 1 \%$  eq.4.40

Mara N2 acima  $Y = 8,46 + 0,050 X$   $r=0,69$   $P < 1 \%$  eq.4.41

Nenhuma das equações para a Etoile foi significativa. Tal como aconteceu com outros parâmetros analisados anteriormente, a variação provocada pelos anos sobrepõem-se à das datas de sementeira apesar, de em cada um dos anos, ter havido uma tendência para o aumento desta razão com o atraso da data de sementeira. Pela análise das equações de regressão vemos que este efeito da data de sementeira é maior para a variedade Mara.

#### 4.1.1.5.2 AZOTOS

A adubação azotada aumentou esta razão, quer acima quer abaixo, devido à diferença dos tratamentos com e sem azoto.

#### 4.1.1.5.3 VARIEDADES

A produção de matéria seca por unidade de área fotossintética acima do nó da folha estandarte é superior para a variedade Mara. Abaixo do nó não houve diferenças entre variedades.

#### 4.1.1.5.4 DATAS X AZOTOS

Há uma interação significativa datas x azotos para o valor desta razão, quer acima quer abaixo do nó da folha estandarte. O aumento da produção de matéria seca por unidade de área fotossintética provocado pelo atraso da data de sementeira aumenta com a adubação azotada.

QUADRO 4.19

	ACIMA			ABAIXO		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
N0	8,01	9,06	8,41	13,09	13,24	13,52
N1	9,39	11,77	11,74	13,13	16,36	16,17
N2	8,96	11,98	12,06	13,34	15,89	16,23

#### 4.1.1.5.5 DATAS X VARIEDADES

QUADRO 4.20

	ACIMA			ABAIXO		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Mara	9,24	11,17	11,34	13,25	14,99	15,94
Etoile	8,33	10,71	10,14	13,13	15,34	14,68

Não houve interação significativa entre datas e variedades. A análise pelas equações de regressão (eqs.4.39 a 4.41) revela-nos, no entanto, que este efeito é significativo para a variedade Mara e para os valores acima do nó da folha estandarte.

#### 4.1.1.5.6 AZOTOS X VARIEDADES

Não há interação significativa entre azotos e variedades.

QUADRO 4.21

	ACIMA			ABAIXO		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Mara	8,82	11,53	11,40	13,28	15,76	15,14
Etoile	8,17	10,41	10,60	13,29	14,68	15,17

#### 4.1.1.5.7 DATAS X AZOTOS X VARIEDADES

QUADRO 4.22

	ACIMA			ABAIXO		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
N0 Mara	8,17	9,08	9,20	12,69	12,78	14,36
N0 Etoile	7,85	9,04	7,62	13,48	13,71	12,68
N1 Mara	9,78	12,24	12,57	13,57	16,35	17,38
N1 Etoile	9,01	11,31	10,92	12,70	16,38	14,97
N2 Mara	9,78	12,18	12,25	13,49	15,86	16,08
N2 Etoile	8,14	11,79	11,88	13,20	15,92	16,38

Esta interação não foi significativa quer para os valores acima quer para os abaixo.

4.1.1.6 PESO DO GRÃO/PESO DE MATÉRIA SECA A FLORAÇÃO

QUADRO 4.23

	peso grão/mat. seca acima	peso grão/mat. seca total
83/84	1,55	0,44
84/85	1,71	0,65
85/86	0,97	0,38
D1	1,56	0,47
D2	1,38	0,51
D3	1,30	0,50
N0	1,43	0,54
N1	1,48	0,50
N2	1,32	0,44
Mara	1,42	0,50
Etoile	1,40	0,48

ANÁLISE DA VARIÂNCIA

anos	F[2,72] 54,22***	62,18***
r/a	F[9,72] 52,17***	3,74***
datas	F[2,72] 67,46***	n.s.
azotos	F[2,72] n.s.	7,97***
datas x azotos	F[4,72] n.s.	n.s.
anos x datas	F[4,72] 53,55***	4,50**
anos x azotos	F[4,72] n.s.	3,61**
a x d x az	F[8,72] n.s.	3,30**
variedades	F[1,81] n.s.	n.s.
v x d	F[2,81] n.s.	n.s.
v x az	F[2,81] n.s.	3,67**
v x d x az	F[4,81] n.s.	n.s.
a x v	F[2,81] n.s.	n.s.
a x v x d	F[4,81] n.s.	3,91**
a x v x az	F[4,81] n.s.	n.s.

#### 4.1.1.6.1 DATAS DE SEMENTEIRA

O atraso da data de sementeira diminuiu a razão peso do grão/peso em matéria seca acima do nó da folha estandarte à floração, mas não afectou esta razão em termos de matéria seca total.

Analisando o efeito em termos de equações de regressão, sendo X o número de dias entre o referencial 1 de Novembro e a data de emergência, obtemos:

Mara N0 acima  $Y = 0,49 + 0,043 X - 0,0004 X^2$   $r=0,6679$   $n-3=9$   $P < 5 \%$   
 (eq.4.42)  $y_{max}=1,65$  para  $x=54$  ( data sem. 14 Dez)

Mara N1 acima  $Y = 0,02 + 0,058 X - 0,0005 X^2$   $r=0,7702$   $n-3=9$   $P < 1 \%$   
 (eq.4.43)  $y_{max}=1,70$  para  $x=58$  ( data sem. 18 Dez)

total  $Y = 0,0096 + 0,018 X - 0,00015 X^2$   $r=0,643$   $n-3=9$   $P < 5 \%$   
 (eq.4.44)  $y_{max}=0,55$  para  $x=60$  ( data sem, 20 Dez)

Mara N2 acima  $Y = -1,13 + 0,097 X - 0,00079 X^2$   $r=0,7532$   $n-3=9$   $P < 1 \%$   
 (eq.4.45)  $y_{max}=1,85$  para  $x=61$  ( data sem. 21 Dez)

total  $Y = -0,21 + 0,026 X - 0,0002 X^2$   $r=0,7115$   $n-3=9$   $P < 2 \%$   
 (eq.4.46)  $y_{max}=0,64$  para  $x=65$  ( data sem. 25 Dez)

Etoile N0 acima  $Y = 0,736 + 0,037 X - 0,00036 X^2$   $r=0,6193$   $n-3=9$   $P < 5 \%$   
 (eq.4.47)  $y_{max}=1,69$  para  $x=51$  ( data sem. 11 Dez)

total  $Y = 0,58 + 0,0044 X - 0,000071 X^2$   $r=0,6913$   $n-3=9$   $P < 2 \%$   
 (eq.4.48)  $y_{max}=0,65$  para  $x=31$  (data de sem.21 Nov)

Etoile N1 acima  $Y = 0,0069 + 0,056 X - 0,000488 X^2$   $r=0,5025$   $n-3=9$   $P < 15 \%$   
 (eq.4.49)  $y_{max}=1,62$  para  $x=58$  (data sem. 18 Dez)

total  $Y = -0,083 + 0,022 x - 0,00018 X^2$   $r=0,5122$   $n-3=9$   $P < 15 \%$   
 (eq.4.50)  $y_{max}=0,59$  para  $x=61$  (data sem. 21 Dez)

Etoile N2 acima  $Y = -0,754 + 0,069 X - 0,00055 X^2$   $r = 0,5744$   $n-3=9$   $P < 10 \%$   
(eq.4.51)  $y_{max} = 1,41$  para  $x = 63$  ( data sem.23 Dez)

total  $Y = -0,26 + 0,023 X - 0,00018 X^2$   $r = 0,6147$   $n-3=9$   $P < 5 \%$   
(eq.4.52)  $y_{max} = 0,47$  para  $x = 64$  ( data sem.24 Dez)

A análise feita desta forma mostra que o efeito é melhor traduzido por uma equação quadrática tanto se considere o peso em matéria seca acima do nó como a matéria seca total. De uma forma geral as equações conduzem a um valor máximo para datas de sementeira que se situam entre a data D2 e a D3.

#### 4.1.1.6.2 AZOTOS

A adubação azotada afectou apenas, e de uma forma negativa, a razão peso do grão/matéria seca total.

#### 4.1.1.6.3 VARIEDADES

Não houve diferenças entre variedades para este parâmetro.

#### 4.1.1.6.4 DATAS X AZOTOS

Esta interacção não foi significativa para estes parâmetros. Pela análise das equações de regressão (eqs.4.42 a 4.52) verificamos que o aumento da adubação azotada tende a atrasar a data de sementeira que conduz a um valor máximo desta razão quer a respeitante à matéria seca acima quer à total.

#### 4.1.1.6.5 DATAS X VARIEDADES

Esta interacção não foi significativa para nenhum destes parâmetros.



#### 4.1.1.6.6. AZOTOS X VARIEDADES

A diminuição provocada pela adubação azotada, particularmente pela dose N2, é mais acentuada para a variedade Etoile.

QUADRO 4.24

	ACIMA			TOTAL		
	N0	N1	N2	N0	N1	N2
Mara	1,40	1,43	1,43	0,53	0,50	0,49
Etoile	1,46	1,53	1,22	0,55	0,50	0,39

#### 4.1.1.6.7 DATAS X AZOTOS X VARIEDADES

Esta interacção não foi significativa para nenhum destes parâmetros.

QUADRO 4.25

	ACIMA			TOTAL		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
N0 Mara	1,62	1,45	1,14	0,49	0,58	0,52
N0 Etoile	1,69	1,41	1,27	0,58	0,57	0,50
N1 Mara	1,58	1,40	1,31	0,48	0,49	0,53
N1 Etoile	1,75	1,28	1,56	0,50	0,44	0,57
N2 Mara	1,35	1,53	1,42	0,42	0,54	0,50
N2 Etoile	1,38	1,20	1,08	0,37	0,42	0,38

No entanto, a análise feita por equações de regressão (eqs.4.42 a 4.52) revela comportamento diferente das duas variedades para as diferentes datas de sementeira e níveis de azoto. Para a Mara o aumento da adubação azotada aumenta o valor máximo atingido pela curva de resposta destes parâmetros ao atraso da data de sementeira, enquanto que para a variedade Etoile se passa o contrário. É de assinalar que a data de sementeira que conduz ao valor óptimo da razão peso do grão / peso em matéria seca aproxima-se bastante da data que assegura a produção máxima para cada variedade e nível de azoto.

#### 4.1.1.7 COMPONENTES DA PRODUÇÃO

QUADRO 4.26

	peso mil grãos/m <sup>2</sup>	esp./m <sup>2</sup>	grãos	grãos	espiguetas	
	grãos g		espiga	espiguetas	espiga	
82/83	26,3	2626	130	20,9	1,66	12,7
83/84	36,2	11655	302	37,6	2,31	16,2
84/85	35,9	8904	359	25,1	1,92	13,1
85/86	31,8	11588	348	33,6	2,08	16,1
D1	34,9	9807	313	29,5	1,98	14,6
D2	33,4	8691	297	28,4	1,96	14,4
D3	29,4	7583	244	30,1	2,04	14,5
N0	31,4	5636	229	25,0	1,94	12,5
N1	33,4	9125	291	30,5	2,00	15,1
N2	32,8	11320	334	32,4	2,04	15,6
Mara	31,8	9478	278	32,7	2,18	14,8
Etoile	33,3	7910	292	25,9	1,81	14,2

#### ANÁLISE DA VARIANÇIA

anos	F[3,96]	108,9***	5,5**	303,8***	745,8	37,6***	108,1***
datas	F[2,96]	54,9***	22,5***	47,7***	n.s.	n.s.	n.s.
azotos	F[2,96]	7,5***	149,5***	99,7***	44,8	n.s.	90,1***
datas x azotos	F[4,96]	n.s.	6,4***	7,2***	n.s.	n.s.	n.s.
anos x datas	F[6,96]	2,9*	9,9***	4,7***	10,3	4,8***	5,9***
anos x azotos	F[6,96]	6,1***	13,0***	5,3***	6,6	n.s.	12,0***
a x d x az	F[12,96]	n.s.	2,4*	2,0*	n.s.	n.s.	2,3*
variedades	F[1,108]	18,4***	41,5***	7,26**	106,0	73,9***	8,1**
v x d	F[2,108]	16,2***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	3,3*
v x az	F[2,108]	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
v x d x az	F[4,108]	n.s.	n.s.	3,6*	n.s.	n.s.	n.s.
a x v	F[3,108]	10,7***	n.s.	12,6***	7,8	n.s.	3,1*
a x d x v	F[6,108]	n.s.	2,6*	2,5*	3,6**	2,9*	n.s.
a x az x v	F[6,108]	3,3**	n.s.	n.s.	5,0***	2,8*	n.s.

#### 4.1.1.7.1 DATAS DE SEMENTEIRA

O atraso da data de sementeira diminuiu o número de grãos/m<sup>2</sup> através de uma diminuição do número de espigas/m<sup>2</sup>, não tendo afectado o número de grãos/espiga. O atraso da data de sementeira diminuiu também o peso de um grão.

Analisando o efeito através de equações de regressão, em que X representa o número de dias entre 1 de Novembro e a data de emergência, temos :

Mara N0 peso mil grãos  $Y = 31,04 + 0,13 X - 0,0016 X^2$   $F(2,9)=4,1$   $P < 5\%$   
(eq.4.53)  $y_{max}=33,7$  para  $x=41$  (data sem. 1 Dez)

Mara N1 peso mil grãos  $Y = 29,42 + 0,31 X - 0,0032 X^2$   $F(2,9)=19,2$   $P < 0,1\%$   
(eq.4.54)  $y_{max}=36,9$  para  $x=48$  (data sem. 7 Dez)

Mara N2 peso mil grãos  $Y = 29,94 + 0,27 X - 0,0027 X^2$   $F(2,9)=3,6$   $P < 10\%$   
(eq.4.55)  $y_{max}=36,7$  para  $x=50$  (data sem. 10 Dez)

Etoile N1 nº grãos/m<sup>2</sup>  $Y = 4772 + 311,3 X - 2,99 X^2$   $F(2,9)=3,8$   $P < 10\%$   
(eq.4.56)  $y_{max}=12875$  para  $x=52$  (data sem. 12 Dez)

peso mil grãos  $Y = 31,2 + 0,36 X - 0,0036 X^2$   $F(2,9)=6,9$   $P < 5\%$   
(eq.4.57)  $y_{max}=40,2$  para  $x=50$  (data sem. 10 Dez)

Etoile N2 peso mil grãos  $Y = 36,2 + 0,25 X - 0,0028 X^2$   $F(2,9)=3,0$   $P < 10\%$   
(eq.4.58)  $y_{max}=41,8$  para  $x=45$  (data sem. 5 Dez)

A análise feita desta forma revela, no entanto, que o atraso da data de sementeira afecta apenas o peso de um grão e que a equação de resposta que melhor se ajusta é uma quadrática. A data de sementeira que conduz a um peso de um grão mais elevado é próxima do tratamento D2.

#### 4.1.1.7.2 AZOTOS

O aumento da adubação azotada aumentou o número de grãos/m<sup>2</sup> por aumentar o número de espigas/m<sup>2</sup> e o número de grãos/espiga. O número de grãos/espiga foi afectado através do número de espiguetas/espiga.

O peso de um grão aumentou para a dose N1 e diminuiu para a dose N2 de azoto.

#### 4.1.1.7.3 VARIEDADES

A variedade Mara apresentou um número de grãos/m<sup>2</sup> mais elevado, devido a um maior número de grãos/espiga já que a Etoile teve um número de espigas/m<sup>2</sup> mais elevado. A variedade Etoile apresenta peso de um grão mais elevado.

#### 4.1.1.7.4 DATAS X AZOTOS

QUADRO 4.27

	PESO MIL GRÃOS			Nº GRÃOS/m <sup>2</sup>			ESPIGAS/m <sup>2</sup>		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
N0	34,4	32,0	27,8	5528	6137	5244	229	246	213
N1	35,5	33,9	30,9	10329	9157	7889	326	303	243
N2	34,8	34,3	29,4	13564	10778	9617	385	343	275

QUADRO 4.28

	GRÃOS/ESPIGA			GRÃOS/ESPIGUETA			ESPIGUE./ESPIGA		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
N0	24,4	24,8	25,9	1,85	1,96	2,01	13,0	12,7	12,7
N1	30,7	29,7	31,2	2,00	1,95	2,04	15,1	15,2	14,9
N2	33,4	30,7	33,1	2,08	1,99	2,07	15,7	15,2	16,0

Esta interacção foi significativa em relação ao número de grãos/m<sup>2</sup> devido a um efeito idêntico sobre o número de espigas/m<sup>2</sup>. Em relação ao peso de um grão a interacção não foi significativa. No entanto, a análise das equações de regressão (eqs.4.53 a 4.58) revelam ausência de

efeito das datas de sementeira sobre o número de grãos/m<sup>2</sup> para qualquer dos níveis de azoto.

#### 4.1.1.7.5 DATAS X VARIEDADES

Esta interacção não foi significativa em termos de número de grãos/m<sup>2</sup> tendo sido significativa para o peso de um grão.

QUADRO 4.29

	PESO MIL GRÃOS			Nº GRÃOS/m <sup>2</sup>			Espigas/m <sup>2</sup>		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Mara	32,7	33,1	29,5	10582	9231	8638	301	287	245
Etoile	37,1	33,7	29,2	9032	8168	6527	326	308	242

QUADRO 4.30

	GRÃOS/ESPIGA			GRÃOS/ESPIGUETA			ESPIGUE./ESPIGA		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Mara	33,0	30,9	34,3	2,15	2,14	2,23	14,8	14,3	15,2
Etoile	25,9	25,9	25,8	1,80	1,79	1,84	14,3	14,4	13,9

Pelas equações de regressão (eqs.4.53 a 4.58) podemos ver que o peso de um grão aumenta, para as duas variedades, com o atraso da data de sementeira e a data óptima é muito idêntica para as duas variedades.

#### 4.1.1.7.6 AZOTOS X VARIEDADES

QUADRO 4.31

	PESO MIL GRÃOS			Nº GRÃOS/m <sup>2</sup>			ESPIGAS/m <sup>2</sup>		
	N0	N1	N2	N0	N1	N2	N0	N1	N2
Mara	30,3	32,9	32,1	6205	9841	12387	227	281	325
Etoile	32,5	34,0	33,5	5067	8409	10253	232	301	343



QUADRO 4.32

	GRÃOS/ESPIGA			GRÃOS/ESPIGUETA			ESPIGUE./ESPIGA		
	N0	N1	N2	N0	N1	N2	N0	N1	N2
Mara	28,1	34,2	36,0	2,10	2,16	2,28	13,2	15,4	15,7
Etoile	22,0	26,9	28,8	1,78	1,84	1,81	12,4	14,7	15,6

A interação azotos x variedades não foi significativa para nenhum dos parâmetros relativos aos componentes da produção. No entanto o aumento do número de grãos/m<sup>2</sup> com a adubação azotada foi maior para a variedade Mara devido a um efeito idêntico sobre o número de grãos/espiga.

## 4.1.1.7.7 DATAS X AZOTOS X VARIEDADES

QUADRO 4.33

	PESO MIL GRÃOS			Nº GRÃOS/m <sup>2</sup>			ESPIGAS/m <sup>2</sup>		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
N0 Mara	31,8	30,6	28,4	5926	6658	6031	234	245	201
N0 Etoile	37,0	33,3	27,1	5129	5617	4456	224	248	226
N1 Mara	33,3	34,3	31,2	10993	9575	8956	302	294	246
N1 Etoile	37,7	33,5	30,6	9666	8739	6822	350	312	240
N2 Mara	33,0	34,4	29,0	14827	11407	10927	366	322	288
N2 Etoile	36,6	34,2	30,0	12302	10148	8308	403	365	261

QUADRO 4.34

	GRÃOS/ESPIGA			GRÃOS/ESPIGUETA			ESPIGUE./ESPIGA		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
N0 Mara	26,0	27,0	31,1	1,94	2,11	2,24	13,1	12,7	13,8
N0 Etoile	22,7	22,6	20,7	1,76	1,80	1,78	12,8	12,6	11,7
N1 Mara	35,0	32,1	35,4	2,15	2,14	2,18	15,6	15,0	15,7
N1 Etoile	26,4	27,3	27,0	1,86	1,76	1,90	14,5	15,5	14,1
N2 Mara	38,1	33,6	36,4	2,37	2,18	2,28	15,7	15,3	16,0
N2 Etoile	28,1	27,8	29,8	1,79	1,80	1,85	15,7	15,1	16,1

Não houve interação significativa quer para o número de grãos/m<sup>2</sup> quer para o peso de um grão tanto pela análise da variância como pela análise das equações de regressão (eqs. 4.53 a 4.58).

Se compararmos os valores das produções estimadas através do número de grãos/m<sup>2</sup> e do peso de um grão com os valores colhidos, verificam-se diferenças que, em muitos casos, são acentuadas. Esta sobrestimativa da produção é com alguma frequência citada na bibliografia e, em virtude disso, é normal calcular-se o número de grãos através da produção observada e do peso de um grão. O valor calculado é o número de grãos pois é esta a medição que está sujeita a maior margem de erro, uma vez que resulta do produto entre o número de espigas/m<sup>2</sup> e o número de grãos/espiga, parâmetros estes que são muito mais variáveis e difíceis de medir que o peso de um grão. Adoptando este critério e recalculando as equações de regressão entre a data de emergência (X) e o número de grãos/m<sup>2</sup> corrigido (Y) obtém-se:

Mara N0       $Y = 2010,6 + 93,4 X - 0,59 X^2$        $r=0,5336$      $n-1=11$      $P < 6,3 \%$   
 (eq.4.59)                       $y_{max}=5707$     para  $x=79$     (data sem 9 Jan.)

Mara N1       $Y = 2296,3 + 242,6 X - 1,9 X^2$        $r=0,7160$      $n-1=11$      $P < 1 \%$   
 (eq.4.60)                       $y_{max}=10040$     para  $x=64$     (data sem 24 Dez)

Mara N2       $Y = 2410,5 + 338,0 X - 2,8 X^2$        $r=0,7277$      $n-1=11$      $P < 1 \%$   
 (eq.4.61)                       $y_{max}=12610$     para  $x=60$     (data sem 20 Dez)

Etoile N0      $Y = 2557,1 + 121,0 X - 1,1 X^2$        $r=0,7156$      $n-1=11$      $P < 1 \%$   
 (eq.4.62)                       $y_{max}=5885$     para  $x=55$     (data de sem 15 Dez)

Etoile N1      $Y = 4382,2 + 209,4 X - 2,1 X^2$        $r=0,8973$      $n-1=11$      $P < 0,1 \%$   
 (eq.4.63)                       $y_{max}=9602$     para  $x=50$     (data sem 10 Dez)

Etoile N2      $Y = 179,6 + 338,9 X - 2,9 X^2$        $r=0,7662$      $n-1=11$      $P < 1 \%$   
 (eq.4.64)                       $y_{max}=100080$     para  $x=58$     (data sem 18 Dez)

A análise destas equações de regressão mostra-nos que a data de sementeira também afectou o número de grãos de uma forma muito significativa. Verificamos também que o aumento da adubação azotada aumenta o número de grãos/m<sup>2</sup> e faz que as datas de sementeira que conduzem aos valores máximos de número de grãos/m<sup>2</sup> e peso de um grão se aproximem. O aumento do número de grãos/m<sup>2</sup> provocado pela adubação azotada foi maior

para a variedade Mara.

#### 4.1.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO PRIMEIRO ENSAIO

Analisando os resultados do quadro (4.2), verificamos que a média geral (2969 kg/ha) se situa próxima da produção média na Herdade Experimental da Almocreva neste tipo de solos e para o mesmo período (2630 kg/ha). O mesmo se passa com o tratamento D1N1 Mara o qual pode ser considerado um tratamento comum na região. Isto aumenta a confiança com que se podem analisar os benefícios dos melhores tratamentos.

O atraso da data de sementeira até o segundo ou terceiro decêndio de Dezembro, consoante a variedade e a dose de azoto, teve claramente um efeito benéfico na produção. Este resultado está em desacordo com muitos dos citados na bibliografia de diversas origens, em que, exceptuando os casos de perdas da produção devidas a geadas após o espigamento, o atraso da data de sementeira conduz à diminuição da produção (Fischer e Kohn 1966; Sandhu 1978; Musick e Dusek 1980; Woodruff 1983; Sutton 1983; French e Schultz 1984; Willington 1985). Outros autores encontram que a resposta da produção ao atraso da data de sementeira é melhor traduzida por uma equação quadrática como foi o caso do nosso ensaio (Galil e Ahmed 1977; Tanedo e outros 1977). No entanto, as condições ambientais em que decorreram os ensaios citados variaram em relação às nossas, assim como nesses ensaios não se fez variar a dose de azoto. Caso não tivéssemos usado a dose de azoto N2, o benefício do atraso da data de sementeira não seria tão evidente. Muitos dos ensaios de autores Australianos e de outros autores de países com clima tropical decorreram numa situação em que a cultura cresceu baseada principalmente em água armazenada no solo antes da sementeira. Nestas condições climáticas as adubações azotadas utilizadas são, compreensivelmente, inferiores às por nós aplicadas. Os resultados da bibliografia da Europa do Norte (Willington 1985) são obtidos numa situação em que a cultura não sofre acentuados stress hídrico ou térmico durante o enchimento do grão. Assim esta aparente discrepância de resultados pode ser devida a diferenças climáticas óbvias entre o nosso clima e os climas tropical e temperado marítimo. Enquanto que no clima tropical o atraso da data de sementeira desloca o ciclo da cultura para



uma época em que a deficiência hídrica é mais acentuada, no clima temperado o atraso da data de sementeira conduz a um encurtamento do ciclo da cultura sem qualquer benefício por parte da planta no que diz respeito a água, luz ou temperatura. Também com muita frequência neste tipo de clima a emergência diminui com o atraso da data de sementeira (Willington 1985). Nas nossas condições a cultura cresce parte do seu ciclo, pelo menos até a floração, sem normalmente experimentar deficiência hídrica e a partir desta fase aumenta consideravelmente a probabilidade de ocorrerem stresses hídricos e térmicos. É pois lógico admitir que entre nós, o compromisso óptimo entre a produção total de matéria seca, o índice de colheita e a produção de grão seja diferente do que para as duas situações climáticas referidas. É nesta perspectiva que os dados irão ser discutidos. A influência dos tratamentos na evolução da população, na produção total de matéria seca e área fotossintética, sua distribuição acima e abaixo da folha estandarte, nos componentes da produção e de como estas alterações na cultura afectaram a distribuição de assimilatos e a produção de grão.

#### 4.1.2.1 EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO E PRODUÇÃO

##### 4.1.2.1.1 POPULAÇÃO PRODUTIVA

Analisando a relação entre a população produtiva e a produção através de equações de regressão determinadas para cada nível de azoto e variedade, em que P é o número de espigas/m<sup>2</sup> à colheita e E a data de emergência tendo como referencial 1 de Novembro, utilizando os dados dos cinco anos de ensaio, obtemos :

$$\text{Mara N0} \quad Y = -1633 + 9,49 P - 0,01 P^2 + 50,66 E - 1,37 E^2 - 0,005 PE$$

(eq. 4.65)  $F(5,9)=3,88 \quad p < 5 \%$

$$\text{Mara N1} \quad Y = -8792 + 54,6 P - 0,078 P^2 + 131,01 E - 0,825 E^2 - 0,094 PE$$

(eq. 4.66)  $F(5,9)=48,55 \quad p < 0,1 \%$

$$\text{Mara N2} \quad Y = -11643 + 47,26 P - 0,043 P^2 + 204,57 E - 1,20 E^2 - 0,163PE$$

(eq. 4.67)  $F(5,9)=60,43 \quad p < 0,1 \%$

Etoile N0  $Y = -2355 + 18,70 P - 0,017 P^2 + 52,34 E - 0,315 E^2 - 0,092 PE$   
 (eq. 4.68)  $F(5,9) = 3,95 \quad p < 5 \%$

Etoile N1  $Y = -5795 + 37,37 P - 0,046 P^2 + 117,58 E - 0,882 E^2 - 0,084 PE$   
 (eq. 4.69)  $F(5,9) = 12,37 \quad p < 0,1 \%$

Etoile N2  $Y = -7132 + 30,54 P - 0,029 P^2 + 146,47 E - 1,009 E^2 - 0,083 PE$   
 (eq. 4.70)  $F(5,9) = 14,95 \quad p < 0,1 \%$

Analisando estas equações para as diferentes datas de sementeira (D1→E=30; D2→E=50; D3→E=74) obtém-se:

QUADRO 4.35

	D1 (E=30)			D2 (E=50)			D3 (E=74)		
	P para y <sub>max</sub>	Y <sub>max</sub> kg/ha	prod/ esp g	P para y <sub>max</sub>	Y <sub>max</sub> kg/ha	prod/ esp g	P para y <sub>max</sub>	Y <sub>max</sub> kg/ha	prod/ esp g
Mara N0	467	1735	0,37	462	2109	0,46	456	2169	0,48
Etoile N0	469	2668	0,57	415	2398	0,58	350	1873	0,54
Mara N1	332	2981	0,90	320	3677	1,15	305	3660	1,20
Etoile N1	379	3539	0,93	361	3859	1,07	339	3351	0,99
Mara N2	493	3853	0,78	443	4469	1,01	398	4376	1,07
Etoile N2	484	3145	0,65	455	3686	0,81	421	3333	0,79

Vemos assim que o atraso da data de sementeira actuou através de um aumento da produção/espiga, o que está de acordo com o encontrado por Willington (1985) em Inglaterra. A diferença está, em que este Autor encontra uma diminuição do número de espigas, o que não se verificou nos nossos ensaios. Esta diferença poderá ser explicada pela diferença da temperatura de Inverno nas duas situações. Enquanto que em Inglaterra o frio de Inverno é suficiente para parar o crescimento de Inverno e provocar a morte dos filhos mais novos, o mesmo não se passa entre nós. O aumento da produção/espiga foi mais efectivo para a variedade Mara, particularmente para os níveis N1 e N2 de azoto. Outra diferença entre as duas variedades é que para a Mara o aumento da produção/espiga se verifica até a data D3, enquanto que para a Etoile este aumento só se verifica até a data D2. O azoto ao nível N1 aumentou a produção por

aumentar a produção/espiga e ao nível N2 por aumentar o número de espigas que conduz à produção máxima.

Outro facto que ressalta da análise deste quadro é o número de espigas que conduz à produção máxima para cada tratamento, não atingindo este valor as 500 espigas/m<sup>2</sup> em nenhum caso. Em Inglaterra o valor óptimo de espigas/m<sup>2</sup> à colheita é de 650, sendo o incremento da produção pelo aumento do número de espigas até este valor praticamente linear (Willington 1985). Se se admitir o mesmo tipo de relação para as nossas condições, o incremento da produção para o tratamento D2N2 Mara seria na ordem dos 2000 kg/ha, o que permitiria obter uma produção de cerca de 6500 kg/ha. Dois pontos merecem atenção especial: um é saber porque nunca se atingiram valores da população produtiva acima de 500 espigas/m<sup>2</sup>; o outro é saber, se nas nossas condições climáticas, se pode admitir o mesmo tipo de relação entre a população e a produção/ha.

#### 4.1.2.1.2 POPULAÇÃO POTENCIAL

A população potencial diminuiu com o atraso da data de sementeira por um efeito idêntico no número de filhos/planta tendo tido a adubação azotada um efeito oposto, estando qualquer destes efeitos de acordo com o geralmente apresentado na bibliografia. O efeito da adubação azotada foi tanto maior quanto mais cedo foi a data de sementeira e foi mais efectivo na variedade Etoile. Isto era de esperar uma vez que as variedades de Inverno tem um potencial genético para produção de filhos superior (Dewey e Albrechtsen 1985). Esta relação entre o efeito destes três factores leva a admitir que para sementeiras tardias, particularmente com variedades de Primavera, o aumento da adubação azotada será uma forma pouca eficaz de compensar possíveis reduções da população produtiva devidas a uma diminuição do afilhamento. O aumento da densidade de sementeira será, talvez, uma maneira mais eficiente de compensação.

A população potencial esteve altamente correlacionada com a população produtiva (  $r=0,4341$   $n-1=215$  ). No entanto, a população potencial foi muito superior à produtiva e, mesmo o tratamento com uma população potencial mais baixa, apresentou um valor superior a 650 pés/m<sup>2</sup>. Parece pois que a possibilidade de obtermos uma elevada

população produtiva depende em grande parte da taxa de sobrevivência, o que está de acordo com o normalmente referido na bibliografia (Scott 1977; Willington e Biscoe 1984).

#### 4.1.2.1.3 TAXA DE SOBREVIVÊNCIA

A análise feita pelas equações de regressão (eqs. 4.7 a 4.19) mostra-nos que a data de sementeira não teve efeito na taxa de sobrevivência, excepto para o tratamento Mara M2, havendo neste caso um efeito positivo do atraso da data de sementeira. O azoto não teve efeito significativo sobre a taxa de sobrevivência o que está em desacordo com o normalmente referido na bibliografia em que a competição por azoto durante a diferenciação das espiguetas condiciona a sobrevivência dos filhos (Blacklow e Incoll 1981; Willington e Biscoe 1984; Willington 1985). As taxas de sobrevivência por nós medidas foram muito baixas, sendo nalguns casos a população produtiva inferior à emergida. Esta mortalidade ocorreu antes do espigamento, uma vez que o número de espigas/m<sup>2</sup> contado nesta fase não diferiu do contado à colheita, o que está de acordo com os resultados encontrados por outros autores.

A taxa de sobrevivência esteve altamente correlacionada com a população produtiva ( $r=0,5675$   $n-1=215$ ). Uma vez que a taxa de sobrevivência esteve negativamente correlacionada com a população potencial ( $r=-0,3910$   $n-1=215$ ), o coeficiente de correlação parcial entre a taxa de sobrevivência e a população produtiva eliminando o efeito da população potencial foi  $r=0,889$ . Dados os valores relativamente baixos do número de espigas/m<sup>2</sup> por nós obtidos e da elevada dependência destes em relação à taxa de sobrevivência, parece-nos que os factores que controlaram a mortalidade merecem investigação futura. Tendo a mortalidade ocorrido entre Dezembro e Abril não é de admitir que a deficiência hídrica seja uma causa. Não nos parece também que a luz seja um factor mais limitante entre nós que nos países da Europa do Norte. Outros nutrientes que não o azoto poderão ser causas prováveis.

Uma vez que nunca se atingiram valores da população produtiva de 650 espigas/m<sup>2</sup> torna-se difícil julgar até que ponto é possível aumentarmos a produtividade nestes solos através de um aumento do número

de espigas/área. No entanto parece-nos que é uma possibilidade que fica em aberto.

#### 4.1.2.2 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E PRODUÇÃO

A produção de grão de trigo vai depender da produção total de matéria seca e da sua distribuição entre as diferentes partes da planta, traduzida pelo índice de colheita. No nosso trabalho, a produção total de matéria seca à colheita não foi medida. No entanto, a produção de matéria seca à floração está muito relacionada com a produção de palha. Assim, aquilo a que chamamos "índice de colheita" é a razão entre o peso do grão/(peso do grão + peso de matéria seca à floração).

Aquando da apresentação dos dados verificou-se que o efeito do atraso da data de sementeira, quando analisado em termos de equações de regressão (eqs.4.20 a 4.29), sobre a produção de matéria seca se reflectia principalmente em termos do aumento da razão do peso em matéria seca acima e abaixo do nó da folha estandarte. O único tratamento em que se verificou uma diminuição significativa da produção total de matéria seca foi o Etoile N2. Para a variedade Mara o aumento da razão acima/abaixo foi devido a um aumento da produção de matéria seca acima do nó da folha estandarte para os níveis de azoto N0 e N1, enquanto que para o nível N2 se deveu a uma diminuição da produção de matéria seca abaixo desse nó. Esta diminuição da matéria seca abaixo foi também a causa do aumento da razão para a variedade Etoile para os níveis de azoto N1 e N2.

Ajustando equações de regressão entre a produção em kg/ha (Y), o número de dias para a emergência (E) e a produção total de matéria seca g/0,17m<sup>2</sup> (P) obtemos :

##### Variedade Mara

$$\text{N1} \quad Y = 3162,8 + 51,3 P - 0,12 P^2 + 116,4 E - 0,67 E^2 - 0,306 PE$$

(eq.4.71)  $r=0,8638$   $n-1=11$   $p < 0,1 \%$

$$\text{N2} \quad Y = 1213,7 - 15,06 P + 0,06 P^2 + 148,0 E - 1,20 E^2 - 0,068 PE$$

(eq.4.72)  $r=0,9060$   $n-1=11$   $p < 0,1 \%$

Analisando estas equações para as diferentes datas de sementeira, calculando o valor de P que conduz à produção máxima de grão e o respectivo "índice de colheita" temos:

N1

(E)	(P) g/0,17m <sup>2</sup>	kg/ha	Ymax kg/ha	"índ. colheita"
30	175,5	10324	2764	0,21
50	150,0	8824	3682	0,29
74	119,6	7034	3449	0,33

verificando-se que para este nível de azoto o atraso da data de sementeira diminui a produção de matéria seca que conduz à produção máxima mas o aumento do "índice de colheita" mais que compensa esta diminuição, havendo um aumento da produção de grão.

N2- Para esta dose de azoto, a correlação entre a produção de matéria seca e a produção de grão foi negativa. Se ajustarmos a equação mas usando o valor da produção de matéria seca acima do nó da folha estandarte como variável (P) esta correlação torna-se positiva.

$$Y = - 792,0 + 41,06 P - 0,45 P^2 + 143,9 E - 1,27 E^2 + 0,12 PE$$

(eq.4.73)  $r=0,9034$   $n-1=11$   $p < 0,1 \%$

Se analisarmos esta equação como fizemos para a dose N1 temos:

(E)	(P) g/0,17m <sup>2</sup>	kg/ha	Ymax kg/ha	"índ. colheita"
30	49,6	2919	3490	0,54
50	52,3	3076	4458	0,59
74	55,4	3261	4287	0,57

verificando-se que o atraso da data de sementeira aumentou a produção de grão por aumentar a produção de matéria seca acima do nó da folha estandarte que conduziu à produção máxima e por aumentar a produção de grão/kg de matéria seca acima do nó.

Variedade Etoile

N0  $Y = -1246 + 60,30 P - 0,19 P^2 + 45,35 E - 0,34 E^2 - 0,29 PE$   
 (eq.4.74)  $r=0,8003$   $n-1=11$   $p < 0,1 \%$

(E)	(P) gr/0,17m <sup>2</sup>	kg/ha	Ymax kg/ha	"ind.colheita"
30	135,8	7988	3251	0,29
50	120,5	7090	2931	0,29
74	102,1	6006	2232	0,27

O atraso da data de sementeira conduziu a uma diminuição da produção por diminuir a produção de matéria seca que conduz à produção máxima de grão, sem benefícios em termos de "índice de colheita".

N1  $Y = 1145,6 + 9,90 P - 0,04 P^2 + 95,2 E - 0,90 E^2 - 0,06 PE$   
 (eq.4.75)  $r=0,7862$   $n-1=11$   $p < 1\%$

(E)	(P) gr/0,17m <sup>2</sup>	kg/ha	Ymax kg/ha	"ind.colheita"
30	101,3	5956	3604	0,38
50	86,3	5074	3957	0,44
74	68,3	4015	3454	0,46

O atraso da data de sementeira conduz à diminuição do peso em matéria seca que conduz à produção máxima e aumenta o "índice de colheita". Como resultado a data D2 apresenta a melhor produção.

N2  $Y = 7898,5 - 42,76 P + 0,04 P^2 + 22,98 E - 0,86 E^2 + 0,34 PE$   
 (eq.4.76)  $r=0,9359$   $n-1=11$   $p < 0,1 \%$

Tal como para a variedade Mara, a correlação entre a produção de matéria seca e a produção de grão foi negativa para a dose N2 de azoto. No entanto, para a Etoile, a correlação continua negativa mesmo trabalhando com a matéria seca acima do nó da folha estandarte.

Parece pois haver uma produção excessiva de matéria seca para a dose N2 de azoto. Esta situação é por vezes citada na bibliografia (Thorne 1974) em particular se a deficiência hídrica se vai

acentuando no final do ciclo da cultura (Passioura 1976; Marshall e outros 1980). O atraso da data de sementeira, diminuindo a produção de matéria seca abaixo do nó, atenua o efeito negativo desta na produção. Na variedade Mara por a razão da matéria seca acima/abaixo ser maior do que para a variedade Etoile e por ser mais acentuado o aumento desta razão com o atraso da data de sementeira, a correlação entre a matéria seca acima do nó da folha estandarte e a produção de grão foi positiva. Para os outros tratamentos o aumento da produção com o atraso da data de sementeira foi devido a um aumento do "índice de colheita", efeito idêntico ao provocado sobre a razão do peso em matéria seca acima/abaixo do nó da folha estandarte à floração. Para os tratamentos sem azoto a produção total de matéria seca limitou a produção.

#### 4.1.2.3 ÍNDICE DE ÁREA FOTOSSINTÉTICA À FLORAÇÃO E PRODUÇÃO

Tal como sucedeu para a matéria seca e ao contrário do citado por muitos autores (Fischer e Kohn 1966; Sandhu 1978; Musick e Dusek 1980; Woodruff 1983; French e Schultz 1984) a data de emergência não afectou o LAI à floração (eqs. 4.30 a 4.38). Afectou a razão acima/abaixo e de uma forma mais significativa do que tinha afectado a produção de matéria seca. Na variedade Mara o aumento da razão é devido a um aumento da área fotossintética acima do nó e a uma diminuição da área abaixo. Na variedade Etoile há uma diminuição da área fotossintética acima para a dose N2 de azoto. Mas porque existe também uma diminuição abaixo e mais acentuada, há uma tendência, embora não significativa, para um aumento da razão acima/abaixo.

Analisando a relação entre o índice de área fotossintética à floração (LAI), a razão deste índice acima e abaixo do nó da folha estandarte (R) e a produção em kg/ha (Y) para cada uma das variedades, utilizando o valor médio por tratamento para os diferentes anos e excluindo o ano de 82/83 por não ter sido medido este parâmetro para todos os tratamentos, obtemos as seguintes equações:



Mara  $Y = - 3467 + 1558 \text{ LAI} - 88,8 \text{ LAI}^2 + 1053 R$

(eq.4.77)  $r=0,9816 \quad n-3=6 \quad p<0,1 \%$

$t_{res}$

$b_1 \quad 5,28 \quad p< 0,1 \%$

$b_2 \quad -3,23 \quad p< 5 \%$

$b_3 \quad 2,59 \quad p< 5 \%$

O valor de LAI que conduz à produção máxima é de 8,77, o qual está muito próximo do valor 9 indicado como ótimo para a cultura do trigo por outros autores (Watson, Thorne e French 1963 cit. por Thorne 1974). Para um mesmo valor de LAI, a produção aumenta linear e significativamente com o aumento da razão acima/abaixo (R). Parece pois que o efeito benéfico do atraso da data de sementeira na produção se deve a um aumento da proporção de área fotossintética acima do nó da folha estandarte, uma vez que as equações entre a data de emergência e LAI total não foram significativas. Os valores de LAI obtidos para esta variedade, mesmo para a dose N2 de azoto, foram sempre inferiores ao valor ótimo, a não ser para o ano de 85/86 em que no tratamento D1N2 se atingiu o valor de 11,34. Parece pois de admitir a possibilidade de aumentar a produção desta variedade pelo aumento de LAI à floração, o que poderá ser conseguido pelo aumento da população produtiva através de um aumento da taxa de sobrevivência.

Etoile  $Y = - 2027 + 1086 \text{ LAI} - 57,8 \text{ LAI}^2 + 671 R$

(eq.4.78)  $r=0,9418 \quad n-3=6 \quad p< 0,1 \%$

$t_{res}$

$b_1 \quad 2,36 \quad p< 6,9 \%$

$b_2 \quad -2,08 \quad p< 9,7 \%$

$b_3 \quad 0,34 \quad p< 80,0 \%$

O valor de LAI que conduz à produção máxima é de 9,39. Comparando as equações para as duas variedades verifica-se que LAI explica melhor as variações da produção para o caso da Mara. Isto pode ser devido a que a relação entre a produção e LAI diminui para valores deste superiores a 7 (Thorne 1974) e que para a variedade Etoile, com 200 kg de N/ha, este valor é largamente ultrapassado em quase todos os anos de ensaio. Quanto à razão acima/abaixo o seu efeito na variedade Etoile, embora positivo, não é

significativo e é menor do que para a variedade Mara. Tal pode resultar do facto de o valor de LAI e a razão acima /abaixo estarem negativamente correlacionados e de uma forma mais marcada para a Etoile ( $r=-0,9061$ ) do que para a Mara ( $r=-0,7709$ ).

Também deste modo se poderá explicar a diferença entre as duas variedades no que respeita ao efeito do atraso da data de sementeira na produção, particularmente para o nível N2 de azoto. Enquanto que para a variedade Mara o atraso da data de sementeira aumenta a razão acima/abaixo sem afectar significativamente o índice de área fotossintética total, para a Etoile a diminuição deste índice é significativa e superior ao aumento da razão. Se analisarmos a equação que relaciona LAI com a data de emergência para esta variedade (eqs.4.34 a 4.38) verificamos que para a data D2 o valor de LAI é de 8,58, abaixo do óptimo indicado pela equação anterior. Por outro lado, na variedade Mara não só o aumento da razão da área fotossintética acima/abaixo do nó da folha estandarte com o atraso da data de sementeira foi maior, como também o seu efeito positivo na produção foi mais acentuado.

#### 4.1.2.3.1 RAZÃO LAI ACIMA/ABAIXO E RAZÃO PESO DO GRÃO/PESO EM MATERIA SECA À FLORAÇÃO

Todas as equações tentadas entre a razão LAI acima/abaixo do nó da folha estandarte e a produção de grão resultaram não significativas, o que não será de admirar uma vez que se verifica uma correlação negativa entre o valor de LAI e a sua distribuição acima/abaixo do nó da folha estandarte. No entanto, se relacionarmos a razão LAI acima/abaixo (X) com a razão peso do grão/peso de matéria seca à floração (Y), a qual estará intimamente relacionada com o índice de colheita, obtemos a seguinte equação :

$$Y = 0,35 + 0,17 X \quad F_{(1,15)} = 4,68 \quad p < 5 \% \quad (\text{eq.4.79})$$

verificando-se que o aumento da proporção de área fotossintética acima do nó da folha estandarte aumentou o "índice de colheita", ou seja, o atraso da data de sementeira aumentou a produção de grão por uma distribuição de

assimilatos mais favorável a este e não por um aumento da área fotossintética ou matéria seca totais.

#### 4.1.2.4 RAZÃO MATÉRIA SECA/ÁREA FOTOSSINTÉTICA À FLORAÇÃO E PRODUÇÃO

Esta variável não corresponde à variável ULR (Unit Leaf Rate) definida por Briggs e outros (1920) ou à NAR (Net Assimilation Rate) como a definiu Gregory (1926) que exprimem a variação do peso de matéria seca por unidade de área foliar e tempo. A nossa variável exprime apenas a variação por unidade de área. No entanto, o intervalo de tempo entre a emergência e a floração diminuiu com o atraso da data de sementeira. Como o atraso da data de sementeira conduziu a um aumento da variável peso em matéria seca/área fotossintética à floração podemos afirmar que terá conduzido a um aumento ainda maior das variáveis ULR ou NAR, que segundo os seus autores traduzem, de certa forma, a taxa líquida de fotossíntese.

Se analisarmos em termos de equação de regressão múltipla a relação entre a produção em kg/ha (Y), o índice de área fotossintética (LAI) e a razão peso de matéria seca/área fotossintética acima do nó da folha estandarte em mg/cm<sup>2</sup> (R), usando o valor médio dos anos para os diferentes tratamentos e excluindo o ano de 82/83 pelas razões já expressas, obtemos as seguintes equações para cada uma das variedades :

Mara  $Y = - 1760,5 + 743,9 LAI - 24,9 LAI^2 + 134,3 R$

(eq.4.80)  $r=0,9970$   $n-3=6$   $p < 0,1 \%$

$t_{t\epsilon s}$

$b_1$  5,22  $p < 1 \%$

$b_2$  1,89 n.s

$b_3$  6,11  $p < 1 \%$

coeficientes de correlação

	LAI	LAI <sup>2</sup>	R	Y
LAI	1,0000	0,9875***	0,0808	0,9438***
LAI <sup>2</sup>		1,0000	-0,0147	0,8940***
R			1,0000	0,3894
Y				1,0000

Etoile  $Y = - 622,8 + 1159,5 \text{ LAI} - 68,0 \text{ LAI}^2 - 87,5 R$   
 (eq.4.81)  $r = 0,9712$   $n-3=6$   $p < 0,1 \%$

$t_{\text{res}}$

$b_1$  5,01  $p < 1 \%$

$b_2$  3,66  $p < 2 \%$

$b_3$  1,47 n.s.

coeficientes de correlação

	LAI	LAI <sup>2</sup>	R	Y
LAI	1,0000	0,9811***	-0,1069	0,8881***
LAI <sup>2</sup>		1,0000	-0,2039	0,8217**
R			1,0000	-0,0446
Y				1,0000

Comparando as duas equações verificamos que há diferenças acentuadas entre as duas variedades, no respeitante à influência da variável peso de matéria seca/área fotossintética acima do nó da folha estandarte à floração. Para a Mara esta variável tem uma influência positiva e muito significativa na produção, enquanto que na Etoile tem uma influência negativa e não significativa. Se aceitarmos que esta variável estará relacionada com a eficiência fotossintética ou taxa de assimilação líquida (Brigg e outros 1920; Gregory 1926; Evans 1972; Hunt 1978) poder-se-á dizer que na variedade Mara a produção dependeu da área fotossintética e da sua eficiência acima do nó da folha estandarte e que na variedade Etoile dependeu apenas da área fotossintética. De facto registaram-se valores bastante mais elevados de LAI com esta variedade. Considerando o efeito da data de sementeira sobre o LAI, a sua distribuição acima/abaixo do nó da folha estandarte e a razão peso em matéria seca/área fotossintética acima desse nó, podemos dizer que o atraso da data de sementeira teve um efeito benéfico na produção através de um aumento da proporção de área fotossintética acima do nó da folha estandarte para a variedade Etoile e por um aumento dessa área e da sua eficiência na variedade Mara. Esta poderá ser uma das explicações para o efeito mais acentuado do atraso da data de sementeira nesta variedade.

O azoto terá actuado por um aumento da área fotossintética e, entre as situações com e sem azoto, também por um aumento da sua eficiência.

#### 4.1.2.5 PESO DO GRÃO/PESO DE MATÉRIA SECA À FLORAÇÃO E PRODUÇÃO

Em última análise a produção dependerá da produção total de matéria seca e a sua distribuição entre as diferentes partes da planta, traduzida pelo índice de colheita. A nossa variável não é o índice de colheita mas estará certamente com ele relacionado.

Analisou-se em termos de equação de regressão múltipla a relação entre a produção em kg/ha (Y), a produção de matéria seca à floração em kg/ha (MS) e a razão peso do grão/peso de matéria seca à floração (IC). Esta relação foi estabelecida para cada variedade e nível de azoto uma vez que a relação entre estas variáveis se alterou com a adubação azotada.

Mara N0 (eq.4.82)

$$Y = 1113 - 0,17 MS - 0,000029 MS^2 - 3655 IC + 694 IC^2 + 1,92 MS \cdot IC$$

$$r = 0,9611 \quad n-5=7 \quad p < 0,1 \%$$

coeficientes de correlação

	MS	IC	MS <sup>2</sup>	IC <sup>2</sup>	MS · IC	Y
MS	1,0000	-0,6889**	0,9857***	-0,6405*	0,5581*	0,6033*
IC		1,0000	-0,5901*	0,9857***	0,1846	-0,0129
MS <sup>2</sup>			1,0000	-0,5462	0,6474*	0,6506*
IC <sup>2</sup>				1,0000	0,1980	-0,0218
MS · IC					1,0000	0,9033***
Y						1,0000

Mara N1 (eq.4.83)

$$Y = -421 + 0,08 MS - 0,0000058 MS^2 + 373 IC - 385 IC^2 + 1,02 MS \cdot IC$$

$$r = 0,9911 \quad n-5=7 \quad p < 0,1 \%$$

coeficientes de correlação

	MS	IC	MS <sup>2</sup>	IC <sup>2</sup>	MS. IC	Y
MS	1,0000	-0,8571***	0,9945***	-0,8550***	-0,2319	-0,2446
IC		1,0000	-0,8436***	0,9812***	0,6518*	0,6498*
MS <sup>2</sup>			1,0000	-0,8262***	-0,2549	-0,2705
IC <sup>2</sup>				1,0000	0,5462	0,5408
MS. IC					1,0000	0,9904***
Y						1,0000

Mara N2 (eq.4.84)

$$Y = -8587 + 1,05 MS - 0,000026 MS^2 + 22670 IC - 12070 IC^2 - 0,63 MS. IC$$

$$r = 0,9806 \quad n-5=7 \quad p < 0,1 \%$$

coeficientes de correlação

	MS	IC	MS <sup>2</sup>	IC <sup>2</sup>	MS. IC	Y
MS	1,0000	-0,3869	0,9969***	-0,3789	0,3867	0,2230
IC		1,0000	-0,3363	0,9901***	0,6745*	0,7297**
MS <sup>2</sup>			1,0000	-0,3266	0,4349	0,2591
IC <sup>2</sup>				1,0000	0,6593*	0,6889**
MS. IC					1,0000	0,8474***
Y						1,0000

Etoile N0 (eq.4.85)

$$Y = 1882 - 0,44 MS + 0,000017 MS^2 - 3733 IC + 1232 IC^2 + 1,63 MS. IC$$

$$r = 0,9821 \quad n-5=7 \quad p < 0,1 \%$$

coeficientes de correlação

	MS	IC	MS <sup>2</sup>	IC <sup>2</sup>	MS. IC	Y
MS	1,0000	-0,6590*	0,9716***	-0,5927*	0,4644	0,4151
IC		1,0000	-0,5982*	0,9666***	0,3020	0,3007
MS <sup>2</sup>			1,0000	-0,5424	0,4593	0,4108
IC <sup>2</sup>				1,0000	0,2730	0,2431
MS. IC					1,0000	0,9741***
Y						1,0000

Etoile N1 (eq.4.86)

$$Y = -5374 + 0,84 MS - 0,000026 MS^2 + 14512 IC - 7254 IC^2 - 0,36 MS. IC$$

$$r = 0,9893 \quad n-5=7 \quad p < 0,1 \%$$

coeficientes de correlação						
	MS	IC	MS <sup>2</sup>	IC <sup>2</sup>	MS. IC	Y
MS	1,0000	-0,6304*	0,9807***	-0,6869*	0,1846	0,0962
IC		1,0000	-0,5211	0,9597***	0,5649*	0,6259*
MS <sup>2</sup>			1,0000	-0,5583*	0,2287	0,1515
IC <sup>2</sup>				1,0000	0,3607	0,4219
MS. IC					1,0000	0,9768***
Y						1,0000

Etoile N2 (eq.4.87)

$$Y = -11537 + 1,82 MS - 0,000064 MS^2 + 26587 IC - 15523 IC^2 - 1,11 MS. IC$$

$$r = 0,9852 \quad n-5=7 \quad p < 0,1 \%$$

coeficientes de correlação						
	MS	IC	MS <sup>2</sup>	IC <sup>2</sup>	MS. IC	Y
MS	1,0000	-0,5392	0,9920***	-0,5737*	0,0603	0,0843
IC		1,0000	-0,5088	0,9829***	0,7805**	0,7267**
MS <sup>2</sup>			1,0000	-0,5402	0,0645	0,0780
IC <sup>2</sup>				1,0000	0,7107**	0,6436*
MS. IC					1,0000	0,9580***
Y						1,0000

Da análise das equações e coeficientes de correlação entre as diferentes variáveis pode concluir-se o seguinte :

1- A produção de grão depende da produção de matéria seca à floração (MS) apenas para os tratamentos sem azoto.

2- A dependência da produção de grão do "índice de colheita" (IC) aumentou com a adubação azotada em ambas as variedades.

3- A produção total de matéria seca à floração e a razão peso do grão/peso de matéria seca à floração estiveram negativamente correlacionadas.

Em resumo pode dizer-se que a produção de grão dependeu da produção total de matéria seca apenas nos tratamentos sem azoto. Para os níveis N1 e N2 de azoto a produção dependeu principalmente do "índice de colheita", ou seja, da forma como os assimilatos foram distribuídos entre a palha e o grão. O atraso da data de sementeira, cujo efeito na

produção total de matéria seca, quando analisado em termos de equações de regressão (eqs.4.20 a 4.29 ), apenas se reflectiu no tratamento Etoile N2, aumentou a produção de grão por ter aumentado a razão peso de grão/peso em matéria seca à floração, ou seja, o "índice de colheita". A data de sementeira que conduziu ao valor óptimo desta razão para cada tratamento foi bastante semelhante à calculada como óptima para a produção de grão, tendo o aumento da adubação azotada atrasado a data óptima para o "índice de colheita" aumentando assim a coincidência entre as duas data óptimas.

QUADRO 4.36

	DATA ÓPTIMA CALCULADA		VALOR MÁXIMO CALCULADO	
	prod.grão	"índ.colheita"	prod.grão(kg/ha)	"índ.colheita"
Mara N0	26 Dez.	equac. n.s.	1839	equac. n.s.
Etoile N0	19 Dez.	21 Nov.	2082	0,65
Mara N1	30 Dez	20 Dez	3552	0,55
Etoile N1	18 Dez	21 Dez	3745	0,59
Mara N2	27 Dez	25 Dez	4431	0,64
Etoile N2	25 Dez	24 Dez	3782	0,47

#### 4.1.2.6 COMPONENTES DA PRODUÇÃO E PRODUÇÃO

Vimos atrás que tanto a data de sementeira como a dose de azoto afectaram a produção através do peso médio de um grão e do número de grãos se trabalhássemos com os valores corrigidos destes. Se compararmos a data de sementeira que conduz ao valor óptimo de cada uma destas variáveis, obtem-se os seguintes valores :

QUADRO 4.37

	DATA DE SEMENTEIRA ÓPTIMA		
	peso de um grão	nº grãos	produção
Mara No	1 Dez	8 Jan	26 Dez
Etoile N0	-	15 Dez	19 Dez
Mara N1	8 Dez	24 Dez	30 Dez
Etoile N1	12 Dez	10 Dez	18 Dez
Mara N2	10 Dez	20 Dez	27 Dez
Etoile N2	5 Dez	18 Dez	25 Dez



A data que conduz à produção máxima aproxima-se mais da data que conduz ao número máximo de grãos. Isto poderá sugerir uma maior influência do número de grãos na produção do que do peso de um grão, o que é com muita frequência citado na bibliografia (Fisher e Kohn 1966; Evans 1982; Housley e outros 1982; Gales 1983). Se analisarmos a relação existente entre estes três parâmetros, utilizando o valor corrigido do número de grãos e excluindo o ano de 82/83, obtemos para cada uma das variedades :

Mara (coeficientes de correlação  $n-1=35$ )

	peso de um grão	nº grãos/m <sup>2</sup>	produção
peso de um grão	1,0000	0,0920 n.s.	0,5713***
nº grãos/m <sup>2</sup>		1,0000	0,9512***
produção			1,0000

Etoile (coeficientes de correlação  $n-1=35$ )

	peso de um grão	nº grãos/m <sup>2</sup>	produção
peso de um grão	1,0000	0,4455**	0,6960***
nº grãos/m <sup>2</sup>		1,0000	0,9448***
produção			1,0000

verificando-se que para ambas as variedades a produção esteve positiva e altamente correlacionada com estes dois componentes, o que suporta a hipótese colocada por Bingham (1967; 1971) da produção depender geralmente de ambos. Os dados parecem também indicar que não existem limitações fotossintéticas graves durante o enchimento do grão, pois para a variedade Mara a correlação entre o peso de um grão e o número é não significativa e para a Etoile é positiva e muito significativa. Tais situações poderão ser explicadas considerando que os tratamentos que conduziram a um maior número de grãos foram também os que conduziram a uma maior área fotossintética, particularmente acima do nó da folha estandarte. Por outro lado, o aumento da capacidade de armazenamento aumenta a translocação de assimilatos (Evans 1975) não sendo claro se, nos cereais, afectará a taxa de fotossíntese (Thorne 1974). No entanto, se analisarmos a relação existente entre a produção (kg/ha) e seus componentes apenas para os tratamentos que conduziram a produções elevadas (maiores que 3000kg/ha) nos diferentes anos

do ensaio, verifica-se que a este nível a produção depende do número de grãos.

QUADRO 4.38

PRODUÇÕES E COMPONENTES PARA PRODUÇÕES MAIORES QUE 3000 kg/ha

	ano	produção	esp/m <sup>2</sup>	grãos/esp	grãos/m <sup>2</sup>	peso de um grão
D <sub>1</sub> N <sub>1</sub> Mara	81/82	3368	274	33,0	9042	37,2
D <sub>1</sub> N <sub>1</sub> Etoile	81/82	3120	277	26,3	7285	42,8
D <sub>1</sub> N <sub>2</sub> Mara	81/82	4862	323	40,1	12952	37,6
D <sub>1</sub> N <sub>2</sub> Etoile	81/82	3070	313	24,4	7637	40,2
D <sub>1</sub> N <sub>1</sub> Mara	83/84	3505	263	37,8	9941	35,2
D <sub>1</sub> N <sub>1</sub> Etoile	83/84	3258	309	25,1	7756	42,0
D <sub>2</sub> N <sub>1</sub> Mara	83/84	3240	268	32,9	8817	36,8
D <sub>1</sub> N <sub>2</sub> Mara	83/84	3370	270	33,9	9153	36,8
D <sub>1</sub> N <sub>2</sub> Etoile	83/84	3682	286	29,8	8523	43,2
D <sub>2</sub> N <sub>2</sub> Mara	83/84	3460	293	31,3	9171	37,8
D <sub>1</sub> N <sub>1</sub> Etoile	84/85	3870	381	25,7	9792	39,6
D <sub>2</sub> N <sub>1</sub> Mara	84/85	3112	348	23,2	8074	38,6
D <sub>2</sub> N <sub>1</sub> Etoile	84/85	3305	383	22,5	8618	38,4
D <sub>3</sub> N <sub>1</sub> Mara	84/85	3305	333	29,0	9657	34,2
D <sub>3</sub> N <sub>1</sub> Etoile	84/85	3095	335	26,0	8710	35,6
D <sub>1</sub> N <sub>2</sub> Mara	84/85	3362	325	28,9	9392	35,7
D <sub>2</sub> N <sub>2</sub> Mara	84/85	4158	372	29,9	11123	37,4
D <sub>2</sub> N <sub>2</sub> Etoile	84/85	4068	445	20,7	9212	44,2
D <sub>3</sub> N <sub>2</sub> Mara	84/85	4240	386	38,9	15015	28,2
D <sub>3</sub> N <sub>2</sub> Etoile	84/85	3470	358	26,7	9559	36,3
D <sub>1</sub> N <sub>1</sub> Mara	85/86	3348	280	34,2	9576	35,0
D <sub>1</sub> N <sub>1</sub> Etoile	85/86	3530	382	23,9	9130	38,6
D <sub>2</sub> N <sub>1</sub> Mara	85/86	3720	328	33,6	11021	33,8
D <sub>2</sub> N <sub>1</sub> Etoile	85/86	3710	386	27,5	10615	34,9
D <sub>1</sub> N <sub>2</sub> Mara	85/86	3670	304	33,5	10184	36,0
D <sub>2</sub> N <sub>2</sub> Mara	85/86	4622	362	38,9	14082	32,8
D <sub>2</sub> N <sub>2</sub> Etoile	85/86	3452	464	24,6	11414	30,2
D <sub>3</sub> N <sub>2</sub> Mara	85/86	3247	280	40,1	11228	28,9

A correlação existente entre o número de grãos e o peso de um grão é, neste caso, negativa e muito significativa, o que parece indicar limitação de fotossintatos para o enchimento do grão. Isto leva mais uma vez a admitir a hipótese de Bingham.

Mara (n-1=15)		coeficientes de correlação			
	produção	esp/m <sup>2</sup>	grãos/esp	grãos/m <sup>2</sup>	peso de um grão
produção	1,0000	-	-	0,8486***	-0,1554 n.s
esp/m <sup>2</sup>		1,0000	-0,1335 n.s	0,6063**	-0,2519 n.s
grãos/esp			1,0000	0,7039**	-0,5863*
grãos/m <sup>2</sup>				1,0000	-0,6463**
peso de um grão					1,0000

Etoile (n-1=12)		coeficientes de correlação			
	produção	esp/m <sup>2</sup>	grãos/esp	grãos/m <sup>2</sup>	peso de um grão
produção	1,0000	-	-	0,5414*	0,1912 n.s
esp/m <sup>2</sup>		1,0000	-0,6206*	0,7994***	-0,4404 n.s
grãos/esp			1,0000	-0,0340 n.s	-0,1233 n.s
grãos/m <sup>2</sup>				1,0000	-0,7158**
peso de um grão					1,0000

Se analisarmos os coeficientes de correlação parciais entre a produção e o número de grãos e o peso de um grão obtem-se :

Mara  $r_{\text{prod} \times \text{n}^{\circ} \text{ grãos} \cdot \text{peso de um grão}} = 0,9925 \text{ ***}$

$r_{\text{prod} \times \text{peso de um grão} \cdot \text{n}^{\circ} \text{ grãos}} = 0,9736 \text{ ***}$

Etoile  $r_{\text{prod} \times \text{n}^{\circ} \text{ grãos} \cdot \text{peso de um grão}} = 0,9896 \text{ ***}$

$r_{\text{prod} \times \text{peso de um grão} \cdot \text{n}^{\circ} \text{ grãos}} = 0,9857 \text{ ***}$

A aparente relação negativa do peso de um grão e a produção resulta da sua covariância com o número de grãos. Parece pois importante analisarmos para cada variedade a melhor forma de conseguirmos um elevado número de grãos com o menor sacrifício possível no peso de um grão. Para a variedade Mara, o número de grãos/m<sup>2</sup> foi afectado de uma forma positiva e significativa pelo número de espigas e pelo número de grãos/espiga. No

entanto o número de grãos/espiga teve um efeito negativo e significativo sobre o peso de um grão. Assim, parece preferível para esta variedade, conseguir-se um elevado número de grãos/m<sup>2</sup> através de um elevado número de espigas/m<sup>2</sup>. Para a variedade Etoile o número de grãos/m<sup>2</sup> dependeu apenas do número de espigas, pelo que este parece ser o único processo para esta variedade. No entanto, para a Etoile, o número de espigas/m<sup>2</sup> afectou de uma forma negativa e quase significativa o peso de um grão, o que pode ter contribuído para o menor potencial produtivo desta variedade nos tratamentos de elevada produção.

Interessa agora comparar as produções e seus componentes para os tratamentos de elevada produção no nosso ensaio, com os apresentados por Gales(1983). Pelos dados deste Autor podemos ver que produções entre as 3 e 8 t/ha podem ser obtidas na Inglaterra com um número de espigas/m<sup>2</sup> inferior a 400 e isto porque a variação do número de grãos/espiga e do peso de um grão é considerável podendo este exceder 50 mg/grão. Analisando os valores do nosso ensaio verificamos que o número de espigas/m<sup>2</sup> só em três casos ultrapassou as 400, mas para esta variedade este valor está negativamente correlacionado com o número de grãos/espiga. Para a variedade Mara só em três casos se excedeu as 350 espigas/m<sup>2</sup>. Enquanto que nos dados apresentados por Gales (1983) produções muito elevadas são possíveis com populações produtivas relativamente baixas, por compensação do peso de um grão, entre nós tal não aconteceu. Haverá, no nosso caso, razões para esta diferença de comportamento. Uma ambientais (humidade, fotoperíodo e temperatura) e outras de melhoramento, impostas estas por diferenças ambientais. As variedades por nós utilizadas apresentam um período de enchimento do grão muito mais curto. Parece assim importante discutir os possíveis factores limitantes para cada um destes componentes nas nossas condições e qual a melhor estratégia a adoptar para incremento das produções.

#### 4.1.2.6.1 PESO DE UM GRÃO

A variedade Mara apresentou um peso de um grão inferior ao Etoile, o que é normal, uma vez que apresenta um período de enchimento do grão mais curto e, em geral, a duração do período é mais importante do que a taxa (Wardlaw 1970; Sofield e outros 1977; Wardlaw e outros 1980). Do

ponto de vista do melhoramento parece pois ser possível aumentar a produção através do aumento da duração desta fase, pelo menos para este tipo de solos aonde o armazenamento de água útil é relativamente elevado. No entanto há a considerar o aumento do risco de ocorrência de elevadas temperaturas, as quais durante esta fase, tem um efeito negativo na produção através de uma redução da duração do período de enchimento do grão (Campbell e Read 1968; Thorne e outros 1968; Wardlaw 1970; Bhullar e Jenner 1983). Nestas circunstâncias, o peso de um grão é determinado pela taxa de enchimento que depende da variedade (Sofield e outros 1977; Bruckner e Frohberb 1987) e cuja variação genética é independente da duração do período (Bruckner e Frohberb 1987). Pode pois ser uma estratégia mais segura seleccionar variedades para uma elevada taxa de enchimento. Outra possibilidade de se aumentar o peso de um grão será através do aumento da duração da área fotossintética, particularmente a acima do nó da folha estandarte (Simpson 1968), aumento este que pode ser conseguido pelo aumento da área e não da sua duração. Isto poderá ser conseguido, quer através de práticas agronómicas, quer através do melhoramento. Quanto à técnica cultural, verificámos que o atraso da data de sementeira, dentro de certos limites, aumentou esta área e o peso de um grão. Outras possibilidades se poêm, como seja a utilização de reguladores de crescimento como o CCC. Em relação ao melhoramento, uma possibilidade será a de se utilizarem variedades com folha estandarte erecta e espigas aristadas, o que juntamente com elevadas populações produtivas poderia aumentar a área fotossinteticamente activa durante o enchimento do grão, tirando assim partido da elevada intensidade luminosa que se verifica entre nós durante este período. Se parece haver a possibilidade teórica de aumentarmos o peso de um grão, pelo menos nos solos com mais elevada capacidade de armazenamento de água útil, será utópico pensar-se que alguma vez poderemos atingir os mesmos valores que os países da Europa do Norte que apresentam durante a fase de enchimento do grão disponibilidades hídricas mais elevadas, fotoperíodo mais longo e temperaturas mais baixas.

#### 4.1.2.6.2 NÚMERO DE GRÃOS/m<sup>2</sup>

Independentemente de aumentarmos o peso de um grão, parece ser importante nas nossas condições, conseguirmos um elevado número de grãos/m<sup>2</sup> à colheita. A comparação dos nossos valores com os de Gales (1983) mostra que o principal responsável pelo menor número de grãos/m<sup>2</sup> verificado no nosso ensaio é o número de espigas/m<sup>2</sup>. Por outro lado, é através deste componente que devemos tentar aumentar o número de grãos pois o número de grãos/espiga esteve negativamente correlacionado com o peso de um grão, pelo menos para a variedade Mara. O estudo das causas que conduziram a uma população produtiva relativamente baixa, é pois da maior importância para se conseguir aumentar a produção nestes solos. Já anteriormente discutimos a elevada taxa de mortalidade verificada no nosso ensaio e a necessidade de se investigar outros nutrientes que não o azoto. O efeito da densidade de sementeira será tratado na discussão dos resultados do segundo ensaio realizado neste solo.

#### 4.1.2.7 DIFERENÇA ENTRE ANOS

A produção média do ensaio, em cada um dos anos, foi a seguinte:

QUADRO 4.39

Produção kg/ha

81/82	82/83	83/84	84/85	85/86
2030	706	2484	2891	2617

valores estes que se aproximam bastante dos valores médios obtidos na Herdade Experimental da Almocreva para estes solos e nestes anos.

Analisando a variação da produção em função das variáveis climáticas, apenas se obtiveram equações significativas com a precipitação. Entre as várias equações analisadas a que permitiu melhor ajustamento foi uma equação linear entre a precipitação de Novembro a Fevereiro (X) e a produção (Y) :

$$Y = - 379 + 8,12 X \quad n-1=4 \quad F_{0,1,3,3}=17,79 \quad P < 5 \% \quad r^2=0,86 \quad (\text{eq.4.88})$$

verificando-se que existiu uma relação positiva entre a precipitação de Inverno e a produção, para este tipo de solo e para os valores da

precipitação verificados durante os anos de ensaio. A melhoria causada pela introdução do termo do segundo grau não foi significativa. No entanto, apresentamos a equação do segundo grau por ser de maior significado biológico :

$$Y = - 2301 + 22,7 X - 0,025 X^2 \quad F_{(2, 21)} = 11,37 \quad P < 10 \% \text{ (eq. 4.89)}$$

em que a produção máxima ocorrerá para uma precipitação de Novembro a Fevereiro de 454 mm. Estes resultados estão em desacordo com o que é normalmente aceite entre nós em termos da relação entre a chuva e a produção, nomeadamente com o apresentado por Oliveira (1955) e Carvalho (1978), aonde a relação existente entre estas duas variáveis é estudado utilizando-se produções médias distritais. Em ambos os trabalhos se estabelece uma relação negativa entre a precipitação de Inverno e a produção. A aparente discrepância entre estes resultados, que poderá resultar da fraca percentagem de barros na área cultivada de trigo nos distritos analisados, permite levantar a hipótese de que a relação entre a chuva de Inverno e a produção de trigo entre nós depende do tipo de solo. A explicação apresentada por Oliveira (1955) para o efeito negativo da precipitação, não permite justificar a diferença de comportamento de, pelo menos, os solos de barro. Se a precipitação de Inverno limita a produção por limitar a profundidade de enraizamento da cultura, então este efeito deverá ser mais acentuado em solos com um teor de argila mais elevado, pelo menos a partir do momento em que o movimento de água no solo se realiza em condições saturadas.

As razões mais frequentemente apontadas na bibliografia, para justificar o efeito negativo do encharcamento na produção de trigo, têm sido a perda de azoto e a incidência de doenças (Fisher 1924; Cannell e outros 1980; Gales 1983). Analisando a relação entre a precipitação de Novembro a Fevereiro (X) e a produção (Y) para cada nível de azoto e para os cinco anos de ensaio, temos :

QUADRO 4.40

	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86
N0	1740	741	1530	1561	1438
N1	2036	730	2954	3252	3113
N2	2312	648	2969	3861	3300

N0 equação do 1º grau

$$Y = 427 + 3,1 X \quad n=5 \quad F_{(1,3)}=5,16 \quad P < 20 \% \text{ (eq.4.90)}$$

equação do 2º grau

$$Y = -1327 + 16,5 X - 0,023 X^2 \quad F_{(2,2)}=12,97 \quad P < 10 \% \text{ (eq.4.91)}$$

$$Y_{\max}=1632 \text{ kg/ha} \quad \text{para} \quad X \approx 359 \text{ mm}$$

N1 equação do 1º grau

$$Y = -573 + 9,6 X \quad n=5 \quad F_{(1,3)}=11,99 \quad P < 5 \% \text{ (eq.4.92)}$$

equação do 2º grau

$$Y = -2732 + 26,3 X - 0,029 X^2 \quad F_{(2,2)}=5,88 \quad P < 20 \% \text{ (eq.4.93)}$$

$$Y_{\max}=3231 \text{ kg/ha} \quad \text{para} \quad X=453 \text{ mm}$$

N2 equação do 1º grau

$$Y = -991 + 11,6 X \quad n=5 \quad F_{(1,3)}=17,29 \quad P < 5 \% \text{ (eq.4.94)}$$

equação do 2º grau

$$Y = -2784 + 25,1 X - 0,023 X^2 \quad F_{(2,2)}=8,64 \quad P < 20 \% \text{ (eq.4.95)}$$

$$Y_{\max}=4064 \text{ kg/ha} \quad \text{para} \quad X=546 \text{ mm}$$

Verifica-se que :

1- O aumento da adubação azotada aumenta a precipitação que conduz à produção máxima, aumentando também a produção máxima atingida.

2- A introdução do termo em 2º grau, provoca uma melhoria no ajustamento para o tratamento N0, dando origem a um pior ajustamento para os tratamentos N1 e N2.

3- O ajustamento da equação linear aumenta com a adubação azotada, não sendo sequer significativo para o tratamento N0.

Parece poder-se concluir que a precipitação de Inverno teve sobre a produção um efeito positivo, eventualmente através do armazenamento de água, e um efeito negativo através da lavagem e desnitrificação do azoto. A adubação azotada, corrigindo o efeito negativo, permite a expressão mais clara do efeito positivo. A relação marcadamente negativa que se encontra quando se trabalha com médias distritais, terá de ter outra explicação que a da profundidade de enraizamento. Esta explicação não se



ajusta ao caso dos barros nem está de acordo com o normalmente citado na bibliografia.

A precipitação afectará assim a adubação azotada, não só pela sua influência na lavagem do azoto, como também pela maior extração da cultura devida a uma maior produção. Para estudarmos o efeito da precipitação na perda de azoto e adubação azotada que conduz à produção máxima, começou-se por determinar para cada ano, data de sementeira e variedade, a curva de resposta ao azoto. Destes cálculos excluiu-se o ano de 1981/82 por as duas últimas datas de sementeira terem sido demasiado tardias. Em seguida estabeleceu-se para cada variedade uma equação entre a precipitação nos 6 decêndios após a sementeira (X) e a adubação azotada que teria conduzido à produção máxima (Y) em cada uma das equações de resposta calculadas. As equações obtidas foram as seguintes :

$$\text{Mara} \quad Y = 47,1 + 1,1 X \quad n-1=11 \quad r=0,8493 \quad P < 0,1 \% \text{ (eq.4.96)}$$

$$\text{Etoile} \quad Y = 59,9 + 0,7 X \quad n-1=11 \quad r=0,7034 \quad P < 0,1 \% \text{ (eq.4.97)}$$

O aumento da adubação azotada que conduz à produção máxima com o aumento da precipitação, será consequência do aumento das perdas por lavagem e da maior extração da cultura, pois a relação precipitação x produção foi positiva. Calculou-se em seguida a equação que relaciona a produção (Y) e a precipitação para o mesmo período (6 decêndios após a sementeira) (X) :

$$\text{Mara} \quad Y = 1600 + 13,0 X \quad n-1=11 \quad r=0,7731 \quad P < 0,1 \% \text{ (eq.4.98)}$$

$$\text{Etoile} \quad Y = 1536 + 10,4 X \quad n-1=11 \quad r=0,7097 \quad P < 0,1 \% \text{ (eq.4.99)}$$

Considerando a sementeira da cultura em finais de Dezembro (data óptima de sementeira calculada) e tomando os valores normais da precipitação para os meses de Janeiro e Fevereiro para a estação de Beja nos meses de Janeiro (72 mm) e Fevereiro (53 mm) (X=125 mm) obtêm-se os seguintes valores da produção e adubação azotada pelas equações atrás calculadas :

QUADRO 4.41

	produção kg/ha	adubação kg/ha
Mara	3225	184,6
Etoile	2836	147,4

Considerando uma razão palha/grão de 1,5, um teor de proteína bruta de 3,4% para a palha e 11,1% para o grão (Jarrige 1980) valores estes que estão de acordo com os apresentados por Alves (1979) e considerando ainda um teor de matéria orgânica do solo de 1% e uma taxa de mineralização de 2% (Azevedo 1973), obtemos os seguintes valores como perda de azoto :

QUADRO 4.42

	produção	extração	adubação+ azoto do solo	perda de azoto
Mara	3225	83,6	204,6	121,0
Etoile	2836	73,5	167,4	93,9

A maior perda de azoto da variedade Mara é consequência do aumento da adubação azotada necessária para o seu maior potencial produtivo. Se calcularmos as perdas ocorridas para a Mara para uma produção idêntica à da Etoile (2836 kg/ha) obtem-se o valor de 98,2 kg de azoto/ha perdidos, valor este muito próximo do calculado para a variedade Etoile. Para a situação de produção máxima, as taxas de recuperação do azoto pelo grão terão sido de 31 % para a Mara e 34 % para a Etoile, valores estes que estão de acordo com os apresentados por Alves (1979) para o Barro Preto. Quanto à perda de azoto, os valores por nós estimados são mais elevados que os apresentados por Almeida (1965 e 1967) como perda de azoto por lavagem para a Tapada da Ajuda. As diferenças poderão ser devidas, por um lado às doses de azoto mais elevadas por nós utilizadas, e por outro, as perdas por nós estimadas podem incluir para além das perdas por lavagem, as perdas por desnitrificação. Parece pois, que os valores estimados para este ensaio merecem confiança, mostrando uma vez mais as baixas taxas de recuperação do azoto que normalmente se verificam. Sendo o azoto um elemento caro e potencialmente poluidor das águas, o estudo do aumento da sua eficácia é importante. Uma solução adoptada na Europa do Norte tem sido a não aplicação de azoto de fundo, só se começando a aplicar azoto na Primavera

após a cultura retomar a actividade vegetativa. Esta solução não nos parece viável para as nossas condições, não só porque as temperaturas de Inverno permitem um crescimento activo da cultura, como também pelo baixo teor em matéria orgânica da maior parte dos nossos solos. Uma solução será a utilização de azoto amoniacal juntamente com um inibidor da nitrificação como o proposto por Huber (1978) pelo menos nos solos com elevada capacidade de troca catiónica.

#### 4.1.3 CONCLUSÕES DO PRIMEIRO ENSAIO

A produção de uma cultura depende da produção total de matéria seca e da sua distribuição entre as diferentes partes da planta. A adubação azotada aumentou a produção de grão por aumentar a produção total de matéria seca. O atraso da data de sementeira aumentou a produção através do "índice de colheita". O efeito benéfico sobre este índice terá sido consequência de um aumento da proporção de matéria seca e área foliar acima do nó da folha estandarte. Para além de aumentar a área fotossinteticamente activa para o enchimento do grão, o atraso da data de sementeira parece ter aumentado também a eficiência dessa área, pois aumentou as variáveis ULR ou NAR.

Para as variedades e solo estudados, a produção parece não estar a ser limitada por deficiências hídricas graves, à excepção do ano de 82/83. A suportar esta hipótese temos :

1- O valor de LAI óptimo à floração calculado para cada uma das variedades foi cerca de 9, valor idêntico ao apresentado como óptimo por Thorne (1974) para Inglaterra.

2- A produção esteve positiva e significativamente correlacionada com o número de grãos e o peso de um grão, o mesmo acontecendo a estes dois parâmetros entre si.

A comparação dos componentes da produção no nosso ensaio e os valores apresentados por Gales (1983) para Inglaterra, mostra que nas nossas condições, a capacidade da cultura compensar um baixo número de grãos/m<sup>2</sup> através do peso de um grão é muito limitada. A obtenção de elevadas produções entre nós, parece estar muito dependente de um elevado número de grãos/m<sup>2</sup>. A possibilidade de se aumentar este valor, parece estar

muito dependente do número de espigas/m<sup>2</sup> que, em geral, foi baixo no nosso ensaio.

Ao contrário do que foi detectado por outros autores em Portugal, a produção do ensaio esteve positivamente correlacionada com a precipitação de Inverno. O único efeito negativo da precipitação que foi possível detectar, foi a perda de azoto.

A data óptima de sementeira situa-se entre o segundo e o terceiro decêndios de Dezembro para ambas as variedades. Este atraso da data de sementeira exige um aumento da adubação azotada, mas provoca uma maior eficiência na resposta a estas doses elevadas. Para a variedade Etoile o atraso da data de sementeira não deve ultrapassar o segundo decêndio de Dezembro, enquanto que para a Mara podemos atrasar a sementeira até princípios de Janeiro. Neste caso a dose óptima de azoto, será possivelmente, superior a 200 Kg/ha. A dose óptima de azoto dependeu da variedade, da data de sementeira e da precipitação de Inverno.

## 4.2 SEGUNDO ENSAIO

### 4.2.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO SEGUNDO ENSAIO

As datas de sementeira e emergência deste ensaio decorreram como previsto. Assim, não há a necessidade de analisarmos o efeito das datas de sementeira através de equações de regressão, uma vez que estas significam a mesma data de emergência nos dois anos do ensaio.

#### 4.2.1.1 PRODUÇÃO

QUADRO 4.43

	PRODUÇÃO kg/ha		médias	
	84/85	85/86		
D2N1S1	3240 def	3760 abcd	84/85	3547
D2N1S2	2890 ef	3470 cde	85/86	3311
D2N1S3	2140 g	3520 cde		
D2N2S1	3320 def	3720 abcd	D2	3427
D2N2S2	3850 abcd	3820 abcd	D3	3431
D2N2S3	3900 abcd	3490 cde		
D3N1S1	3500 cde	3110 def	N1	3165
D3N1S2	3620 bde	2980 def	N2	3693
D3N1S3	3150 de	2600 fg		
D3N2S1	4430 a	2640 fg	S1	3464
D3N2S2	4330 ab	3040 def	S2	3500
D3N2S3	4190 abc	3600 bcde	S3	3323

D-data de sementeira

N-dose de azoto

S-densidade de sementeira

#### ANÁLISE DA VARIÂNCIA

anos	$F_{1,66}$	4,09 *
r/a	$F_{16,66}$	8,01 ***
datas	$F_{1,66}$	0,002 n.s
azotos	$F_{1,66}$	29,45 ***
densidades	$F_{12,66}$	0,85 n.s
a x d	$F_{1,66}$	30,09 ***
a x az	$F_{1,66}$	10,70 ***
a x den	$F_{12,66}$	0,67 n.s
d x az	$F_{1,66}$	0,02 n.s
d x den	$F_{12,66}$	0,29 n.s
az x den	$F_{12,66}$	4,08 *
d x az x den	$F_{12,66}$	0,41 n.s
a x d x az	$F_{1,66}$	0,77 n.s
a x d x den	$F_{12,66}$	0,44 n.s
a x az x den	$F_{12,66}$	0,12 n.s
a x d x az x den	$F_{12,66}$	3,53 n.s

##### 4.2.1.1.1 ANOS

A diferença entre anos foi significativa, tendo a produção sido maior no ano de maior precipitação invernal.

##### 4.2.1.1.2 DATAS

Não existiram diferenças significativas entre as duas datas de sementeira. é de notar que o ensaio anterior tinha indicado como data óptima de sementeira uma data intermédia entre estas duas.

##### 4.2.1.1.3 AZOTOS

A diferença entre azotos foi altamente significativa, tendo havido uma resposta média de 5,78 kg de trigo/kg de azoto entre a dose N1 e a N2.

#### 4.2.1.1.4 DENSIDADES DE SEMENTEIRA

Não houve diferenças significativas entre densidades de sementeira.

#### 4.2.1.1.5 ANOS X DATAS

QUADRO 4.44

	84/85	85/86
D2	3224 b	3629 a
D3	3870 a	2993 b

Esta interacção foi altamente significativa. No ensaio anterior a data de sementeira de cada tratamento diferiu com os anos, o que tornou muito difícil interpretar esta interacção. Neste ensaio tal não se passou, havendo indicação de que a data óptima de sementeira variará de ano para ano. No entanto, os dados deste ensaio parecem confirmar a sugestão dos dados do ensaio anterior, de que a data de Dezembro é mais estável quanto às produções obtidas de ano para ano.

#### 4.2.1.1.6 ANOS X DENSIDADES

QUADRO 4.45

	84/85	85/86
S1	3623	3306
S2	3673	3327
S3	3346	3301

Esta interacção não foi significativa, não tendo havido diferenças significativas entre densidades de sementeira em nenhum dos anos.

#### 4.2.1.1.7 ANOS X AZOTOS

Esta interacção foi altamente significativa, verificando-se que a resposta à dose 200 kg de azoto/ha depende do ano, tendo sido

significativa apenas no ano de 84/85, com precipitação de Inverno mais elevada.

QUADRO 4.46

	84/85	85/86
N1	3092 b	3238 b
N2	4002 a	3384 b

#### 4.2.1.1.8 DATAS X AZOTOS

QUADRO 4.47

	D2	D3
N1	3170 b	3160 b
N2	3683 a	3703 a

Não houve interação significativa, tendo sido idêntica a resposta à adubação azotada nas duas datas de sementeira.

#### 4.2.1.1.9 DATAS X DENSIDADES

QUADRO 4.48

	D2	D3
S1	3509 a	3419 a
S2	3510 a	3490 a
S3	3262 a	3385 a

A resposta à densidade não dependeu da data de sementeira, não tendo havido diferenças significativas entre nenhuma combinação data x densidade.

#### 4.2.1.1.10 AZOTOS X DENSIDADES

A interação azoto x densidade de sementeira foi significativa, verificando-se que o aumento da densidade de sementeira obriga a um aumento da adubação azotada.



QUADRO 4.49

	N1	N2
S1	3402 ab	3526 ab
S2	3239 bc	3761 a
S3	2853 c	3794 a

4.2.1.1.11 DATAS X AZOTOS X DENSIDADES

QUADRO 4.50

	D2	D3
N1 S1	3499 ab	3306 abc
N1 S2	3182 bc	3296 abc
N1 S3	2830 c	2876 c
N2 S1	3519 ab	3533 ab
N2 S2	3838 a	3684 ab
N2 S3	3694 ab	3894 a

Esta interação não foi significativa.

4.2.1.2 NÚMERO DE PLANTAS EMERGIDAS/m<sup>2</sup>

QUADRO 4.51

	84/85	85/86		
D2N1S1	404	278	84/85	529
D2N1S2	508	376	85/86	324
D2N1S3	706	439		
D2N2S1	416	341	D2	462
D2N2S2	499	412	D3	391
D2N2S3	660	508		
D3N1S1	419	209	N1	418
D3N1S2	481	269	N2	436
D3N1S3	641	276		
D3N2S1	415	227	S1	339
D3N2S2	483	301	S2	418
D3N2S3	715	251	S3	525

#### ANALISE DA VARIANCA

anos	F <sub>(1,66)</sub>	312,88 ***
r/a	F <sub>(6,66)</sub>	1,87 n.s
datas	F <sub>(1,66)</sub>	38,18 ***
azotos	F <sub>(1,66)</sub>	2,51 n.s
densidades	F <sub>(2,66)</sub>	86,55 ***
a x d	F <sub>(1,66)</sub>	31,66 ***
a x az	F <sub>(1,66)</sub>	1,32 n.s
a x den	F <sub>(2,66)</sub>	21,40 ***
d x az	F <sub>(1,66)</sub>	0,04 n.s
d x den	F <sub>(2,66)</sub>	2,73 n.s
az x den	F <sub>(2,66)</sub>	0,03 n.s
d x az x den	F <sub>(2,66)</sub>	0,32 n.s
a x d x az	F <sub>(1,66)</sub>	3,48 n.s
a x d x den	F <sub>(2,66)</sub>	2,63 n.s
a x az x den	F <sub>(2,66)</sub>	0,16 n.s
a x d x az x den	F <sub>(2,66)</sub>	1,98 n.s

##### 4.2.1.2.1 ANOS

Verifica-se uma diferença altamente significativa entre os dois anos. Isto foi devido a condições de tempo seco após a sementeira em 85/86, em especial na data D3.

##### 4.2.1.2.2 DATAS

A diferença entre datas foi também altamente significativa pela mesma razão.

##### 4.2.1.2.3 AZOTOS

A diferença não é significativa como seria de esperar.

#### 4.2.1.2.4 DENSIDADES

As diferenças entre densidades foram altamente significativas, o que era um objectivo deste ensaio.

#### 4.2.1.2.5 ANOS X DATAS

QUADRO 4.52

	84/85	85/86
D2	532 a	392 a
D3	526 a	255 b

A interacção não foi significativa. No entanto pode-se observar a redução do número de plantas no ano 85/86, particularmente para a data D3.

#### 4.2.1.2.6 ANOS X DENSIDADES

QUADRO 4.53

	84/85	85/86
S1	414 c	264 e
S2	493 b	340 d
S3	681 a	368 d

Esta interacção foi altamente significativa, verificando-se que a densidade S3 no ano de 85/86, apresentou um número de plantas emergidas inferior à densidade S1 no ano de 84/85.

Mais nenhuma interacção foi significativa em relação a este parâmetro.

#### 4.2.1.3 MATÉRIA SECA A FLORAÇÃO

Os valores da matéria seca que apresentamos a seguir estão expressos em g/0,17m<sup>2</sup>

QUADRO 4.54

	84/85				85/86			
	mat. seca total	mat. seca acima	mat. seca abaixo	razão ac/ab	mat. seca total	mat. seca acima	mat. seca abaixo	razão ac/ab
D2N1S1	102,0	40,2	61,8	0,65	161,7	44,6	117,2	0,38
D2N1S2	104,3	38,5	65,9	0,59	148,4	43,3	105,1	0,41
D2N1S3	89,6	31,4	58,2	0,54	143,2	40,4	102,8	0,40
D2N2S1	112,9	43,2	69,7	0,62	179,7	53,0	126,7	0,42
D2N2S2	116,8	45,2	70,8	0,64	177,6	52,3	125,6	0,42
D2N2S3	109,5	43,4	66,0	0,66	168,8	51,0	117,7	0,43
D3N1S1	77,9	30,5	47,4	0,65	151,1	63,7	87,4	0,73
D3N1S2	83,4	31,4	52,0	0,60	144,6	62,8	81,7	0,77
D3N1S3	92,1	36,2	55,8	0,65	154,4	65,5	88,9	0,74
D3N2S1	106,5	42,4	64,1	0,67	154,4	69,4	85,3	0,82
D3N2S2	119,3	45,6	73,8	0,62	196,7	80,2	111,5	0,76
D3N2S3	131,3	51,0	80,3	0,64	183,8	79,9	103,9	0,77

## MÉDIAS

	mat. seca total	mat. seca acima	mat. seca abaixo	razão ac/ab
84/85	103,8	39,9	63,8	0,63
85/86	164,7	58,5	104,5	0,59
D2	134,5	43,9	90,6	0,51
D3	133,0	54,9	77,7	0,70
N1	121,0	44,0	77,0	0,59
N2	146,4	54,7	91,3	0,62
S1	130,8	48,4	82,4	0,62
S2	136,4	49,9	85,8	0,60
S3	134,1	49,9	84,2	0,60

## ANÁLISE DA VARIANÇIA

		mat.seca	mat.seca	mat.seca	razão
		total	acima	abaixo	ac/ab
anos	F <sub>(1,66)</sub>	138,5***	105,9***	158,4***	27,3***
r/a	F <sub>(6,66)</sub>	1,5n.s	11,54***	1,29n.s	3,6**
datas	F <sub>(1,66)</sub>	0,1n.s	36,0***	16,0***	617,1***
azotos	F <sub>(1,66)</sub>	24,9***	33,7***	19,5***	15,2***
densidades	F <sub>(2,66)</sub>	0,4n.s	0,3n.s	0,4n.s	1,9n.s
a x d	F <sub>(1,66)</sub>	0,2n.s	41,3***	9,14**	492,4***
a x az	F <sub>(1,66)</sub>	0,03n.s	0,02n.s	0,01n.s	0,1n.s
a x den	F <sub>(2,66)</sub>	0,1n.s	0,02n.s	0,2n.s	2,6n.s
d x az	F <sub>(1,66)</sub>	1,4n.s	1,7n.s	1,1n.s	1,2n.s
d x den	F <sub>(2,66)</sub>	2,8n.s	2,7n.s	2,8n.s	1,0n.s
az x den	F <sub>(2,66)</sub>	1,1n.s	0,9n.s	1,0n.s	0,9n.s
d x az x den	F <sub>(2,66)</sub>	0,4n.s	0,2n.s	0,4n.s	5,5**
a x d x az	F <sub>(1,66)</sub>	0,6n.s	0,2n.s	1,3n.s	2,5n.s
a x d x den	F <sub>(2,66)</sub>	0,3n.s	0,25n.s	0,3n.s	1,42n.s
a x az x den	F <sub>(2,66)</sub>	0,6n.s	0,1n.s	0,9n.s	4,5*
a x d x az x den	F <sub>(2,66)</sub>	0,2n.s	0,3n.s	0,1n.s	1,8n.s

### 4.2.1.3.1 ANOS

O efeito dos anos sobre os diferentes parâmetros da produção de matéria seca à floração foi altamente significativo. O ano de 85/86 que conduziu a uma maior produção de matéria seca, conduziu a uma menor razão acima/abaixo do nó da folha estandarte e a uma menor produção.

### 4.2.1.3.2 DATAS DE SEMENTEIRA

O atraso da data de sementeira aumentou a produção de matéria seca acima do nó, tendo reduzido a abaixo. Como resultado aumentou a razão acima/abaixo, não tendo afectado a produção total.

### 4.2.1.3.3 AZOTOS

O aumento da adubação azotada aumentou de forma significativa

todos os parâmetros da matéria seca estudados.

#### 4.2.1.3.4 DENSIDADES DE SEMENTEIRA

Não afectou de forma significativa nenhum dos parâmetros estudados.

#### 4.2.1.3.5 ANOS X DATAS

QUADRO 4.55

	84/85				85/86			
	mat.seca total	mat.seca acima	mat.seca abaixo	razão ac/ab	mat.seca total	mat.seca acima	mat.seca abaixo	razão ac/ab
D2	105,8b	40,3c	65,4c	0,62b	163,2a	47,4b	115,8a	0,41c
D3	101,8b	39,5c	62,2c	0,64b	164,2a	70,2a	93,1b	0,76a

Esta interacção não foi significativa em relação à produção total de matéria seca. Foi no entanto significativa em relação à produção acima e à abaixo do nó da folha estandarte e, consequentemente, em relação à razão acima/abaixo.

#### 4.2.1.3.6 ANOS X AZOTOS

QUADRO 4.56

	84/85				85/86			
	mat.seca total	mat.seca acima	mat.seca abaixo	razão ac/ab	mat.seca total	mat.seca acima	mat.seca abaixo	razão ac/ab
N1	91,6d	34,7d	56,9d	0,61b	150,6b	53,4b	97,2b	0,57c
N2	116,0c	45,1c	70,8c	0,64a	176,8a	64,3a	111,8a	0,60b

A resposta ao azoto dos parâmetros estudados da matéria seca, não foi afectada pelos anos.

#### 4.2.1.3.7 DATAS X AZOTOS X DENSIDADES

Esta interacção não foi significativa nem para a produção

total de matéria seca, nem para a sua distribuição acima e abaixo do nó da folha estandarte. No entanto verifica-se que enquanto o aumento da densidade de sementeira diminui a produção de matéria seca para a dose N1 de azoto, tal não acontece para a dose N2, particularmente para a data D3.

QUADRO 4.57

	D2				D3			
	mat.seca total	mat.seca acima	mat.seca abaixo	razão ac/ab	mat.seca total	mat.seca acima	mat.seca abaixo	razão ac/ab
N1S1	131,9bc	42,4def	89,4abc	0,52c	114,5c	47,1cde	67,4f	0,69b
N1S2	126,4bc	40,9ef	85,5bcd	0,50cd	114,0c	47,1cde	66,8f	0,68b
N1S3	116,4c	35,9f	80,5cde	0,47d	123,2bc	50,8cd	72,4ef	0,70ab
N2S1	146,3ab	48,1cde	98,2a	0,52c	130,5bc	55,9bc	74,7def	0,74a
N2S2	147,2ab	48,7cde	98,2a	0,53c	158,0a	62,9ab	92,6ab	0,69b
N2S3	139,1abc	47,2cde	91,9ab	0,54c	157,6a	65,5a	92,1ab	0,70ab

#### 4.2.1.4 PESO DO GRÃO/PESO DE MATÉRIA SECA A FLORAÇÃO

QUADRO 4.58

	84/85	85/86		
D2N1S1	0,54	0,40	84/85	0,59
D2N1S2	0,48	0,41	85/86	0,34
D2N1S3	0,41	0,44		
D2N2S1	0,51	0,36	D2	0,45
D2N2S2	0,56	0,36	D3	0,48
D2N2S3	0,61	0,36		
D3N1S1	0,78	0,32	N1	0,48
D3N1S2	0,74	0,35	N2	0,46
D3N1S3	0,60	0,28		
D3N2S1	0,71	0,28	S1	0,49
D3N2S2	0,63	0,26	S2	0,47
D3N2S3	0,55	0,32	S3	0,45

### ANALISE DA VARIANCA

anos	F <sub>(1,66)</sub>	211,66 ***
r/a	F <sub>(6,66)</sub>	4,15 **
datas	F <sub>(1,66)</sub>	3,53 p<10%
azotos	F <sub>(1,66)</sub>	1,10 n.s
densidades	F <sub>(2,66)</sub>	1,94 n.s
a x d	F <sub>(1,66)</sub>	47,39 ***
a x az	F <sub>(1,66)</sub>	1,74 n.s
a x den	F <sub>(2,66)</sub>	3,45 *
d x az	F <sub>(1,66)</sub>	3,91 p<10%
d x den	F <sub>(2,66)</sub>	2,33 n.s
a x den	F <sub>(2,66)</sub>	1,93 n.s
d x az x den	F <sub>(2,66)</sub>	0,81 n.s
a x d x az	F <sub>(1,66)</sub>	7,74 **
a x d x den	F <sub>(2,66)</sub>	1,37 n.s
a x az x den	F <sub>(2,66)</sub>	1,00 n.s
a x d x az x den	F <sub>(2,66)</sub>	1,71 n.s

#### 4.2.1.4.1 ANOS

A diferença entre anos não chegou a ser significativa a um nível de 5%, tendo este índice sido menor para o ano de maior produção de matéria seca.

#### 4.2.1.4.2 DATAS

A diferença entre datas não chegou a ser significativa a um nível de 5%. No entanto há a sugestão de o "índice de colheita" aumentar com o atraso da data de sementeira. O efeito menos marcado verificado neste ensaio quando comparado com o anterior, será resultado da menor diferença entre datas extremas.

#### 4.2.1.4.3 AZOTOS

As doses de azoto utilizadas não influenciaram este parâmetro.



#### 4.2.1.4.4 DENSIDADES

Não houve diferenças significativas entre densidades de sementeira.

#### 4.2.1.4.5 ANOS X DATAS

QUADRO 4.59

	84/85	85/86
D2	0,52b	0,39c
D3	0,67a	0,30d

Esta interacção foi altamente significativa, verificando-se que o efeito da data de sementeira no "índice de colheita" depende do ano, de uma forma idêntica ao que se tinha passado com a produção.

#### 4.2.1.4.6 ANOS X DENSIDADES

QUADRO 4.60

	84/85	85/86
S1	0,64a	0,34c
S2	0,60ab	0,34c
S3	0,54b	0,35c

Esta interacção foi significativa verificando-se que o efeito da densidade de sementeira dependeu do ano.

As restantes interacções não foram significativas.

#### 4.2.1.5 COMPONENTES DA PRODUÇÃO

QUADRO 4.61

84/85

	peso mil grãos	nºgrãos m <sup>2</sup>	espigas m <sup>2</sup>	espiguetas espiga	grãos/espiguetas	grãos/espiga
D2N1S1	36,2	8948	372	12,5	1,96	24,0
D2N1S2	34,3	8507	456	12,2	1,62	18,6
D2N1S3	33,5	6406	489	11,5	1,23	13,1
D2N2S1	35,5	9318	405	14,1	1,88	22,8
D2N2S2	35,0	11033	464	12,8	1,89	23,6
D2N2S3	35,5	10968	452	13,4	1,88	24,3
D3N1S1	35,3	9930	380	13,1	2,19	26,2
D3N1S2	35,8	10097	438	12,1	2,02	23,1
D3N1S3	34,8	9044	492	11,2	1,82	18,4
D3N2S1	35,9	12367	403	14,0	2,22	30,7
D3N2S2	36,0	12040	466	13,2	2,15	26,1
D3N2S3	36,4	11522	548	12,0	1,86	21,1

85/86

	peso mil grãos	nºgrãos m <sup>2</sup>	espigas m <sup>2</sup>	espiguetas espiga	grãos/espiguetas	grãos/espiga
D2N1S1	35,0	10716	346	16,6	2,17	30,9
D2N1S2	37,9	9315	359	16,0	2,04	25,7
D2N1S3	35,9	9778	383	15,1	2,13	25,5
D2N2S1	33,1	11334	364	20,6	1,98	31,5
D2N2S2	35,6	10772	350	18,3	1,96	31,0
D2N2S3	34,4	10131	382	14,8	2,27	26,5
D3N1S1	31,4	9762	300	17,8	2,28	33,0
D3N1S2	31,5	9319	270	18,4	2,45	34,3
D3N1S3	28,5	9108	281	19,7	2,24	32,6
D3N2S1	31,6	8223	266	20,0	1,95	30,3
D3N2S2	31,0	9791	318	18,5	2,18	30,5
D3N2S3	30,1	12441	347	19,5	2,09	34,0

MÉDIAS

	peso mil grãos	nºgrãos m²	espigas m²	espiguetas espiga	grãos/espigueta	grãos/espiga
84/85	35,4	10015	447	12,7	1,89	22,7
85/86	33,0	10058	330	18,0	2,14	30,5
D2	35,2	9769	402	14,8	1,92	24,8
D3	33,2	10304	376	15,8	2,12	28,4
N1	34,2	9244	380	14,7	2,01	25,4
N2	34,2	10828	397	15,9	2,03	27,7
S1	34,3	10075	354	16,1	2,08	28,7
S2	34,7	10109	390	15,2	2,04	26,6
S3	33,6	9925	421	14,7	1,94	24,4

ANÁLISE DA VARIÂNCIA

	peso mil grãos	nºgrãos m²	espigas m²
anos	F <sub>(1,66)</sub> 28,4***	0,01 n.s	13,9***
r/a	F <sub>(6,66)</sub> 1,8 n.s	4,97***	3,48**
datas	F <sub>(1,66)</sub> 20,07***	1,74 n.s	7,20**
azotos	F <sub>(1,66)</sub> 0,0 n.s	15,26***	2,89 n.s
densidades	F <sub>(2,66)</sub> 1,8 n.s	0,78 n.s	15,45***
a x d	F <sub>(1,66)</sub> 36,5***	0,74 n.s	17,08***
a x az	F <sub>(1,66)</sub> 2,62 n.s	0,39 n.s	0,03 n.s
a x den	F <sub>(2,66)</sub> 1,52 n.s	1,19 n.s	5,53**
d x az	F <sub>(1,66)</sub> 1,99 n.s	0,02 n.s	2,20 n.s
d x den	F <sub>(2,66)</sub> 0,44 n.s	0,78 n.s	0,69 n.s
a x den	F <sub>(2,66)</sub> 1,44 n.s	2,48 n.s	0,12 n.s
d x az x den	F <sub>(2,66)</sub> 0,13 n.s	0,20 n.s	2,62 n.s
a x d x az	F <sub>(1,66)</sub> 1,61 n.s	0,01 n.s	0,01 n.s
a x d x den	F <sub>(2,66)</sub> 3,01 n.s	1,42 n.s	0,96 n.s
a x az x den	F <sub>(2,66)</sub> 0,12 n.s	0,05 n.s	0,76 n.s
a x d x az x den	F <sub>(2,66)</sub> 0,18 n.s	2,76 n.s	0,39 n.s

## ANÁLISE DA VARIANÇIA

	espiguetas		nrgrãos
	espiga	espigueta	espiga
anos	F <sub>(1,66)</sub> 348,8***	13,49***	82,2***
r/a	F <sub>(6,66)</sub> 2,50*	1,35 n.s	2,33 n.s
datas	F <sub>(1,66)</sub> 11,65**	9,07**	17,10***
azotos	F <sub>(1,66)</sub> 19,38***	0,04 n.s	6,80*
densidades	F <sub>(2,66)</sub> 9,06***	1,49 n.s	8,00**
a x d	F <sub>(1,66)</sub> 16,15***	1,98 n.s	0,19 n.s
a x az	F <sub>(1,66)</sub> 0,14 n.s	5,52*	5,08*
a x den	F <sub>(2,66)</sub> 0,01 n.s	3,70*	2,79 n.s
d x az	F <sub>(1,66)</sub> 2,41 n.s	2,33 n.s	2,58 n.s
d x den	F <sub>(2,66)</sub> 2,92 n.s	0,78 n.s	0,24 n.s
a x den	F <sub>(2,66)</sub> 2,89 n.s	1,82 n.s	1,60 n.s
d x az x den	F <sub>(2,66)</sub> 0,15 n.s	0,89 n.s	1,44 n.s
a x d x az	F <sub>(1,66)</sub> 0,65 n.s	0,00 n.s	0,49 n.s
a x d x den	F <sub>(2,66)</sub> 8,88 ***	0,45 n.s	3,34 *
a x az x den	F <sub>(2,66)</sub> 3,04 n.s	0,10 n.s	0,28 n.s
a x d x az x den	F <sub>(2,66)</sub> 1,06 n.s	0,36 n.s	2,72 n.s

### 4.2.1.5.1 ANOS

O efeito dos anos foi altamente significativo no peso de um grão, tendo este sido maior no ano de maior produção. O efeito no número de grãos/m<sup>2</sup> não foi significativo.

### 4.2.1.5.2 DATAS

A data de sementeira teve um efeito idêntico ao verificado para os anos, ou seja, altamente significativo sobre o peso de um grão e não significativo no número de grãos/m<sup>2</sup>, o que está de acordo com os resultados do ensaio anterior.

### 4.2.1.5.3 AZOTOS

A dose de azoto afectou de forma altamente significativa o

número de grãos/m<sup>2</sup>, não tendo afectado o peso de um grão. O aumento do número de grãos foi devido a um efeito idêntico no número de espiguetas/espiga.

#### 4.2.1.5.4 DENSIDADES

A densidade de sementeira não teve efeito significativo nem sobre o número de grãos/m<sup>2</sup>, nem sobre o peso de um grão. O aumento da densidade de sementeira tendo aumentado o número de espigas/m<sup>2</sup> diminuiu o número de grãos/espiga através do número de espiguetas.

#### 4.2.1.5.5 ANOS X DATAS

QUADRO 4.62

84/85

	peso mil grãos	nºgrãos m <sup>2</sup>	espigas m <sup>2</sup>	espiguetas espiga	grãos/espiguetas	grãos/espiga
D1	35,0 a	9196 b	440 a	12,8 c	1,74 b	21,1 d
D2	35,7 a	10833 a	454 a	12,6 c	2,04 a	24,3 c

85/86

	peso mil grãos	nºgrãos m <sup>2</sup>	espigas m <sup>2</sup>	espiguetas espiga	grãos/espiguetas	grãos/espiga
D1	35,3 a	10341 ab	364 b	16,9 b	2,09 a	28,5 b
D2	30,7 b	9774 ab	297 c	19,0 a	2,20 a	32,4 a

A interacção anos x datas afectou de forma altamente significativa o peso de um grão. A redução do peso de um grão com o atraso da data de sementeira só se verificou para o ano de 85/86. O efeito desta interacção sobre o número de grãos/m<sup>2</sup> não foi significativo, havendo no entanto a sugestão que o efeito da data de sementeira sobre este componente da produção depende do tipo de ano.

Em termos de peso de um grão ou número de grãos/área mais nenhuma interacção foi significativa.

## 4.2.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO SEGUNDO ENSAIO

### 4.2.2.1 EFEITO NA PRODUÇÃO

A análise do ensaio anterior, levou à conclusão que o atraso da data de sementeira, especialmente do último decêndio de Novembro para o último decêndio de Dezembro, aumenta a produção de trigo. Este aumento foi particularmente acentuado para a variedade Mara e para a dose de azoto de 200 kg/ha. Este aumento da produção foi devido a uma modificação na distribuição de assimilatos e não a um aumento da produção total de matéria seca. Por outro lado, verificou-se que o número de espigas/m<sup>2</sup> à colheita foi baixo quando comparado com os valores considerados óptimos por outros autores. Verificou-se também que a obtenção de elevadas produções nas nossas condições parece depender de um elevado número de grãos/m<sup>2</sup>, pois as variedades utilizadas e as condições climáticas durante o enchimento do grão parecem não permitir crescimentos compensatórios em termos do peso de um grão. Neste ensaio tentou-se ver até que ponto era possível aumentar a produção pelo aumento da população produtiva à colheita, aumento este conseguido pelo aumento da densidade de sementeira para a variedade, datas de sementeira e doses de azoto que se tinham revelado mais promissoras no ensaio anterior.

Verificou-se que em termos dos efeitos primários dos tratamentos em causa, apenas os anos e a dose de azoto tiveram um efeito significativo na produção. A data de sementeira não afectou de forma significativa a produção o que está de acordo com os resultados do ensaio anterior, aonde se concluiu que a data óptima de sementeira é intermédia às utilizadas neste ensaio. A hipótese de um aumento da produção pelo aumento da densidade de sementeira não se verificou, havendo mesmo para a dose de azoto N1 uma redução significativa da produção com o aumento da densidade de sementeira.

Este ensaio confirmou a interacção altamente significativa entre os anos e a data de sementeira e a dose de azoto. Em relação à interacção com a data de sementeira verifica-se que a sementeira no ultimo decêndio de Dezembro é a que conduz a produções mais estáveis. Esta maior estabilidade em relação à data de Janeiro poderá ser explicada por uma maior estabilidade do número de espigas/m<sup>2</sup> à colheita. Em anos de emergência

irregular como em 85/86, a cultura semeada em Janeiro parece não ser capaz de compensar a menor população através do afilhamento, havendo uma redução significativa da população produtiva. A interação anos x azotos confirma que adubação azotada óptima depende da precipitação, aumentando com esta.

#### 4.2.2.2 PRODUÇÃO E POPULAÇÃO PRODUTIVA

Analisando para a totalidade dos dados do ensaio a relação existente entre o número de espigas/m<sup>2</sup> (X) e a produção em kg/ha (Y), obtém-se a seguinte equação :

$$Y = -10,8 + 0,19 X - 0,00018 X^2 \quad n-1=95 \quad r=0,5387 \quad P < 0,1 \% \quad (\text{eq. 4.100})$$

apresentando a equação um valor de X que conduz à produção máxima de 528 espigas/m<sup>2</sup> sendo essa produção de 3934 kg/ha.

Se estabelecermos esta equação para cada um dos níveis de azoto temos :

$$\begin{aligned} N1 \quad Y &= -20,7 + 0,27 X - 0,00033 X^2 \quad n-1=47 \quad r=0,4823 \quad P < 1 \% \quad (\text{eq. 4.101}) \\ y_{\max} &= 3453 \text{ kg/ha} \quad \text{para} \quad x = 409 \text{ esp/m}^2 \quad \text{prod/esp} = 0,84 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N2 \quad Y &= -18,6 + 0,21 X - 0,00017 X^2 \quad n-1=47 \quad r=0,7484 \quad P < .1 \% \quad (\text{eq. 4.102}) \\ y_{\max} &= 4625 \text{ kg/ha} \quad \text{para} \quad x = 618 \text{ esp/m}^2 \quad \text{prod/esp} = 0,75 \text{ g} \end{aligned}$$

verificando-se que o aumento da adubação azotada aumentou a produção por aumentar a população produtiva que conduziu à produção máxima. Para a dose N2 este valor aproxima-se bastante do apresentado por Willington (1985) para Inglaterra. O ensaio anterior mostrou que nos anos de precipitação elevada a dose de azoto que conduz à produção máxima é superior a 200 kg/ha aumentando a produção máxima obtida. Isto permite supor que nestas circunstâncias o número de espigas/m<sup>2</sup> que conduz à produção máxima será superior a 618.

Interessa, pois, analisar como os tratamentos influenciaram a população produtiva e como esta se relacionou com a população emergida.

Se compararmos o número de espigas/m<sup>2</sup> à colheita expresso em percentagem do número de plantas emergidas/m<sup>2</sup> temos :

QUADRO 4.63

	%
84/85	84
85/86	102
D1	87
D2	96
N1	91
N2	91
S1	104
S2	93
S3	80

o que corresponde a uma mortalidade muito elevada, pois à população emergida ainda seria necessário adicionar o número de filhos. Verifica-se mais uma vez que o aumento da adubação azotada não foi capaz de reduzir a taxa de mortalidade. Se estabelecermos uma equação de regressão linear entre o número de espigas/m<sup>2</sup> à colheita expresso como percentagem do número de plantas emergidas (Y) e o número de plantas emergidas/m<sup>2</sup> (X) obtem-se;

$$84/85 \quad Y = 130,3 - 0,08 X \quad n-1=11 \quad r=-0,9173 \quad P < 0,1 \% \text{ (eq.4.103)}$$

$$85/86 \quad Y = 170,1 - 0,20 X \quad n-1=11 \quad r=-0,8620 \quad P < 0,1 \% \text{ (eq.4.104)}$$

A mortalidade aumenta com o aumento da população emergida, provavelmente devido a uma maior competição por factores limitantes. A elevada diferença no declive das duas equações permite supor que o efeito dessa competição depende do ano.

#### 4.2.2.3 PRODUÇÃO DE GRÃO E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

Tal como se tinha verificado para o ensaio anterior, o atraso



da data de sementeira aumentou a proporção de matéria seca acima do nó da folha estandarte, sem afectar a produção total de matéria seca. O aumento da adubação azotada aumentou esta produção, enquanto que a densidade de sementeira não teve qualquer efeito, nem na produção total, nem na sua distribuição acima e abaixo do nó da folha estandarte.

Neste ensaio, em que a dose de azoto mais baixa foi de 100 kg/ha e a data de sementeira mais cedo de 10 de Dezembro, verifica-se que não existe correlação significativa entre nenhum dos parâmetros estudados da matéria seca à floração e a produção de grão. Os coeficientes de correlação para 95 graus de liberdade foram :

	m.s.total	m.s.acima	m.s.abaixo	razão ac/ab	produção
m.s.total	1,0000	0,8464***	0,9476***	-0,0933 n.s	0,1567 n.s
m.s.acima		1,0000	0,6361***	0,4331***	0,0598 n.s
m.s.abaixo			1,0000	-0,3975***	0,1882 n.s.
razão ac/ab				1,0000	-0,1607 n.s
produção					1,0000

A produção esteve sim correlacionada com o "índice de colheita", o qual esteve correlacionado de uma forma negativa e altamente significativa com a produção de matéria seca à floração. Os coeficientes de correlação entre estas três variáveis, para 95 graus de liberdade, foram :

	(1)	(2)	(3)
	m.s.total	"ind.colheita"	produção
m.s.total	1,0000	-0,6802***	0,1567 n.s
"ind.colheita"		1,0000	0,5218***
produção			1,0000

Se determinarmos os coeficientes de correlação parciais, obtemos:

$$r_{12.3} = 0,8213***$$

$$r_{23.1} = 0,8680***$$

verificando-se que a matéria seca, eliminado o efeito da distribuição de assimilatos, está correlacionada de forma positiva e altamente significativa com a produção. Assim se explica que o azoto, tendo aumentado de forma altamente significativa a produção de matéria seca à

floração e não tendo afectado o "índice de colheita", aumentou de forma altamente significativa a produção de grão. A data e densidade de sementeira, não tendo afectado nenhum destes parâmetros, não afectaram a produção. Se estabelecermos uma equação de regressão para cada nível de azoto entre a produção de matéria seca à floração em  $g/0,17m^2$  (MS), a razão peso do grão/peso de matéria seca à floração (IC) e a produção em  $kg/100 m^2$  (Y), temos :

N1  $Y = -44,1 + 0,55 MS - 0,0015 MS^2 + 86,5 IC - 36,2 IC^2$  (eq.4.105)  
n=48  $r=0,8593$   $P < 0,1 \%$   
MS para  $y_{max} = 183,3 g/0,17m^2 = 10784 kg/ha$   
IC para  $y_{max} = 1,19$   
 $y_{max} = 57,99 kg/100 m^2 = 5799 kg/ha$

N2  $Y = -55,8 + 0,42 MS - 0,00062 MS^2 + 128,8 IC - 56,6 IC^2$  (eq.4.106)  
n=48  $r=0,9794$   $P < 0,1 \%$   
MS para  $y_{max} = 338,7 g/0,17m^2 = 19923 kg/ha$   
IC para  $y_{max} = 1,14$   
 $y_{max} = 88,60 kg/100 m^2 = 8860 kg/ha$

Se compararmos os valores das variáveis MS e IC que conduzem à produção máxima com os valores médios obtidos para as doses de azoto N1 e N2, verificamos que em relação à variável IC se atingiu, para ambas as doses de azoto, 40% do valor calculado como óptimo. Em relação à variável MS, atingiu-se 66% para a dose N1 e 43% para a N2. Parece pois, que aumentos da produção poderão ser conseguidos, quer através de aumentos da produção de matéria seca caso sejam obtidos sem prejuízo do "índice de colheita", quer pelo aumento do "índice de colheita".

#### 4.2.2.4 PRODUÇÃO E COMPONENTES DA PRODUÇÃO

Os coeficientes de correlação entre os componentes da produção e a produção, para a totalidade dos dados do ensaio (95 graus de liberdade) foram os seguintes :

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
peso	espiguetas	grãos por espigas	grãos/	grãos	produção	
100grãos por espiga	espigueta	por m <sup>2</sup>	espiga	por m <sup>2</sup>		
(1) 1,0000	-0,4427***	-0,2521*	0,3889***	-0,4283***	-0,0423	0,3225***
(2)	1,0000	0,1953	-0,6319***	0,6993***	0,1601	-0,0134
(3)		1,0000	-0,4853***	0,6302***	0,2202*	0,1268
(4)			1,0000	-0,5172***	0,3610***	0,4847***
(5)				1,0000	0,5859***	0,3956***
(6)					1,0000	0,9258***
(7)						1,0000

Verifica-se que, tal como no ensaio anterior, a produção dependeu do peso de um grão e do número de grãos, sendo maior a importância deste componente. Este facto, juntamente com a correlação não significativa entre o peso de um grão e o número de grãos, leva a admitir que não existiram limitações fotossintéticas graves ao enchimento do grão. O peso de um grão esteve mais uma vez correlacionado de uma forma negativa e altamente significativa com o número de grãos/espiga sendo, no entanto, a correlação com o número de espigas/m<sup>2</sup> positiva e altamente significativa. Confirma-se assim os resultados do ensaio anterior, parecendo preferível atingir-se um elevado número de grãos/área através de uma elevada população, em vez de um elevado número de grãos/espiga. A relação negativa entre o peso de um grão e o número de grãos/espiga tende a acentuar-se com o atraso da data de sementeira, o que pode verificar-se analisando a relação entre os componentes da produção para cada uma das datas de sementeira do ensaio :

D2 (n-1=47)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
peso	espiguetas	grãos por	espigas	grãos/
100 grãos por espiga	espigueta	por m <sup>2</sup>		espiga
(1) 1,0000	-0,2779 n.s	-0,0542 n.s	-0,2057 n.s	0,1182 n.s
(2)	1,0000	-0,5630***	0,0947 n.s	0,0346 n.s
(3)		1,0000	0,7504***	0,0346 n.s
(4)			1,0000	0,9442***
(5)				1,0000

D3 (n-1=47)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	peso	espiguetas	grãos por	espigas	grãos/
	100 grãos	por espiga	espiguetas	por m <sup>2</sup>	espiga
(1)	1,0000	0,6209***	-0,5426***	0,0822 n.s	0,4434**
(2)		1,0000	-0,4756***	0,5037***	0,6807***
(3)			1,0000	0,4938***	0,2417 n.s
(4)				1,0000	0,9253***
(5)					1,0000

De facto, esta relação negativa só é significativa para a data D3 sugerindo que o menor período de enchimento do grão provocado pelo atraso da data de sementeira, acentua a competição pelos hidratos de carbono entre os grãos da mesma espiga. A relação entre o peso de um grão e o número de espigas também se altera com a data de sementeira. A causa poderá ser a de um menor número de espigas verificado para a data D3 e a interacção datas x azotos verificada para este parâmetro, pois o aumento da adubação azotada só aumentou o número de espigas/m<sup>2</sup> para a última data de sementeira. Assim, para esta data, um maior número de espigas implicou também uma maior disponibilidade de azoto. A influência do peso de um grão na produção também dependeu da data de sementeira, só tendo sido significativa para a data D3. A necessidade de se trabalhar com uma elevada população produtiva, parece pois aumentar com o atraso da data de sementeira, o que é confirmado pelo aumento significativo da produção provocado pelo aumento da densidade de sementeira no tratamento D3N2 no ano de 85/86, em que por irregularidade de nascimento a população produtiva foi bastante baixa. Se a densidade de sementeira de 150 kg/ha parece ser suficiente em situações de germinação e emergência regulares, tal poderá não acontecer em condições de germinação irregular, especialmente para datas de sementeira tardias.

#### 4.2.2.5 DIFERENÇA ENTRE ANOS

Pelo facto de este ensaio se ter realizado apenas durante dois anos, não é possível fazer-se uma análise idêntica à feita para o ensaio anterior. No entanto, é possível verificar até que ponto as conclusões do

ensaio anterior relativamente à influência do ano, se aplicam a este ensaio. Anteriormente tinha-se concluído que a relação entre a precipitação de Outono-Inverno e a produção de trigo, neste tipo de solos, era positiva e que o único efeito negativo da precipitação que foi possível detectar foi a lavagem de azoto. Os dados deste ensaio permitem confirmar estas observações pois :

- O ano de 84/85 com precipitação de Outono-Inverno mais elevada, conduziu a maiores produções.

- A maior produção do ano de 84/85 corresponde aos tratamentos com 200 kg de azoto/ha, uma vez que para a dose N1 não houve diferença significativa entre os anos.

Este ensaio confirma também que o aumento da precipitação permite e obriga a um aumento da adubação azotada.

#### 4.2.3 CONCLUSÕES DO SEGUNDO ENSAIO

O segundo ensaio confirmou que a data óptima de sementeira para a variedade Mara se situa no terceiro decêndio de Dezembro e que a resposta à adubação azotada depende da precipitação. Para os anos de precipitação de Outono-Inverno baixa a adubação azotada que conduz à produção máxima situa-se entre os 100 e 200 kg/ha. Nos anos em que essa precipitação é elevada a adubação azotada que conduz à produção máxima ultrapassa os 200 kg/ha.

Aumentos da produção para além das obtidas neste ensaio parecem ser possíveis quer através do aumento da produção total de matéria seca quer pelo aumento do "índice de colheita". Este índice pode ser aumentado pelo atraso da data de sementeira para o último decêndio de Dezembro, não havendo benefícios com atrasos para datas posteriores. O aumento da produção total de matéria seca parece depender da possibilidade de se aumentar o número de espigas/m<sup>2</sup> à colheita, que continuaram a ser inferiores aos valores óptimos indicados pelas curvas de resposta particularmente para a dose N2 de azoto, apesar das elevadas densidades de sementeira utilizadas. A existência de outras limitações nutritivas que não as do azoto, é uma hipótese a considerar.

A produção continuou a depender mais do número de grãos/área que do peso de um grão e estes dois componentes da produção não estão

correlacionados entre si, o que suporta novamente a hipótese de a planta não experimentar deficiências hídricas acentuadas durante o enchimento do grão.

#### 4.3 PERFIS DE HUMIDADE E QUANTIDADE DE AGUA UTILIZADA NA FASE FINAL DO CICLO DA CULTURA

Os perfis de humidade foram determinados pelo método já descrito para alguns tratamentos nos anos de 1984/85 e 1985/86. No primeiro ano os tratamentos seleccionados pertenceram todos ao segundo ensaio, enquanto que em 85/86 foram medidos os perfis de humidade em tratamentos de ambos os ensaios.

##### 4.3.1 ANALISE DOS RESULTADOS

###### 4.3.1.1 1984/85

Os tratamentos em que se fizeram medições foram : D2N1S1; D3N1S1; D3N1S3; D3N1S3.

O objectivo da escolha destes tratamentos foi saber se, por um lado, o atraso da data de sementeira aumentava a disponibilidade de água no solo e a quantidade usada pela cultura durante o enchimento do grão e, por outro, se o aumento da densidade de sementeira afectava a disponibilidade hídrica da cultura nesta fase. A primeira determinação foi feita no dia 20 de Maio de 1985 e a última a 21 de Junho, no dia anterior à colheita do ensaio. Foram instalados oito tubos de acesso por tratamento e os dados apresentados estão expressos em termos de mm de água.

QUADRO 4.64

PERFIS DE HUMIDADE A 20/Mai/85

Prof	D2N1S1			D3N1S1			D3N1S2			D3N1S3		
	media	$\sigma_{media}$	t	media	$\sigma_{media}$	t	media	$\sigma_{media}$	t	media	$\sigma_{media}$	t
10-20	35,1	0,681	51,5	34,1	0,556	61,2	34,5	0,833	41,4	34,2	0,779	44,0
20-30	35,4	0,525	67,4	34,5	0,436	79,2	34,8	0,860	40,5	34,5	0,717	48,0
30-40	35,9	0,442	81,3	35,4	0,408	86,7	35,3	0,739	47,8	35,0	0,700	50,0
40-50	36,3	0,575	63,1	36,2	0,365	99,0	35,6	0,576	61,8	35,4	0,611	57,9
50-60	36,9	0,549	67,2	36,6	0,240	152,4	35,8	0,636	66,2	35,7	0,430	82,9
60-70	37,4	0,405	92,3	37,3	0,249	149,9	36,2	0,616	58,8	36,2	0,440	82,2
70-80	37,4	0,409	91,3	37,8	0,374	101,1	36,6	0,659	55,5	36,4	0,548	66,4
total	254,4	3,372	75,44	251,8	2,118	118,9	248,8	4,66	53,3	247,3	3,979	62,2

Verifica-se que as médias das amostras são altamente significativas, podendo concluir-se que os oito locais de medição/tratamento foram suficientes. A análise de variância revelou uma diferença não significativa entre tratamentos.

QUADRO 4.65

PERFIS DE HUMIDADE A 21/Jun/85

Prof	D2N1S1			D3N1S1			D3N1S2			D3N1S3		
	media	$\sigma_{media}$	t	media	$\sigma_{media}$	t	media	$\sigma_{media}$	t	media	$\sigma_{media}$	t
10-20	32,1	1,190	27,0	29,4	1,424	20,6	29,2	1,393	21,0	29,6	1,314	22,5
20-30	32,6	1,111	29,3	30,2	1,246	24,2	29,8	1,307	22,8	29,9	1,242	24,1
30-40	33,4	0,895	37,3	31,6	0,917	34,5	31,0	1,125	27,6	30,8	1,062	29,0
40-50	34,3	0,736	46,5	32,9	0,690	47,7	32,0	1,013	31,6	32,0	0,848	37,8
50-60	35,3	0,646	54,6	34,0	0,663	51,3	33,1	0,854	38,7	33,2	0,800	41,6
60-70	36,3	0,548	66,2	34,7	0,591	58,7	34,0	0,683	49,7	34,3	0,764	44,9
70-80	36,6	0,509	71,9	35,0	0,571	61,3	34,2	0,671	51,0	34,8	0,724	48,2
total	240,6	5,435	44,3	227,8	5,692	40,0	223,3	6,831	32,7	224,6	6,480	34,7

A amostragem continuou a ser altamente significativa, não tendo existido diferenças significativas entre tratamentos.

QUADRO 4.66

DIFERENÇA ENTRE LEITURAS

Prof cm	D2N1S1			D3N1S1			D3N1S2			D3N1S3		
	1ª-2ª	$\sigma_{1,2-2,2}$	t	1ª-2ª	$\sigma_{1,2-2,2}$	t	1ª-2ª	$\sigma_{1,2-2,2}$	t	1ª-2ª	$\sigma_{1,2-2,2}$	t
10-20	3,0	1,371	2,2	4,7	1,529	3,1*	5,3	1,623	3,3*	4,6	1,528	3,0*
20-30	2,8	1,229	2,3	4,3	1,320	3,3*	5,0	1,565	3,2*	4,6	1,434	3,2*
30-40	2,5	0,998	2,5*	3,8	1,004	3,8**	4,3	1,346	3,2*	4,2	1,272	3,3*
40-50	2,0	0,934	2,1	3,3	0,780	4,3**	3,6	1,165	3,1*	3,4	1,045	3,2*
50-60	1,6	0,848	1,9	2,6	0,705	3,7*	2,7	1,065	2,5*	2,5	0,908	2,75*
60-70	1,1	0,681	1,6	2,6	0,641	4,0**	2,2	0,920	2,4*	1,9	0,882	2,2
70-80	0,8	0,653	1,2	2,8	0,683	4,1**	2,4	0,940	2,6*	1,6	0,908	1,8
total	13,8	6,397	2,2	24,1	6,073	4,0**	25,5	8,271	3,1*	22,7	7,604	3,0*

Verifica-se que o consumo de água do solo, entre 20/5 e 21/6 foi maior na data de sementeira de Janeiro, não chegando a ser significativa para a data de Dezembro a diferença entre os perfis de humidade a 20/5 e 21/6. O valor de F calculado para o consumo de água do solo entre as duas datas foi de  $F_{(3,9)}=2,71$  ( $p < 11,1\%$ ), o que não chegando a ser significativo sugere diferenças reais entre os tratamentos. A quantidade de água utilizada pela cultura (solo + precipitação) entre as duas determinações, admitindo que não houve escoamento superficial nem perdas por drenagem após 20/Maio foi :

	D2N1S1	D3N1S1	D3N1S2	D3N1S3
solo	13,8	24,1	25,5	22,7
precipitação	26,0	26,0	26,0	26,0
total	39,8	50,1	51,5	48,7

4.3.1.2 1985/86

Os tratamentos em que se fizeram medições da humidade foram :

1º ensaio	D1N1Mara	D1N2Mara	2º ensaio	D2N1S2	D2N1S3
	D2N1Mara	D2N2Mara		D2N2S2	D2N2S3
	D3N1Mara	D3N2Mara			

é de notar que as datas de sementeira, doses de azoto e variedade são as mesmas para tratamentos idênticos nos dois ensaios,



estando estes lado a lado no terreno. Estes tratamentos foram seleccionados a fim de se estudar o efeito sobre a disponibilidade de água no solo e o seu consumo pela cultura durante o enchimento do grão, do atraso da data de sementeira de Novembro para Dezembro e do aumento da adubação azotada e densidade de sementeira. A primeira determinação foi realizada a 18/Abril/86 e a última a 18/Junho. Foram instalados oito tubos de acesso por tratamento estando os dados expressos em mm de água. A profundidade de leitura só chegou aos 60 cm em parte devido a menor profundidade do solo no local de ensaio deste ano.

QUADRO 4.67

1º Ensaio		PERFIS DE HUMIDADE A 18/Abril								
prof	D1N1Mara			D1N2Mara			D2N1Mara			
cm	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t	
10-20	31,7	0,7548	42,0	31,6	0,3069	103,1	32,4	0,1962	164,9	
20-30	31,8	0,5459	58,2	31,9	0,2795	114,2	32,4	0,1924	168,6	
30-40	32,1	0,4209	76,3	32,1	0,4580	70,0	32,8	0,1710	191,9	
40-50	32,3	0,4493	71,9	32,9	0,4002	82,2	33,5	0,2317	144,5	
50-60	32,4	0,4735	68,5	33,6	0,5673	59,3	34,1	0,1728	197,2	
total	160,3	2,2809	70,2	162,1	1,4518	111,6	165,1	0,4820	342,6	

prof	D2N2Mara			D3N1Mara			D3N2Mara		
cm	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t
10-20	31,6	0,3315	95,4	31,4	0,7273	43,2	31,9	0,7003	45,5
20-30	31,9	0,3076	103,8	32,0	0,8948	35,8	32,3	0,3444	93,8
30-40	32,2	0,4518	71,2	32,4	1,4811	21,9	33,1	0,2940	112,5
40-50	32,9	0,4323	76,1	32,5	1,9095	17,0	33,8	0,3818	88,6
50-60	33,8	0,5023	67,2	33,0	2,0353	16,2	33,8	0,2926	115,5
total	162,4	1,4604	111,2	161,4	6,6970	24,1	164,8	1,0636	155,0

QUADRO 4.67 (CONT.)

		2º Ensaio PERFIS DE HUMIDADE A 18/Abril											
prof	D2N1S2			D2N1S3			D2N2S2			D2N2S3			
cm	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t	
10-20	31,9	0,518	61,6	32,1	0,697	46,0	31,2	0,455	68,6	30,2	0,496	60,9	
20-30	32,1	0,318	101,1	32,7	0,628	52,0	31,9	0,404	78,9	31,0	0,487	63,6	
30-40	32,4	0,264	122,6	33,2	0,589	56,4	32,8	0,394	83,2	32,0	0,501	63,9	
40-50	33,0	0,324	102,0	33,2	0,478	69,6	32,6	0,405	80,5	31,9	0,474	67,3	
50-60	33,4	0,337	99,2	33,2	0,472	70,4	32,4	0,645	50,2	32,1	0,475	67,6	
total	162,9	1,454	112,0	164,4	2,656	61,9	160,9	1,553	103,4	103,4	2,170	72,5	

Verifica-se que as médias das amostras são altamente significativas tendo sido suficientes os oito locais de medição/tratamento, à semelhança do que tinha acontecido no ano anterior. A análise da variância revelou diferenças não significativas entre tratamentos para ambos os ensaios.

QUADRO 4.68

		1º Ensaio PERFIS DE HUMIDADE A 18/JUNHO											
prof	D1N1Mara			D1N2Mara			D2N1Mara						
cm	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t				
10-20	22,4	1,8565	12,1	20,9	0,6808	30,6	20,3	0,8591	23,6				
20-30	23,3	1,5534	15,0	22,0	0,6874	32,0	21,1	0,8155	25,9				
30-40	24,6	1,2329	20,0	23,7	0,6202	38,2	22,8	0,7709	29,6				
40-50	25,9	1,1042	23,5	24,9	0,4984	50,0	24,5	0,7236	33,8				
50-60	26,8	0,9047	29,6	26,3	0,4020	65,5	25,6	0,6805	37,6				
total	123,0	6,9067	17,8	117,9	2,7948	42,2	114,3	3,7858	30,2				

prof	D2N2Mara			D3N1Mara			D3N2Mara		
cm	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t
10-20	20,9	0,7354	28,4	18,7	0,6720	27,8	21,6	1,0112	21,4
20-30	22,0	0,7425	30,0	20,0	0,5328	37,6	22,4	1,0758	20,8
30-40	23,7	0,6699	35,4	22,1	0,6039	36,6	23,5	1,0128	23,2
40-50	24,9	0,5383	46,3	23,4	0,7205	32,6	24,2	0,8495	28,5
50-60	26,3	0,4342	60,7	24,6	0,7681	32,0	24,8	0,6884	36,1
total	117,9	3,0187	39,0	108,9	2,5239	43,2	116,6	4,5917	25,4

QUADRO 4.68 (CONT.)

		2º Ensaio PERFIS DE HUMIDADE A 18/Junho											
prof	D2N1S2			D2N1S3			D2N2S2			D2N2S3			
cm	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t	med.	$\sigma_{med.}$	t	
10-20	21,4	0,193	111,3	21,7	0,894	24,3	20,6	0,428	48,1	21,3	0,772	27,6	
20-30	22,1	0,188	117,8	22,6	0,824	27,5	21,2	0,461	46,0	21,6	0,590	36,6	
30-40	23,5	0,160	146,4	24,1	0,696	34,7	22,2	0,508	43,8	23,1	0,436	53,0	
40-50	24,6	0,298	82,6	25,3	0,631	40,1	23,3	0,567	41,0	24,5	0,438	56,0	
50-60	25,6	0,513	50,0	25,9	0,537	48,3	24,3	0,750	32,5	24,9	0,420	59,4	
total	117,3	0,950	123,5	119,7	3,440	34,8	111,6	2,488	44,8	115,4	2,077	55,6	

Continua a verificar-se que a média das amostras é altamente significativa e que não existe diferença significativa entre tratamentos.

QUADRO 4.69

		1º Ensaio DIFERENÇA ENTRE LEITURAS								
prof	D1N1Mara			D1N2Mara			D2N1Mara			
cm	1ª-2ª	$\sigma_{1ª-2ª}$	t	1ª-2ª	$\sigma_{1ª-2ª}$	t	1ª-2ª	$\sigma_{1ª-2ª}$	t	
10-20	9,3	2,0040	4,6**	10,7	0,7468	14,3***	12,1	0,8812	13,7***	
20-30	8,5	1,6465	5,2**	9,9	0,7420	13,3***	11,3	0,8379	13,5***	
30-40	7,5	1,3028	5,8**	8,4	0,7710	10,9***	10,0	0,7896	12,7***	
40-50	6,4	1,1921	5,4**	8,0	0,6392	12,5***	9,0	0,7598	11,8***	
50-60	5,7	1,0211	5,6***	7,3	0,6953	10,5***	8,5	0,7021	12,1***	
total	37,4	7,2736	5,1**	44,2	3,1494	14,0***	50,8	3,8164	13,3***	

prof	D2N2Mara			D3N1Mara			D3N2Mara		
cm	1ª-2ª	$\sigma_{1ª-2ª}$	t	1ª-2ª	$\sigma_{1ª-2ª}$	t	1ª-2ª	$\sigma_{1ª-2ª}$	t
10-20	10,7	0,8067	13,3***	12,7	0,9902	12,8***	10,3	1,2300	8,4***
20-30	9,9	0,8037	12,3***	12,0	1,0414	11,5***	9,9	1,1296	8,7***
30-40	8,5	0,8080	10,5***	10,3	1,5995	6,4***	9,6	1,0546	9,1***
40-50	8,0	0,6904	11,6***	9,1	2,0409	4,5**	9,6	0,9313	10,3***
50-60	7,5	0,6640	11,3***	8,4	2,1754	3,9**	9,0	0,7480	12,0***
total	44,5	3,3534	13,3***	52,5	7,1568	7,3***	48,2	4,7133	35,0***

QUADRO 4.69 (CONT.)

2º Ensaio DIFERENÇA ENTRE LEITURAS

prof	D2N1S2			D2N1S3		
	1ª-2ª	$\sigma_{1,2-2,2}$	t	1ª-2ª	$\sigma_{1,2-2,2}$	t
10-20	10,5	0,5524	19,0***	10,4	1,1337	9,2***
20-30	10,0	0,3691	27,1***	10,1	1,0359	9,8***
30-40	8,9	0,3093	28,8***	9,1	0,9112	10,0***
40-50	8,4	0,4401	19,1***	7,9	0,7916	10,0***
50-60	7,8	0,6135	12,7***	7,3	0,7145	10,2***
total	45,6	1,7366	26,3***	44,7	4,3461	10,3***

prof	D2N2S2			D2N2S3		
	1ª-2ª	$\sigma_{1,2-2,2}$	t	1ª-2ª	$\sigma_{1,2-2,2}$	t
10-20	10,6	0,6249	17,0***	8,9	0,9177	9,7***
20-30	10,7	0,6132	17,4***	9,4	0,7651	12,3***
30-40	10,6	0,6427	16,5***	8,9	0,6638	13,4***
40-50	9,3	0,6966	13,4***	7,4	0,6457	11,5***
50-60	8,1	0,9886	8,2***	7,2	0,6341	11,4***
total	49,3	2,9335	16,8***	41,9	3,0044	14,0***

Verifica-se que a diferença entre os perfis de humidade a 18/6 e a 18/4, foi significativa para cada um dos tratamentos e a todas as profundidades. A análise de variância do 1º ensaio indica-nos uma diferença significativa entre tratamentos ( $F_{(5,15)}=3,50$   $p < 5\%$ ) devida a um efeito significativo das datas de sementeira ( $F_{(2,5)}=5,86$   $p < 5\%$ ). O efeito do azoto e a interacção datas x azotos não foram significativos. A análise de variância do 2º ensaio voltou a revelar uma diferença não significativa entre os níveis de azoto e da densidade de sementeira, sendo a interacção azotos x densidades igualmente não significativa. Nesta análise considerou-se o tratamento D2Mara do 1º ensaio como um tratamento D2S1 do 2º ensaio, o que nos parece lícito uma vez que correspondem à mesma data e densidade de sementeira, à mesma dose de azoto e variedade e os dois ensaios estavam no mesmo solo colocados lado a lado.

A quantidade de água utilizada em cada um dos tratamentos entre 18/Abril e 18/Junho, admitindo que não houve escoamento superficial nem perdas de água por drenagem entre estas duas datas, foi :

	D1N1M	D1N2M	D2N1M	D2N2M	D3N1M	D3N2M	D2N1S2	D2N1S3	D2N2S2	D2N2S3
Solo	37,4	44,2	50,8	44,5	52,5	48,2	45,6	44,7	49,3	41,9
Precipit.	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3
total	71,7	78,5	85,1	78,8	86,8	82,5	79,9	79,0	83,6	76,2

#### 4.3.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nenhum dos tratamentos afectou o teor de humidade do solo aquando da primeira determinação, 20 e 18 de Maio de 85 e 86 respectivamente. Isto seria de esperar uma vez que a evapotranspiração só depende do índice de área foliar para valores deste abaixo de 3 (Ritchie 1974). Por outro lado, durante o período em que o valor de LAI é inferior a três e portanto, diferenças entre tratamentos em termos de área foliar poderiam ter afectado a evapotranspiração da cultura, a precipitação excede largamente a evapotranspiração potencial. O aumento da adubação azotada de 100 para 200 kg de azoto/ha e da densidade de sementeira de 150 a 250 kg/ha, afectaram LAI mas sempre para valores deste acima de 3, não tendo afectado a duração do ciclo da cultura. Assim, não afectaram a quantidade de água utilizada pela cultura entre as duas determinações. O atraso da data de sementeira aumentou a quantidade de água utilizada pela cultura entre as duas determinações, em ambos os anos. Este aumento, que não pode ser explicado em termos de área foliar, poderá ser justificado pelo efeito da data de sementeira no desenvolvimento da cultura:

	1984/85	1985/86
data de sementeira	data de espigamento	data de espigamento
20 de Novembro (D1)	*	10 de Abril
10 de Dezembro (D2)	20 de Abril	19 de Abril
3 de Janeiro (D3)	1 de Maio	3 de Maio

(\* em 84/85 só se fizeram medições no 22 ensaio)

podendo verificar-se que o atraso da data de sementeira conduziu a um atraso da data de espigamento, ainda que a diferença entre as datas de espigamento tivesse sido menor que as diferenças entre as datas de sementeira. É assim natural que a cultura estivesse numa fase mais activa do enchimento do grão no período entre determinações, quanto mais tardia a data de sementeira.

QUADRO 4.70

ano	tratamento	produção kg/ha	água utilizada mm	g água/g m.s
84/85	D2N1S1	3243	13,8	42,6
84/85	D3N1S1	3504	24,0	68,5
84/85	D3N1S2	3616	25,5	70,6
84/85	D3N1S3	3152	22,6	71,7
85/86	D1N1M	3348	34,6	103,3
85/86	D1N2M	3670	43,4	93,7
85/86	D2N1M	3720	48,9	131,4
85/86	D2N2M	4622	43,7	94,5
85/86	D3N1M	2662	56,1	210,7
85/86	D3N2M	3248	48,1	148,1
85/86	D2N1S2	3470	45,6	131,4
85/86	D2N1S3	3515	44,7	127,2
85/86	D2N2S2	3825	49,3	128,9
85/86	D2N2S3	3488	41,8	119,8

As correlações tentadas entre o consumo de água e a produção de grão após o espigamento para os diferentes tratamentos revelaram-se não significativas, tendo sido muito variável a eficiência com que essa água foi utilizada em termos de produção de grão. A diferença entre anos foi muito superior à diferença entre tratamentos, apresentando o ano de 84/85 uma eficiência mais elevada. A adubação azotada, em particular nas datas de sementeira de Dezembro e Janeiro, parece aumentar esta eficiência não tendo a densidade de sementeira provocado variações apreciáveis. A data de sementeira de Dezembro, especialmente para o nível de azoto N2, parece ser a que conduz a uma eficiência mais elevada.

A inexistência de correlações significativas entre a produção de grão e a água utilizada em Maio e Junho, parece confirmar a hipótese de não terem existido deficiências hídricas graves durante o enchimento do grão. No entanto, os teores de humidade do solo à colheita aproximaram-se bastante dos apresentados por Cardoso (1965) como os teores de humidade deste solo a pF 4,2. Isto levanta dúvidas quanto à possibilidade de se aumentar a produção, nestes solos, através do aumento da duração do período de enchimento do grão. A não correlação existente entre a produção e o consumo de água poderá ter resultado da curta duração do período de enchimento que a variedade Mara apresenta, o que dada a irregularidade das

condições meteorológicas durante a Primavera, poderá ser um factor importante na estabilidade das produções.

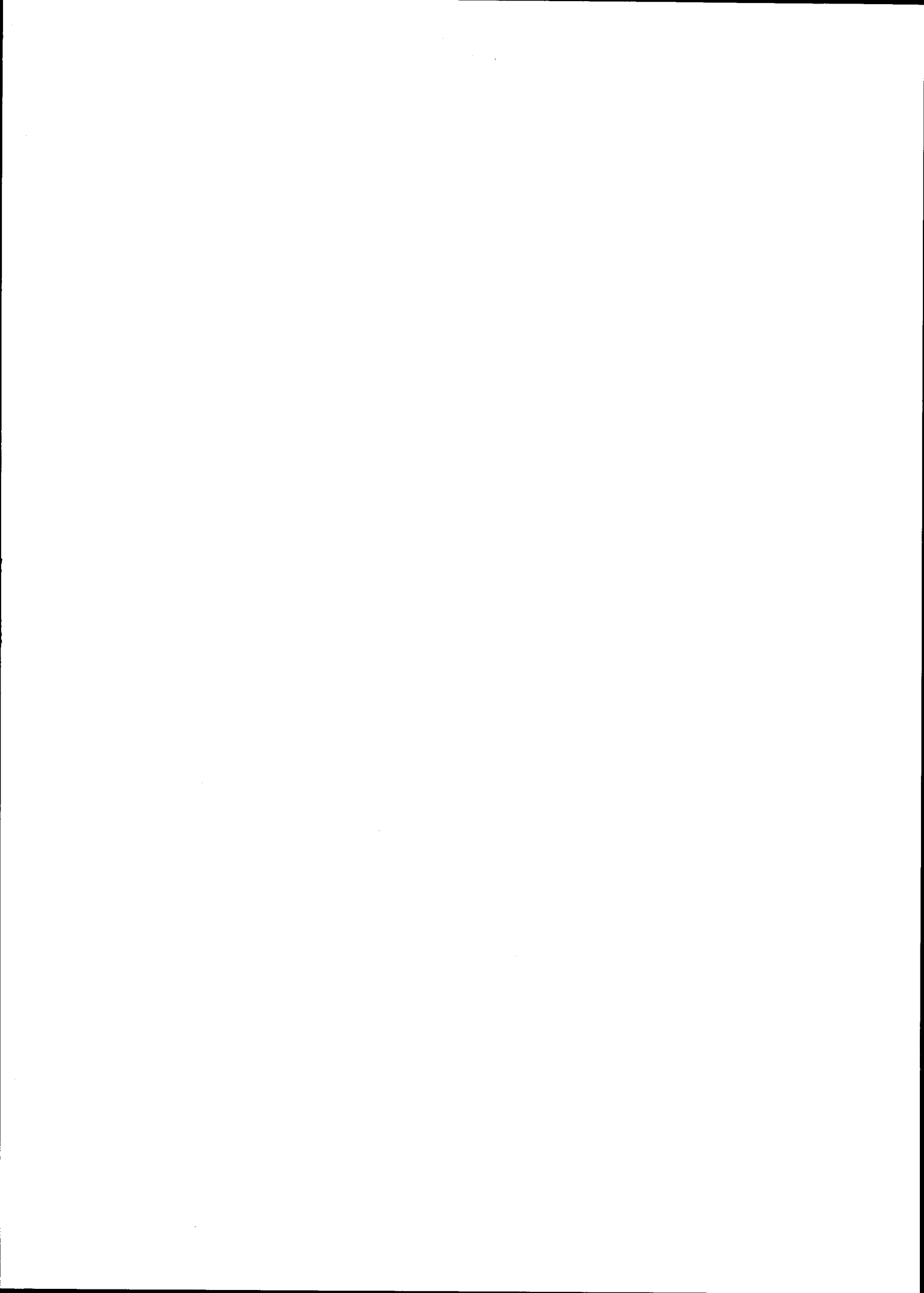
O maior consumo de água no ano de 85/86 terá resultado de uma maior evaporação potencial (evaporação de tina classe A) que foi de 135 mm para o mês de Maio de 86 e de 86 mm para o mesmo período em 85.

Os tratamentos não influenciaram a profundidade a que as plantas extraíram água, tendo sido em todos eles, o limite inferior do horizonte B. Isto está de acordo com a informação disponível uma vez que a capacidade genética de crescimento radical do trigo é muito superior à profundidade do solo utilizado (Russell 1977).

Em resumo poder-se-á dizer que :

- Os tratamentos não afectaram o armazenamento de água ao espigamento;
- Os tratamentos que afectaram apenas o crescimento das plantas sem afectarem o seu desenvolvimento, não afectaram a quantidade de água utilizada pela cultura. A adubação azotada tendo aumentado a produção, aumentou a eficiência com que a água extraída em Maio e Junho foi utilizada em termos de produção de grão, particularmente na data de sementeira de Dezembro;

- A utilização de variedades com um curto período de enchimento do grão parece ser um importante factor de adaptação às nossas condições climáticas, pelo menos no respeitante à estabilidade das produções. Para estas variedades parece não existir deficiência hídrica grave durante o enchimento do grão.





## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE ÉVORA

No ano de 1982/83 iniciou-se na Herdade Experimental da Mitra o ensaio relativo a datas de sementeira, doses de azoto e variedades de trigo. O local de ensaio escolhido apresentava uma boa drenagem externa. Tendo este ano sido muito seco, nenhum dos talhões de ensaio apresentou condições de encharcamento. Como um dos objectivos era estudar o efeito do encharcamento de Inverno, no ano de 83/84 optou-se por um local de ensaio que apresentava uma drenagem externa má, particularmente em duas repetições. A ocorrência de um Inverno húmido teve como consequência um encharcamento muito severo, com submersão das plantas por longos períodos. Em tais condições o crescimento das plantas foi extremamente afectado como seria de esperar. No ano de 84/85 voltou-se a escolher um local de ensaio com boa drenagem externa, tendo este Inverno sido húmido. Foi então possível obter variações razoáveis da toalha freática. Foram os resultados deste ano que nos levantaram dúvidas quanto às explicações normalmente apresentadas para o efeito depressivo da precipitação na produção neste tipo de solos. Permitiram-nos também levantar a hipótese da existência de factores severamente limitantes ao crescimento do trigo nestes solos, factores esses que não dependiam directamente das condições de encharcamento do solo e que estariam relacionados com a nutrição das plantas. No ano de 85/86 alterou-se o ensaio de campo a fim de se tentar estudar este problema. Simultaneamente iniciaram-se os ensaios em vasos.

A apresentação, análise e discussão dos resultados será feita de forma a poder mostrar a evolução lógica do nosso trabalho experimental e do nosso conhecimento sobre os factores limitantes ao crescimento do trigo nestes solos e a sua relação com a precipitação de Outono-Inverno. A análise dos dados do ensaio iniciado em 82/83 não será feita da mesma forma que a dos resultados do ensaio correspondente realizado nos Barros. Assim decidimos por não fazer sentido analisar efeitos de tratamentos numa situação em que existiam factores limitantes severos que não são afectados por esses tratamentos. Começaremos por analisar o efeito diverso da precipitação nos dois solos e a época do ano em que essa diferença se manifesta. Em seguida estudar-se-á a relação entre a toalha freática e o crescimento da cultura para o ano de 84/85, por ser o único em que existe

esta informação. Também para este ano analisaremos a relação entre o crescimento da cultura e alguns parâmetros do solo, assim como os primeiros ensaios exploratórios em vasos o que, em conjunto, nos permitiu levantar a hipótese de trabalho que definiu o esquema experimental seguinte, ou seja, o segundo ensaio de campo e os ensaios em vasos de 85/86. O conjunto destes dados será então analisado a luz da hipótese levantada.

#### 5.1 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO PRIMEIRO ENSAIO DE CAMPO

Comparando a precipitação de Setembro a Fevereiro com a produção de grão e a de matéria seca à floração, verificamos que o efeito negativo da precipitação só se fez sentir no Solo Litólico.

QUADRO 4.71

ANO	SOLO LITÓLICO			BARRO		
	PRECIPI.	PROD. GRÃO	PROD. M. S.	PRECIPI.	PROD. GRÃO	PROD. M. S.
	Set-Fev	kg/ha	kg/ha	Set-Fev	kg/ha	kg/ha
82/83	244	2151	2394	211	706	1815
83/84	434	483	1051	393	2484	4935
84/85	657	80	316	492	2891	7753

Pode observar-se também que o efeito depressivo na produção está muito relacionado com feito idêntico sobre a matéria seca à floração, ou seja, a diferença de produção entre os dois solos, que aumenta com a precipitação, está definida aquando da floração da cultura.

A relação entre a produção de matéria seca à floração (X) e a produção de grão (Y), ambas em kg/ha, pode ser definida pela mesma equação para os dois solos :

$$Y = -99,9 + 0,79 X - 0,00005 X^2 \quad F_{(2,61)} = 133,7 \quad P < 0,1 \% \quad (\text{eq. 4.107})$$

Parece assim poder concluir-se que a explicação para o efeito depressivo da precipitação de Outono-Inverno na produção da cultura no Solo Litólico, tem de se procurar durante o próprio Inverno e não em posteriores

consequências durante o enchimento do grão como sugerido por Oliveira (1955).

A produção no Solo Litólico para os diferentes níveis de azoto em cada um dos anos foi a seguinte :

QUADRO 4.72

NIVEL de	82/83		83/84		84/85	
	PROD. GRÃO kg/ha	PROD. M. S. kg/ha	PROD. GRÃO kg/ha	PROD. M. S. kg/ha	PROD. GRÃO kg/ha	PROD. M. S. kg/ha
AZOTO						
N0	2180	2240	530	896	69	273
N1	2565	2528	364	1043	85	360
N2	1707	2413	581	1215	87	315

Ao contrário do que aconteceu nos Barros, a resposta à adubação azotada não aumentou com a precipitação de Outono-Inverno, pelo que parece não ser possível atribuir à lavagem de azoto a causa do efeito negativo da precipitação.

#### 5.1.1 TOALHA FREÁTICA E CRESCIMENTO DA CULTURA EM 84/85

No ano de 84/85 instalaram-se 100 piezómetros na área do ensaio (3672 m<sup>2</sup>) tendo sido realizadas duas determinações semanais do nível freático. A primeira determinação em que se detectou toalha freática ocorreu a 21/Jan/85. As variações do seu nível foram acentuadas quer no espaço quer no tempo, tendo a medição em que se observou toalha freática pela última vez ocorrido a 21/Mar. No dia 30 de Maio avaliou-se o crescimento da cultura à volta de cada piezómetro, em termos de produção de matéria seca num círculo de 30 cm de raio centrado no respectivo piezómetro. O nível médio da toalha freática entre os dias 21/Jan e 21/Mar, só conseguiu explicar 5% do crescimento da cultura em torno de cada local de medição, o mesmo acontecendo se trabalharmos com o nível da toalha freática em cada uma das determinações. Vemos assim que não é o encharcamento por si só e directamente o responsável pela quebra de crescimento da cultura. Não se pretende dizer com isto que o encharcamento, ou melhor, as condições de anaerobiose não afectam o crescimento da cultura. O que haverá são outros factores cujo efeito se sobrepõem ao do encharcamento. A fim de averiguar

quais os factores que poderiam estar envolvidos, fizeram-se determinações de alguns parâmetros do solo numa zona com um acentuado gradiente no crescimento da cultura e deu-se início aos ensaios exploratórios em vasos.

### 5.1.2 PARÂMETROS DO SOLO E CRESCIMENTO DA CULTURA EM 1984/85

QUADRO 4.73

LO CAL	HORIZ.	pH	m. o.	Ca	Mg	K	Na	Mn	Al	Altura das plantas cm	
		H <sub>2</sub> O	KCl	%	[		ppm				
1	A <sub>1</sub>	5,92	4,45	1,90	666	50,3	43,5	49,9	19,85	11,28	108
1	A <sub>2</sub>	5,75	4,00	1,00	250	24,9	16,4	60,1	8,06	11,63	108
	média	5,84	4,22	1,45	458	37,6	30,0	55,0	13,96	11,46	108
2	A <sub>1</sub>	5,65	4,30	2,10	1055	26,4	61,5	55,6	12,89	8,56	96
2	A <sub>2</sub>	5,95	4,60	2,10	865	25,2	49,9	52,2	8,65	7,51	96
	média	5,80	4,45	2,10	960	25,8	55,7	53,9	10,77	8,04	96
3	A <sub>1</sub>	4,82	3,80	1,50	426	12,1	71,6	40,5	24,21	9,94	50
3	A <sub>2</sub>	4,65	3,70	1,40	700	15,8	28,0	60,4	18,16	11,34	50
	média	4,74	3,75	1,45	563	14,0	49,8	50,4	21,19	10,64	50
4	A <sub>1</sub>	4,75	3,75	2,20	117	12,4	77,5	49,5	32,58	12,71	48
4	A <sub>2</sub>	4,90	3,85	1,00	91	10,6	28,1	42,4	16,31	10,05	48
	média	4,82	3,80	1,60	104	11,5	52,8	46,0	24,44	11,38	48

Para fazermos estas determinações seleccionou-se um talhão que não apresentava variações espaciais da toalha freática, mas que no entanto apresentava variações marcadas no crescimento da cultura em termos de altura das plantas. Abriu-se uma trincheira em todo o seu comprimento e fizeram-se as determinações em quatro pontos, correspondendo dois deles a zonas de plantas bem crescidas e os outros dois a zonas de crescimento reduzido. Em cada local de medição determinou-se a altura das plantas e os seguintes parâmetros do solo: densidade aparente, porosidade total, pH em água e cloreto de potássio, textura, teor em matéria orgânica, cationes de troca, alumínio e manganês, utilizando-se como extratante o acetato de amónia. Dos valores medidos não existiu variação significativa relativamente à densidade aparente (valor médio 1,48), à porosidade total (valor médio 38,6) e à textura (arenosa-franca). Dos restantes parâmetros

apresentamos os valores para os horizontes A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> pois foram os únicos em que se detectou variação apreciável (quadro 4.73). A separação em horizontes A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> foi devida a uma variação de cor que se verificou no horizonte A ao longo de toda a trincheira. Da análise do quadro verificamos que de todos os parâmetros o que mais se relaciona com a altura das plantas é o pH. O coeficiente de correlação entre o pH em água do horizonte A<sub>1</sub> e a altura das plantas é de 0,9993. A altura das plantas esteve negativa e significativamente correlacionada com o teor médio de manganês do horizonte A ( $r=-0,9162$ ) e positiva e significativamente correlacionada com o teor de magnésio ( $r=0,9658$ ). O teor de alumínio não apresentou correlação significativa com a altura das plantas.

## 5.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS ENSAIOS EXPLORATÓRIOS EM VASOS

Com estes ensaios pretendeu-se atingir dois objectivos :

1- tentar identificar a natureza dos factores responsáveis pela grande redução do crescimento e mesmo pela morte das plantas no campo;

2- se esses factores limitantes continuavam presentes no solo após a passagem do Inverno.

Para o efeito realizaram-se dois ensaios. Um primeiro em que se comparou o crescimento das plantas em vasos com solo de Barro e com Solo Litólico de uma zona em que ocorreu grande redução do crescimento das plantas, em ambos os solos com e sem aplicação de micronutrientes. Num segundo ensaio comparou-se o crescimento em vasos com Solo Litólico de uma zona com bom crescimento e de uma zona com mau crescimento.

### 5.2.1 1º ENSAIO EM VASOS

QUADRO 4.74

	BARRO	LITÓLICO	MÉDIA
	g m.s./vaso	g m.s./vaso	
C/MIC.	23,7 a	12,7 b	18,2
S/MIC.	23,2 a	9,0 c	16,1
MEDIA	23,4	10,8	

#### ANALISE DA VARIANCIA

SOLOS	$F_{(1,93)} = 186,9$ ***
MICRONUTRIENTES	$F_{(1,93)} = 3,32$ n.s.
S X MIC.	$F_{(1,93)} = 4,97$ p < 10 %

Pode observar-se que a diferença de crescimento da cultura nos dois solos continua a verificar-se mesmo com condições hídricas boas e aplicação liberal de nutrientes (ver 3.2.2.3). A aplicação de micronutrientes teve um efeito não significativo para a média dos dois solos, apesar de ter sido significativamente diferente o crescimento no Solo Litólico com e sem micronutrientes.

#### 5.2.2 2º ENSAIO EM VASOS

QUADRO 4.75

	MAT. SECA g/vaso
Debaixo da AZINHEIRA	13,33 a
Zona Má da=1,2	1,63 b
Zona Má da=1,4	1,33 b
Zona Má da=1,6	1,03 b

Verifica-se que a diferença do crescimento no campo entre uma zona boa e uma má continua a verificar-se nos vasos. A diferença não pode ser atribuída à água, temperatura ou ao azoto, fósforo e potássio (ver 3.2.2.4). Como seria de esperar, numa situação em que a água e os nutrientes não são limitantes, a resistência mecânica à penetração das raízes não afectou o crescimento da parte aérea. Os dados deste ensaio não podem ser directamente comparados com os do ensaio anterior, pois os vasos utilizados foram menores e a época de sementeira foi mais tardia.

#### ANALISE FOLIAR DAS PLANTAS

Tivemos a possibilidade de realizar a análise foliar das plantas dos dois ensaios na Universidade de Purdue. De todos os resultados, o único que apresentou relação com o crescimento das plantas foi a concentração de

Mn na planta, cujo coeficiente de correlação com a produção de matéria seca/vaso foi negativo e altamente significativo.

1º ENSAIO

QUADRO 4.76

SOLO	Mn ppm	prod.g/vaso
Litólico s/mic.	77,11	10,6
" "	218,30	6,6
" "	121,40	8,2
" "	247,40	10,5
Média	166,05	9,0
Litólico c/mic.	76,59	14,7
" "	206,20	7,8
" "	108,90	13,7
" "	170,00	14,5
Média	141,42	12,7
Barro s/mic.	17,46	22,4
" "	16,36	22,3
" "	19,12	23,8
" "	21,62	24,2
Média	18,64	23,2
Barro c/mic	16,05	23,7
" "	16,18	22,2
" "	18,27	23,9
" "	20,13	25,1
Média	17,66	23,7

O coeficiente de correlação entre a concentração de manganês na planta e a produção de matéria seca/vaso, utilizando os 16 pares de valores é  $r = -0,8742$ . Se trabalharmos com a média das 4 repetições para cada tratamento o coeficiente de correlação é de  $r = -0,9972$ , explicando assim a concentração de manganês 99% da variação do crescimento das plantas. Este aumento da correlação pela utilização da média das quatro repetições poderá resultar da diminuição do erro da determinação analítica do Mn que segundo Houba e outros (1986) pode apresentar um coeficiente de variação de 20% .

## 2º ENSAIO

QUADRO 4.77

SOLO	Mn ppm	prod. g/vaso
Zona Má da=1,2	248,0	2,1
" " " "	257,5	1,1
" " " "	187,9	1,7
Média	231,1	1,63
Zona Má da=1,4	223,7	1,4
" " " "	306,1	0,4
" " " "	219,7	1,6
Média	249,8	1,33
Zona Má da=1,6	224,5	1,1
" " " "	223,3	1,7
" " " "	172,6	1,2
Média	206,8	1,03
Debaixo da Azinheira	115,3	15,0
" " "	122,8	12,1
" " "	114,9	12,9
Média	117,7	13,33

Utilizando a totalidade dos 12 valores o coeficiente de correlação é de  $r = -0,8498$  e usando a média para as três repetições é de  $r = -0,9459$ , explicando assim a concentração em Mn 89% da variação do crescimento.

Se estabelecermos uma equação de regressão entre o Mn (em ppm) na planta (X) e a produção (em g/vaso) (Y) temos :

$$1^\circ \text{ ensaio } Y = 23,36 - 0,073 X \quad r = -0,8742 \quad n = 16 \text{ (eq. 4.108)}$$

$$2^\circ \text{ ensaio } Y = 19,83 - 0,077 X \quad r = -0,8498 \quad n = 12 \text{ (eq. 4.109)}$$

verificando-se que o decréscimo provocado na produção pelo aumento da concentração de Mn na planta foi idêntico nos dois ensaios. A diferença da ordenada na origem resultará da diferença no tamanho dos vasos e na duração do período de crescimento dos dois ensaios.



Os valores apresentados para a concentração de Mn na planta, não atingem os valores normalmente apresentados como tóxicos para a cultura do trigo, cujo limite é normalmente cerca de 350 ppm (Agronomy Department-Purdue University-dados não publicados; Ohki 1985). No entanto estes limites da concentração são normalmente determinados em folhas jovens. Assim, os valores por nós determinados para toda a planta à floração tem de ser multiplicados por cerca de 3 para serem comparáveis aos valores apresentados como tóxicos para folhas jovens.

### 5.3 CONCLUSÕES DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE 1982/83 a 1984/85

A análise dos dados até agora apresentados permite-nos tirar as seguintes conclusões :

1- A relação negativa entre a produção e a precipitação de Outono-Inverno para os anos de ensaio, só é válida para o Solo Litólico.

2- O efeito negativo da precipitação já estava definido à floração da cultura, numa época em que a profundidade de crescimento da raiz em termos de fornecimento de água à planta não é importante.

3- A variação espacial do crescimento da cultura, que é típica destes solos em Invernos húmidos, não pode ser explicada pela variação espacial da toalha freática.

4- O crescimento da cultura expresso em termos da altura das plantas esteve correlacionado de uma forma negativa e altamente significativa com o pH do horizonte A, positiva e significativa com o teor do solo em Mg e negativa e igualmente significativa com o teor do solo em Mn, de acordo com determinações feitas no campo.

5- O efeito depressivo da precipitação de Outono-Inverno permanece no Solo Litólico após a passagem do Inverno e as diferenças no crescimento da cultura entre zonas de bom e mau crescimento deste solo ou entre o crescimento do trigo no Solo Litólico e no Barro pode ser explicada, na quase totalidade, por variações na concentração de Mn na planta, de acordo com ensaios realizados em vasos.

Estas conclusões permitem-nos levantar a hipótese de o mecanismo principal da redução de crescimento e mortalidade das plantas verificadas

no Solo Litólico durante um Inverno húmido ser a toxicidade de Mn. As variações espaciais que ocorrem devem-se sobretudo a variações do pH, cuja influência na quantidade de Mn solúvel é superior à do teor de Mn do solo, sabendo-se que há um acréscimo de 100 vezes de  $Mn^{2+}$  na solução do solo pela diminuição de 1 unidade do pH ( Tisdale e outros 1975; Ponnamparuma 1984; Leerper 1970). A variação espacial do teor de Mn e de outros iões cuja absorção interfere com a do Mn como seja o Mg (Wallace 1961), podem contribuir também para explicar a variação espacial do crescimento. Sobre o que ainda nada se pode concluir é a forma como a precipitação influencia a toxicidade de Mn, a que é devida a variação espacial do pH e de como desaparecem, ou pelo menos são aliviados, os efeitos negativos de um Inverno húmido no ano agrícola seguinte. Para confirmar a hipótese levantada e dar resposta a estas questões deu-se início a diferentes ensaios no ano agrícola de 85/86 cujos resultados passamos a apresentar e a discutir.

#### 5.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE 1985/86

##### 5.4.1 3º ENSAIO EM VASOS

Em Outubro de 1985 realizou-se um ensaio em vasos com os seguintes objectivos :

1- Estudar o efeito do encharcamento no Solo Litólico e no Barro e no caso do Solo Litólico o efeito numa zona de bom crescimento (debaixo da azinheira) e de mau crescimento em Invernos húmidos.

2- Estudar o efeito da aplicação de carbonato de cálcio e nutrientes em cada um dos solos e a sua interacção com o encharcamento (ver 3.2.2.5).

3- Saber se o efeito negativo do Inverno húmido, em particular a toxicidade de manganês, continuava presente na zona de mau crescimento do Solo Litólico após a passagem do Verão. Uma diferença importante se operou no solo desta zona: enquanto que em Maio o pH em água tinha sido de 4,5-4,6, a terra do mesmo local recolhida em Setembro apresentou um pH de 5,4 em água. Quanto ao pH do solo debaixo da azinheira permaneceu idêntico entre Maio (5,5-6,1) e Setembro (5,9-6,0). Esta variação do pH do Solo

Litólico fora da influência da azinheira foi por nós detectada em outras circunstâncias que relataremos mais adiante (ver 4.2.4.3 e 4.2.4.5.2).

QUADRO 4.78

SOLOS	MÉDIAS g/vaso	NUTRIENTES	MÉDIAS g/vaso	ENCHARCAMENTO	MÉDIAS g/vaso
Barro	3,5 a	N1	3,2 a	E0	3,1 a
Lit. Deb. Az.	3,5 a	N2	3,0 a	E1	3,1 a
Lit. Zona Má	2,4 b				

ANALISE DA VARIANCIA

Encharcamento	$F_{(1,30)} = 0,33$ n.s
Solos	$F_{(2,30)} = 49,40$ ***
Nutrientes	$F_{(1,30)} = 2,82$ n.s
Solos x Nutrientes	$F_{(2,30)} = 24,36$ ***
Solos x Encharcamento	$F_{(2,30)} = 2,30$ n.s
Nutrientes x Encharcamento	$F_{(1,30)} = 1,83$ n.s
Solos x Nutrientes x Encharcamento	$F_{(2,30)} = 9,29$ ***

5.4.1.1 Encharcamento

Verificamos que o encharcamento imposto de baixo para cima, sem lavagem do solo, não causou redução da produção de matéria seca/vaso, possivelmente devido à elevada concentração de nutrientes existentes no solo. Este resultado vem confirmar os de 84/85 relativos ao pequeno efeito do nível da toalha freática sobre o crescimento do trigo.

5.4.1.2 Nutrientes

A aplicação de carbonato de cálcio e nutrientes não afectou, para a média dos outros tratamentos, o crescimento das plantas.

5.4.1.3 Solos

A diferença entre solos foi altamente significativa devido a um menor crescimento das plantas no tratamento Solo Litólico da zona má. Duas

observações são importantes. A primeira diz respeito às diferenças relativas entre o tratamento Solo Litólico-zona má e o tratamento Solo Litólico-debaixo da azinheira neste ensaio e nos ensaios em vasos anteriores. Enquanto que no ensaio anterior os vasos com terra debaixo da azinheira produziram cerca de 10 vezes mais, neste ensaio produziram cerca de 1,5 vezes mais. A segunda observação diz respeito à mesma taxa de crescimento das plantas a crescer nos vasos com Barro e com Solo Litólico-debaixo da azinheira.

#### 5.4.1.4 SOLOS X NUTRIENTES

QUADRO 4.79

	Barro	Solo Litólico	
		Deb. Azin.	Zona Má
	g/vaso	g/vaso	g/vaso
N1	3,4 b	3,8 a	1,9 d
N2	3,6 ab	3,1 b	2,9 c

Esta interacção foi altamente significativa, verificando-se que a aplicação da calagem e solução nutritiva não afectou o crescimento no Barro, aumentou-o no Solo Litólico da zona má tendo-o diminuído no debaixo da azinheira.

#### 5.4.1.5 SOLOS X ENCHARCAMENTO

QUADRO 4.80

	Barro	Solo Litólico	
		Deb. Azin.	Zona Má
	g/vaso	g/vaso	g/vaso
E0	3,6 a	3,4 a	2,4 b
E1	3,3 a	3,5 a	2,4 b

Esta interacção não foi significativa, pelo que não se pode afirmar que o encharcamento afectou o crescimento.

#### 5.4.1.6 NUTRIENTES X ENCHARCAMENTO

QUADRO 4.81

	N1	N2
	g/vaso	g/vaso
E0	3,0 a	3,3 a
E1	3,1 a	3,1

Esta interacção não foi significativa.

#### 5.4.1.7 SOLOS X NUTRIENTES X ENCHARCAMENTO

QUADRO 4.82

	BARRO		LITÓLICO DEB. AZ.		LITÓLICO ZONA MÁ	
	N1	N2	N1	N2	N1	N2
	g/vaso	g/vaso	g/vaso	g/vaso	g/vaso	g/vaso
E0	3,8 a	3,6 b	3,4 bc	3,4 bc	1,8 e	2,9 cd
E1	3,0 cd	3,6 b	4,2 a	2,8 d	1,8 e	2,9 cd

Esta interacção foi altamente significativa, verificando-se que o efeito da aplicação conjunta de carbonato de cálcio e nutrientes no crescimento das plantas dependeu do tipo de solo, tendo-o feito aumentar no Barro em situação de encharcamento e no Solo litólico-zona má em ambas as situações.

#### 5.4.1.8 ANÁLISE FOLIAR

Em relação à análise foliar apresentamos apenas os valores relativos ao manganês, por ter sido o único nutriente cuja concentração na planta esteve significativamente correlacionado com a produção em matéria seca por vaso.

QUADRO 4.83

TRATAMENTO	PROD.	Mn	TRATAMENTO	PROD.	Mn	TRATAMENTO	PROD.	Mn
	g/vaso	ppm		g/vaso	ppm		g/vaso	ppm
Lit. deb. az.	3,6	100,8	Lit. zona	1,9	330,8	Barro	3,9	52,9
N1 E0	3,3	98,6	má N1 E0	2,2	351,2	N1 E0	3,8	50,2
	3,4	101,4		1,4	250,9		3,8	50,6
	3,3	117,0		1,8	340,8		3,5	47,7
Média	3,4	104,4	Média	1,8	318,4	Média	3,8	50,4
N2 E0	3,5	106,7	N2 E0	3,0	170,3	N2 E0	3,8	40,7
	3,3	97,9		2,8	123,2		3,9	42,8
	3,5	93,5		3,1	181,4		3,2	46,7
	3,4	97,0		2,8	141,5		3,3	37,0
Média	3,4	98,8	Média	2,9	154,1	Média	3,6	41,8
N1 E1	4,0	145,2	N1 E1	2,1	405,4	N1 E1	2,6	29,8
	3,9	133,0		1,6	408,1		3,4	58,5
	3,7	182,0		1,8	529,7		3,1	31,2
	5,3	90,4		2,2	454,9		3,1	67,0
Média	4,2	137,6	Média	1,9	449,5	Média	3,1	46,6
N2 E1	3,0	104,1	N2 E1	2,7	260,6	N2 E1	3,4	39,2
	2,7	122,1		3,5	246,7		4,2	27,1
	2,7	133,1		3,1	219,2		3,2	28,5
	2,9	122,9		2,4	292,2		3,4	30,3
Média	2,8	120,6	Média	2,9	254,7	Média	3,6	31,3

Se calcularmos os coeficientes de correlação entre a concentração de Mn na planta e a produção obtemos o valor de  $r=-0,7184$  ( $n=48$   $p<0,001$ ) para a totalidade dos valores e de  $r=-0,7343$  ( $n=12$   $p<0,001$ ) usando os valores médios por tratamento. Para este ensaio a correlação entre estas duas variáveis não aumentou com a utilização da média dos tratamentos.

A produção por vaso pode ser expressa pela seguinte equação:

$$Y = 37,5 - 0,004 X \quad r = -0,7182 \quad n-1=47 \quad (Y \text{ g/vaso}) \quad (X \text{ ppm})$$

#### 5.4.2 EFEITO DA LAVAGEM NO pH DO SOLO

No ensaio anterior verificou-se que a limitação severa ao crescimento das plantas no Solo Litólico-zona má tinha desaparecido ou, pelo menos, sido aliviada após a passagem do Verão. Observou-se também que o pH em água do solo tinha subido de 4,5-4,6 em Maio de 85 para 5,4 em Setembro. Pareceu-nos pois fundamental perceber porque se dá esta variação no tempo do pH. Para o efeito realizou-se em Outubro de 1985 um pequeno ensaio em laboratório, com o objectivo de se estudar o efeito da lavagem no pH do Solo Litólico, tanto da zona má como debaixo da azinheira, com o solo colhido em Setembro de 85. Encheram-se dois tubos de polietileno com 70 cm de altura e 15 cm de diâmetro com solo de cada uma das zonas, tendo-se humedecido o solo por ascensão capilar. Em seguida procedeu-se à sua lavagem aplicando água destilada a uma taxa lenta através de uma agulha a fim de se garantir um fluxo em condições não saturadas. O solo foi lavado por um volume de água correspondente a 3 vezes o volume da coluna, o que teria correspondido em termos de precipitação a 2100 mm, o que se pode considerar uma lavagem brutal. Mediu-se o pH de cada uma das colunas antes de se iniciar a lavagem e a intervalos regulares durante esta, assim como o pH da água de drenagem.

QUADRO 4.84

	pH DO SOLO EM ÁGUA	
	coluna com solo debaixo azinheira	coluna com solo zona má
T0	6,1	5,5
T1	6,2	5,5
T2	6,1	5,4
T3	6,1	5,5
	pH DA ÁGUA DE DRENAGEM	
T1	7,3	7,3
T2	7,6	6,6
T3	7,6	6,6

O pH da água destilada utilizada foi de 6,4. Verificamos assim que a lavagem não foi capaz de provocar a diminuição do pH do solo em

nenhuma das duas situações. No entanto, voltou-se em Novembro ao mesmo local em que se tinha colhido o solo da zona má em Setembro e o pH do solo tinha novamente descido para valores que variaram entre 4,5 e 4,6. A flutuação no tempo do pH do solo no campo voltou assim a verificar-se, parecendo que esta variação não pode ser atribuída à lavagem.

#### 5.4.3 49 ENSAIO EM VASOS

No início de 86 tivemos a oportunidade de realizar por 6 semanas, ensaios na Estação Experimental de Rothamsted, ao abrigo do programa de cooperação científica das comemorações do tratado de Windsor, tirando partido das facilidades aí existentes em termos de câmaras de crescimento e apoio laboratorial. Para a realização destes ensaios fizemos transportar para esta Estação amostras de Solo Litólico colhido nas seguintes situações: zona má em Set/85; zona má em Nov/85; debaixo da azinheira em Set/85, tendo sido seleccionadas como zona má e zona debaixo da azinheira, os mesmos locais de aonde se tinha recolhido terra para os ensaios anteriores. Aquando da colheita do Solo Litólico zona má em Set/85 já tinham ocorrido 5 mm de precipitação. O solo foi armazenado em sacos de plástico, não se tendo procedido à sua secagem. O pH do solo em água era então 5,4. Em Jan/86, quando se realizaram os ensaios em Rothamsted, o pH desta mesma terra tinha descido para 4,7, tendo a terra colhida em Nov/85 apresentado o mesmo valor. A terra debaixo da azinheira que apresentava um pH em água de 5,9 aquando do seu armazenamento, apresentou um valor de 5,6 na época de realização dos ensaios.

Os objectivos deste ensaio eram avaliar :

1- As diferenças no crescimento das plantas nestas três condições.

2- O efeito da lavagem e do encharcamento.

O delineamento experimental utilizado, os tratamentos efectuados e o seu código estão descritos no capítulo materiais e métodos (ver 3.2.2.6).



QUADRO 4.85

MAT. SECA			Mn NA PLANTA	MAT. SECA			Mn NA PLANTA
	g/vaso		ppm		g/vaso		ppm
S1 L0 E0	0,323 d		402,56	S2 L1 E0	0,090 e		526,87
S1 L0 E1	0,236 d		460,91	S3 L0 E0	1,156 a		90,42
S1 L1 E0	0,050 e		*	S3 L0 E1	0,863 b		102,90
S2 L0 E0	0,265 d		446,72	S3 L1 E0	0,488 c		90,12
S2 L0 E1	0,196 d		485,42	* amostra demasiado pequena para análise			

Os resultados mostram que :

1- Não é o encharcamento o responsável pela diferença entre o crescimento da zona má (S1 e S2) e da zona boa (S3) do Solo Litólico.

2- O encharcamento só reduziu o crescimento nos vasos com solo debaixo da azinheira, sugerindo que em S1 e S2 um factor limitante mais grave se impôs ao efeito do encharcamento.

3- A lavagem tem um efeito depressivo na produção muito superior ao do encharcamento. O seu efeito não pode ser atribuído nem à lavagem de azoto, pois a sua aplicação foi feita posteriormente à lavagem, nem à diminuição do pH do solo que se manteve constante antes e depois da lavagem.

4- A diferença relativa entre o crescimento das plantas em S2 e S3 sem lavagem e sem encharcamento foi maior que no terceiro ensaio em vasos em que o solo das mesmas duas zonas foi utilizado. As plantas em S3 cresceram 4,36 vezes mais neste ensaio em comparação com 1,88 vezes no 3º ensaio em vasos. Isto sugere que a diminuição do pH do solo S2 durante o seu armazenamento teve um efeito depressivo no crescimento.

5- Para as plantas em S1 e S2 a concentração de Mn nas folhas atingiu níveis tóxicos e a sua concentração na planta explica 76% da variação do crescimento. Se deixarmos de fora os tratamentos S3 com lavagem ou com encharcamento, a concentração de Mn passa a explicar 99% da variação do crescimento, o que permite aceitar não ser a toxicidade de Mn a reduzir o crescimento no caso do solo debaixo da azinheira.

#### 5.4.4 5º ENSAIO EM VASOS

Este ensaio foi planeado a fim de se saber se seria possível aliviar o efeito depressivo sobre o crescimento das plantas da diminuição

do pH do solo, que ocorre algum tempo após o seu humedecimento, e da lavagem através da calagem e da aplicação de uma solução nutritiva. O delineamento experimental utilizado, os tratamentos experimentados e o seu código estão descritos no capítulo materiais e métodos (ver 3.2.2.7).

QUADRO 4.86

LAVAGEM	MÉDIAS	CALAGEM	MÉDIAS	NUTRIENTES	MÉDIAS
	g/vaso		g/vaso		g/vaso
L0	1,16 a	C0	0,94 b	N1	0,68 b
L1	1,04 b	C1	1,26 a	N2	1,52 a

ANÁLISE DA VARIANÇIA

Lavagem	$F_{(1,7)} = 15,92$ **
Calagem	$F_{(1,7)} = 60,46$ ***
Nutrientes	$F_{(1,7)} = 289,30$ ***
Lavagem x Calagem	$F_{(1,7)} = 3,16$ n.s.
Lavagem x Nutrientes	$F_{(1,7)} = 5,30$ p < 7%
Calagem x Nutrientes	$F_{(1,7)} = 2,33$ n.s.
Lav x Cal x Nut	$F_{(1,7)} = 8,25$ *

Verificamos que a lavagem diminui a produção e que a calagem e a aplicação da solução nutritiva aumentaram o crescimento, tendo sido o efeito desta mais acentuado.

#### 5.4.4.1 LAVAGEM X CALAGEM

QUADRO 4.87

	L0	L1
	g/vaso	g/vaso
C0	1,06 ab	0,82 b
C1	1,26 a	1,26 a

Apesar desta interacção não ter sido significativa, verifica-se que a calagem se torna mais importante quando o solo sofreu lavagem.

#### 5.4.4.2 LAVAGEM X NUTRIENTES

QUADRO 4.88

	L0	L1
	g/vaso	g/vaso
N1	0,85 b	0,52 b
N2	1,47 a	1,56 a

Apesar desta interação não ser significativa, nota-se que a aplicação da solução nutritiva mais que compensou o efeito da lavagem.

#### 5.4.4.3 CALAGEM X NUTRIENTES

QUADRO 4.89

	C0	C1
	g/vaso	g/vaso
N1	0,48 c	0,89 b
N2	1,40 a	1,64 a

Esta interação não é significativa. No entanto a aplicação conjunta dos dois tratamentos tem um efeito maior que a aplicação de cada um separadamente.

#### 5.4.4.4 LAVAGEM X CALAGEM X NUTRIENTES

QUADRO 4.90

	L0.	L1	
	g/vaso	g/vaso	
C0 N1	0,70 cd	0,26 d	testemunha g/vaso
C0 N2	1,42 ab	1,38 ab	Da N2 1,70
C1 N1	1,00 bc	0,78 cd	
C1 N2	1,53 a	1,74 a	

Esta interação foi significativa. Verifica-se que a aplicação da solução nutritiva foi mais eficiente que a calagem, principalmente quando o solo sofreu lavagem. Nesta circunstância, a aplicação simultânea dos dois tratamentos mais que compensa o efeito da lavagem, aumentando o

crescimento das plantas para o mesmo nível da testemunha (solo debaixo da azinheira).

#### 5.4.4.5 ANÁLISE FOLIAR

Em relação à análise foliar apresentamos os valores relativos aos teores na planta de Mn e Mg, pois ambos apresentaram coeficientes de correlação significativos com o crescimento das plantas.

QUADRO 4.91

TRAT.	PROD.	Mn	Mg	TRAT.	PROD.	Mn	Mg	TRAT.	PROD.	Mn	Mg
	g/vaso	ppm	ppm		g/vaso	ppm	ppm		g/vaso	ppm	ppm
L1C1N2	1,76	39,1	1522	LOC1N2	1,57	50,0	1520	L1CON2	1,31	116,8	1718
	1,73	27,2	1745		1,49	53,2	1841		1,46	155,3	2162
Média	1,74	33,2	1634	Média	1,53	51,6	1680	Média	1,38	136,0	1940
LOCON2	1,42	211,9	2093	LOCON1	0,87	300,4	745	L1C1N1	0,66	89,9	636
	1,41	185,5	2182		0,53	302,2	606		0,91	66,4	701
Média	1,42	198,7	2138	Média	0,70	301,3	676	Média	0,78	78,2	668
LOC1N1	0,96	66,6	563	L1CON1	0,24	310,3	386	D.A.N2	1,70	51,5	2007
	1,03	91,7	645		0,28	529,4	533		1,70	56,2	2170
Média	1,00	79,2	604	Média	0,26	419,8	460	Média	1,70	53,8	2088

Se estabelecermos a correlação entre a concentração de Mn na planta (ppm) e a produção (g/vaso), obtemos o valor de  $r=-0,7304$  ( $n-1=17$   $p<0,001$ ) mas trabalharmos com a média dos tratamentos não melhora esta correlação. No entanto, se deixarmos de fora os tratamentos C1N1, ou seja, aqueles em que se adicionou carbonato de cálcio e como outros nutrientes apenas azoto, fósforo e potássio, este coeficiente de correlação é de  $r=-0,9100$  ( $n-1=14$   $p<0,001$ ). Para os tratamentos C1N1 verificamos que apesar de os níveis de Mn na planta terem baixado para valores normais, bem abaixo dos níveis tóxicos, o aumento do crescimento das plantas foi inferior ao esperado. Parece assim que nesta circunstância outro ou outros factores se revelaram limitantes.

Se estabelecermos o coeficiente de correlação entre a concentração de Mg na planta e a produção obtemos o valor de  $r=+0,8626$  ( $n-1=17$   $p<0,001$ ), havendo assim a indicação de que a deficiência de Mg terá

sido o ou um dos factores a limitarem a produção, particularmente nos tratamentos C1N1.

#### 5.4.4 APRECIACÃO CONJUNTA DAS ANÁLISES FOLIARES DO 3º 4º e 5º ENSAIOS EM VASOS

QUADRO 4.92

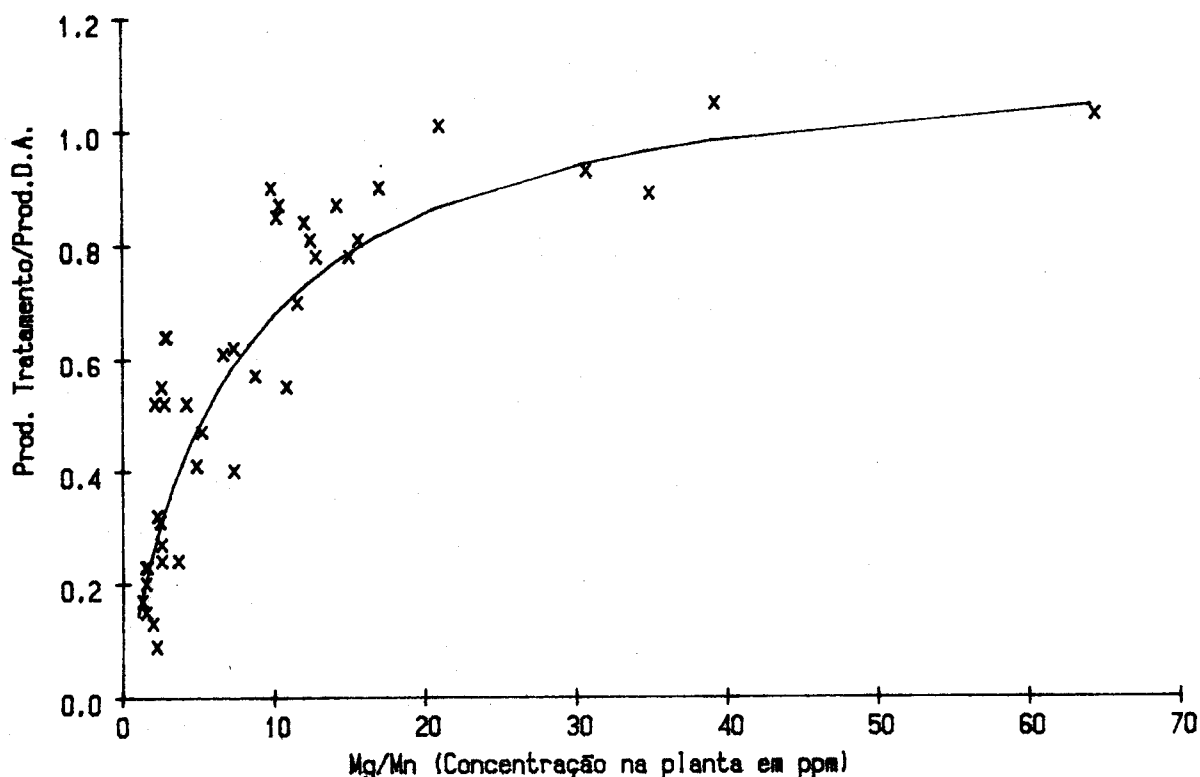
ENSAIO	TRATAMENTO	PROD. TRAT./ PROD. D.A.	Mg/Mn	ENSAIO	TRATAMENTO	PROD. TRAT./ PROD. D.A.	Mg/Mn	
3º	Ma N1 E0	0,54	2,31	4º	S1 L0 E0	0,30	2,18	
		0,63	2,54			0,26	2,30	
		0,40	4,61			S2 L0 E0	0,23	3,42
		0,51	3,94				0,23	2,30
3º	Ma N2 E0	0,86	10,10	5º	L1 C1 N2	1,04	38,93	
		0,80	15,30			1,02	64,15	
		0,89	16,70	5º	L0 C0 N2	0,84	9,88	
		0,80	12,16			0,83	11,76	
3º	Ma N1 E1	0,60	6,34	5º	L0 C1 N1	0,56	8,45	
		0,46	4,93			0,61	7,03	
		0,51	1,85	5º	L0 C1 N2	0,92	30,40	
		0,63	2,64			0,88	34,60	
3º	Ma N2 E1	0,77	12,48	5º	L0 C0 N1	0,51	2,48	
		1,00	20,68			0,31	2,01	
		0,89	9,56	5º	L1 C0 N1	0,14	1,24	
		0,69	11,29			0,16	1,01	
4º	S2 E1	0,22	1,34	5º	L1 C0 N2	0,77	14,71	
		0,19	1,27			0,86	13,90	
4º	S1 E1	0,12	1,68	5º	L1 C1 N1	0,39	7,07	
		0,22	1,19			0,54	10,56	
4º	S1 L1	0,08	1,94					

Para este estudo deixámos de fora os resultados do 1º e 2º ensaios em vasos por as plantas terem sido colhidas após o espigamento e, assim, num estágio vegetativo muito diferente dos restantes ensaios, o que tem grande influência na concentração dos diversos nutrientes na planta. Como o factor ou factores limitantes ao crescimento das plantas, uma vez

eliminada a toxicidade de Mn só se faz sentir no Solo Litólico-zona má, é com os dados relativos às plantas a crescerem neste tipo de solo que iremos trabalhar.

No terceiro e quinto ensaios em vasos verificámos que a correlação negativa entre o crescimento das plantas e o seu teor em Mn tornou-se menos acentuada. O quinto ensaio revelou que a adição de carbonato de cálcio, sem outros nutrientes que não o azoto, fósforo e potássio, elimina a toxicidade de Mn mas o crescimento das plantas não aumenta o esperado, e que a deficiência de Mg terá sido o ou um dos factores limitantes. No entanto, nos outros dois ensaios tal relação não se verifica. Contudo, se analisarmos a relação entre a razão da concentração na planta de Mg/Mn para as plantas a crescerem em Solo Litólico-zona má nos três ensaios (X) e a produção (expressa em termos da produção no Solo Litólico-debaixo da azinheira) (Y), obtemos a seguinte equação como a que melhor se ajusta:

$$Y = X / (6,15 + 0,86 X) \quad F_{(1, 33)} = 312,46 \quad r^2 = 0,89 \quad p < 0,001$$



Verificamos que a razão Mg/Mn, dos teores destes nutrientes na planta, é capaz de explicar 89% da variação da produção de matéria seca das plantas em Solo Litólico-zona má nos três ensaios, quer em situações em que o crescimento foi nitidamente dominado pela toxicidade de manganês, quer em situações em que o nível de Mn na planta se apresentou normal. Parece assim que o Mg é o nutriente que é necessário adicionar à calagem neste solo, a fim de permitir que, uma vez eliminada a toxicidade de Mn, a planta consiga atingir taxas de crescimento idênticas às que se obtêm no Solo Litólico-debaixo da azinheira que, como vimos atrás, são idênticas às obtidas nos Barros. Mas a aceitarmos esta correlação altamente significativa entre o crescimento da planta e a sua concentração relativa Mg/Mn podemos levantar a hipótese de que a absorção de Mg não só diminuirá a absorção de Mn à semelhança do encontrado por outros autores (Wallace 1961), mas também permitirá a absorção de maiores quantidades de manganês antes de este se tornar tóxico. Em relação a esta hipótese não encontramos nenhuma referência bibliográfica. Parece-nos pois ser um aspecto muito interessante a analisar e para o qual já temos um ensaio delineado, assim como para verificar se o Mg é realmente o nutriente a adicionar à calagem.

#### 5.4.5 SEGUNDO ENSAIO DE CAMPO

Este ensaio teve início no ano agrícola de 1985/86, ano para o qual analisaremos os resultados.

##### 5.4.5.1 PRODUÇÃO

QUADRO 4.93

MÉDIAS (kg/ha)		MÉDIAS (kg/ha)		C0	C1	C2	
C0	640 b	S0	860 a	S0	510 b	800 b	1270 a
C1	940 ab	S1	1060 a	S1	770 b	1080 a	1330 a
C2	1300 a						

##### ANÁLISE DA VARIÂNCIA

Calagem	$F_{(2, 93)} = 7,45 *$
Micronutrientes	$F_{(1, 93)} = 1,22$ n.s.
Cal. x Mic.	$F_{(2, 93)} = 0,14$ n.s.

Podemos verificar que a calagem aumentou significativamente a produção e que a aplicação foliar da solução nutritiva, embora tendo aumentado a produção, não o fez de forma significativa. De acordo com os ensaios em vasos, a aplicação da solução nutritiva tem um efeito mais acentuado que o da calagem. A diferença poderá ter resultado do facto de, no ensaio de campo, a aplicação de nutrientes ter sido foliar. Assim, a competição pela absorção entre o manganés e outros iões como o ferro, zinco e magnésio não se verificou.

#### 5.4.5.2 EVOLUÇÃO DO pH DO SOLO (0-20cm) EM ÁGUA

QUADRO 4.94

	9/11/85	30/11/85	25/3/86
C0 S0	5,6	5,0	5,1
C0 S1	5,6	5,1	5,0
C1 S0	5,6	5,2	5,3
C1 S1	5,6	5,2	5,2
C2 S0	5,6	5,3	5,4
C2 S1	5,4	5,3	5,2

A aplicação de carbonato de cálcio foi feita no dia 12 de Novembro e a sementeira no dia 26 do mesmo mês. É de notar que à semelhança do que tínhamos verificado com a terra armazenada em sacos e utilizada nos ensaios em vasos, o pH do solo em situação de campo também baixou.

Se estabelecermos uma equação de regressão entre o pH em água (X) após a sementeira (30/Nov.) com a produção em kg/ha (Y), obtemos:

$$Y = - 12464 + 2590 X \quad F_{(1,42)} = 34,47 \quad p \leq 0,01 \quad r = 0,947 \quad r^2 = 0,90$$

Vemos assim que 90% da variação da produção pode ser explicada pela variação do pH. A pouca influência da aplicação da solução nutritiva sobre o crescimento da cultura poderá ter resultado não só do facto de a sua aplicação ter sido foliar, como também de a variação ocorrida no pH do solo, entre os diferentes tratamentos, se ter situado numa faixa relativamente baixa deste.



#### 5.4.5.3 TOALHA FREÁTICA

Em relação à toalha freática apenas há a referir que não se detectou a sua presença durante o período em que a cultura permaneceu no campo. Assim, as produções relativamente baixas verificadas neste ensaio e a diferença entre tratamentos não podem ser explicadas por condições de encharcamento.

#### 5.4.6 CONCLUSÕES DOS RESULTADOS DE 1985/86

A análise dos resultados apresentados revelou claramente que a toxicidade de Mn é o factor limitante mais severo ao crescimento do trigo no Solo Litólico. A diminuição da produção com o aumento da precipitação de Inverno é consequência, primeiramente, da lavagem do solo. Efeitos depressivos adicionais podem resultar do desenvolvimento de condições de redução. Esta hipótese é confirmada pelos 3º, 4º e 5º ensaios em vasos. No terceiro ensaio o encharcamento imposto sem lavagem não teve efeito depressivo no crescimento das plantas e no quarto ensaio o seu efeito foi bem menos acentuado que o da lavagem.

A absorção de manganês a níveis tóxicos pela planta parece ser consequência de:

1- Valores baixos do pH que se verificam neste solo, particularmente após o seu humedecimento no Outono;

2- Deficiência de outros iões cuja absorção iniba a absorção de Mn.

A importância do pH no desenvolvimento da toxicidade de Mn é reconhecida por vários autores (Leeper 1970; Ponnamparuma 1980; Ohki 1985) e confirmada quer pelos ensaios em vasos, quer pelo ensaio no campo. A importância da presença de outros iões que inibam a absorção de Mn é largamente citada na bibliografia (Wallace 1961; Tisdale e outros 1975) e confirmada pelo 5º ensaio em vasos. Dos diversos iões susceptíveis de diminuir a absorção de Mn, o Mg é um dos candidatos. A elevada percentagem da variação do crescimento explicada pela razão Mg/Mn na planta sugere a hipótese, ainda não verificada, de a absorção de Mg poder aumentar a tolerância da planta ao Mn.

O terceiro ensaio em vasos mostra que o efeito negativo de um Inverno húmido no crescimento do trigo no Solo Litólico desaparece após a passagem do Verão. A elevação natural do pH que se verifica durante o Verão é certamente uma das causas como o prova o quarto ensaio em vasos, aonde a diminuição do pH afectou drasticamente o crescimento. A ascensão capilar à camada superficial de iões susceptíveis de inibirem a absorção de Mn é uma hipótese a considerar, conforme sugerem as reduções adicionais do crescimento provocadas pela lavagem no quarto e quinto ensaios em vasos.

Quanto à causa da variação anual do pH, o presente trabalho não permite uma conclusão. No entanto, a sua diminuição parece não poder atribuir-se à lavagem. Uma hipótese será a da libertação de ácidos húmicos resultantes da decomposição dos resíduos vegetais durante os ciclos de humedecimento e secagem do solo no Outono. As variações espaciais poderão resultar de variações do poder tampão do solo que, dado o seu baixo teor em argila, será muito influenciado pelo seu teor em matéria orgânica.

Os ensaios em vasos e o ensaio no campo provam que a aplicação de carbonato de cálcio, nas zonas más do Solo Litólico, não é por si só, suficiente para se atingirem taxas de crescimento da cultura idênticas às verificadas neste solo debaixo da azinheira. A adição de outros nutrientes que não o azoto, fósforo e potássio torna-se necessária, sendo o magnésio um candidato provável.

## 6 CONCLUSÕES FINAIS

Os ensaios de Beja, realizados na Herdade Experimental da Almocreva, permitem-nos tirar as seguintes conclusões em relação à produção de trigo nos Barros:

1- Aumentos da produção são possíveis quer através de incrementos da produção total de matéria seca, quer pelo aumento do "índice de colheita".

2- O atraso da data de sementeira para o segundo ou terceiro decêndios de Dezembro aumenta a produção por melhorar a distribuição de assimilatos em relação ao grão, particularmente para a variedade Mara. Esta melhoria do "índice de colheita" parece resultar de um aumento da proporção de matéria seca e área fotossintética acima do nó da folha estandarte. Para além deste aumento da área fotossinteticamente activa para o enchimento do grão, o atraso da data de sementeira parece ter aumentado a eficiência dessa área pois aumentou as variáveis ULR e NAR.

3- O atraso da data de sementeira exige um aumento da adubação azotada, mas provoca uma maior eficiência na resposta às doses mais elevadas. A dose óptima de azoto dependeu da data de sementeira, da variedade e da precipitação de Inverno.

4- A adubação azotada aumentou a produção de grão por aumentar a produção total de matéria seca. Aumentos futuros da produção de grão por esta via parecem estar dependentes da obtenção de elevadas populações produtivas à colheita. O número de espigas/área à colheita dependeu da taxa de sobrevivência, a qual não foi afectada pela adubação azotada. O aumento da densidade de sementeira, apesar de ter aumentado a população emergida, não afectou a população produtiva por um efeito negativo na taxa de sobrevivência. Esta parece assim estar dependente de um ou mais factores limitantes. O estudo destes factores afigura-se-nos como muito importante e outros nutrientes que não o azoto e fósforo, são candidatos prováveis.

5- A utilização de variedades com um período de enchimento do grão curto parece ser um factor importante de adaptação às nossas condições ambientais, pelo menos no respeitante à estabilidade das produções. Para estas variedades e neste solo, parece não existir deficiência hídrica grave durante o enchimento do grão.

6- O único efeito negativo da precipitação de Inverno que conseguimos detectar na produção de trigo nos Barros, foi a lavagem do azoto. A adubação azotada que conduz à produção máxima pode ser estimada pela precipitação ocorrida nos seis decêndios após a sementeira.

Os ensaios de Évora, realizados na Herdade Experimental da Mitra (e com amostras neles colhidas e trabalhadas na Estação Experimental de Rothamsted), permitem-nos tirar as seguintes conclusões em relação à produção de trigo nos Solos Litólicos (Pg):

1- A precipitação de Inverno tem um efeito negativo muito acentuado na produção de trigo nestes solos. Este efeito não é devido à lavagem do azoto e está definido à floração da cultura.

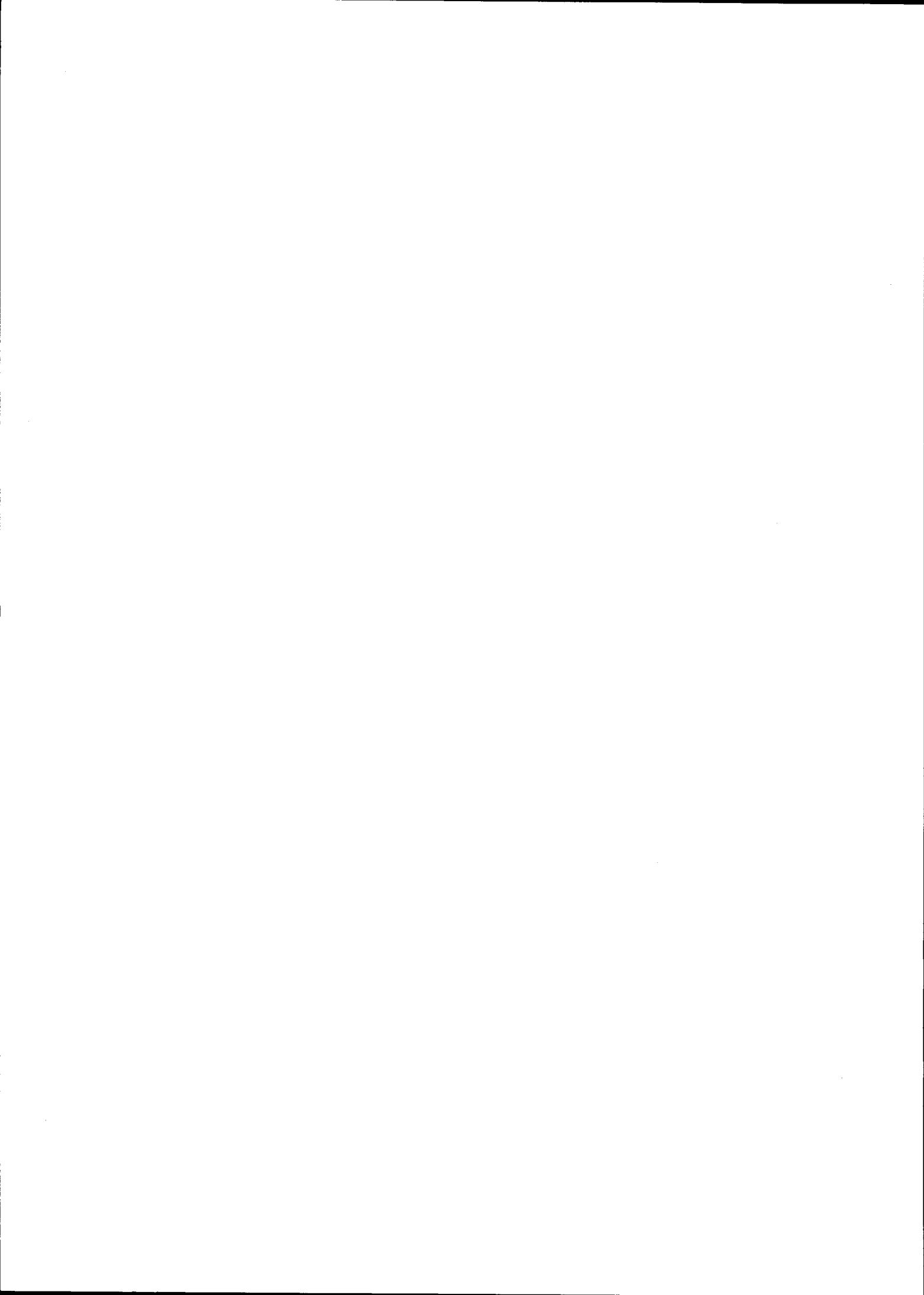
2- A toxicidade de Mn é o factor limitante mais severo ao crescimento do trigo no Solo Litólico. A absorção de Mn a níveis tóxicos é consequência do baixo pH do solo e da pequena concentração de outros iões que inibam a sua absorção, como o Mg.

3- A diminuição da produção com o aumento da precipitação de Inverno é consequência, primeiramente, da lavagem do solo. Efeitos depressivos adicionais podem resultar do desenvolvimento de condições de redução.

4- A aplicação de carbonato de cálcio e de um ou mais dos outros nutrientes utilizados para além do N,P e K, não só resolvem o problema da toxicidade de Mn como promovem o crescimento da cultura do trigo a taxa idênticas às que se verificam neste solo debaixo de azinheira que, por sua vez, são semelhantes às taxas de crescimento do trigo em Barros. O estudo do(s) nutriente(s) a juntar à calagem e à adubação N,P,K, é da maior importância e o Mg é um candidato muito provável. Os ensaios por nós realizados sugerem a hipótese de este nutriente, para além de inibir a absorção de Mn, vir a permitir permitir a absorção de maiores quantidades de Mn antes de este se tornar tóxico.

A primeira conclusão a tirar da comparação conjunta dos resultados experimentais nos dois locais de ensaio é que a diferença na produtividade do trigo nestes dois solos não parece poder atribuir-se a diferenças no armazenamento de água. A nutrição mineral pode justificar a maior produção da cultura do trigo nos Barros, sendo a toxicidade de Mn o factor limitante à produtividade do trigo no Solo Litólico. A possibilidade de se atingirem taxas de crescimento idênticas nos dois solos depende da eliminação da toxicidade de Mn no Solo Litólico e da adição de outro ou outros nutrientes que, uma vez eliminada essa toxicidade, se tornem limitantes. Após se resolverem os problemas nutritivos e se atingirem taxas de crescimento idênticas nos dois solos, é natural que diferenças na produção de grão se revelem devidas a diferenças na capacidade de armazenamento de água útil.

A explicação normalmente apontada para o efeito negativo da precipitação de Inverno na produtividade da cultura do trigo em Portugal não é válida, pelo menos para estes dois solos e nos anos de ensaio. No Barro a produção aumentou com a precipitação de Inverno e o único efeito negativo detectado foi a lavagem de azoto, o que está de acordo com o normalmente citado na bibliografia. No Solo Litólico o aumento da precipitação de Inverno diminui a produção por agravar a toxicidade de Mn. Este efeito é primeiramente devido à lavagem do solo e, em seguida, a condições de redução.



## 7 BIBLIOGRAFIA CITADA

- AITKEN Y. (1966)- *Flower Initiation in Relation to Maturity in Crop Plants III. the Flowering Response of Early and Late Cereal Varieties to Australian environments.*- Aust. J. Agric. Res., 17: 1-15
- ALMEIDA L.A.V. de (1966) - *A Lavagem do Azoto dos Adubos Azotados Pelas Aguas das Chuvas num Solo Granítico* - Anais do I.S.A., 27:263-288
- ALVES J.A. (1979)- *Efeito dos Adubos Azotados Sobre o Peso e o Teor de Azoto do Grão, a Exportação e a Recuperação do Azoto Aplicado na Cultura do Trigo.*- Ministerio de Agricultura e Pescas, INIA, Oeiras
- AMORES-VERGARA E. e CARTWRIGTH P.M. (1984)- *Effects of Short Periods of Expose to High Temperature on the Phenology and Shoot Apex Development of Wheat C.V.Sonora 64.*- Aust. J. Agric. Res., 35: 139-148
- ANGUS J.F. e OUTROS (1981)- *Phasic Development in Field Crops II. Thermal and Photoperiodic Responses of Spring Wheat.*- Field Crops Research 4: 269-283
- ARMSTRONG A.C. (1978)- *The Effect of Drainage Treatments on Cereal Yields: Results From Experiments on Clay Lands.*- J. Agric. Sci. Camb., 91:229-235
- ASANA R.D. e OUTROS (1958a)- *Studies in Physiological Analysis of Yield III. The Rate of Grain Development in Wheat in Relation to Photosynthetic Surface and Soil Moisture.*- Physiologia Plantarum, Vol II: 655-665
- ASANA R.D. E OUTROS (1958b)- *Studies in Physiological Analysis of Yield IV. The Influence of Soil Drought on Grain Development, Photosynthetic Surface and Water Content of Wheat.*- Physiologia Plantarum Vol II: 666-674
- ASANA R.D. WILLIAMS R.F. (1965)- *The Effect of Temperature Stress on Grain Development in Wheat.*- Aust. J. Agric. Res., 16: 1-13

- ASPINAL D. e OUTROS (1964)- *The Effects of Soil Moisture Stress on the Growth of Barley I - Vegetative Development and Grain Yield.*  
-Aust. J. Agric. Res., 15: 729-745
- ASPINAL D. (1965)- *The Effect of Soil Moisture Stress on the Growth of Barley II - Grain Growth.*- Aust. J. Agric. Res., 16: 265-275
- AZEVEDO A.L. (1973)- *Evolução do Teor em Matéria Orgânica de Solos Sujeitos a Diferentes Tratamentos* - Anais do I.S.A., Lisboa.
- BARLOW E.W. e OUTROS (1980)- *Water Relations of the Developing Wheat Grain.*  
Aust. J. Plant Physiol., 7: 519-525
- BEGG J.B. e TURNER N.C. (1976)- *Crop Water Deficits*- Ad. Agronomy, vol 28:  
161-207
- BIGINGER F. e OUTROS (1977)- *Contribution of Store Pre-anthesis Assimilate to Grain Yield in Wheat and Barley* - Nature, vol 270: 431-433
- BINGHAM J. (1967)-*Investigations on the Physiology of Yield in Winter Wheat*, by Comparasion of Varieties and by Artificial Variation in Grain Number per Ear - J. of Agr. Sci. Camb., 411-422
- BINGHAM (1971)- *Physiological Objectives in Breeding for Grain Yield in Wheat* - in *The Way Ahead in Plant Breeding* - Proceeding of the sixth congress of Eucarpia, Cambrige, Ed. LUPTON F.G.H., JENKINS Ge JENKINS R. pp 15-29
- BHULLAR S.S. e JENNER C.F. (1983)- *Response to Brief Periods of Elevated Temperature in Ears and Grains of Wheat* - Aust. J. Plant Physiol. 10: 549-560
- BISCOE P.V. e GALLAGHER J.N. (1977)- *Wheather, Dry Matter Production and Yield* - in *Environmental Effects on Crop Physiology* Ed. por J.J. LANDSBERG e C.V.CUTTING, Academic Press, 75-100
- BLACK A.L. e AASE J.K. (1982) - *Yield Component Comparison Between USA e USSR Winter Wheat Cultivares* - Agron. Journal, 74: 436-441
- BLACKLOW W.M. e INCOLL L.D. (1981)- *Nitrogen Stress of Winter Wheat Changed the Determinants of Yield and the Destribution of Nitrogen and Total Dry Matter During Grain Filling* - Aust. J. Plant Physiol., 8: 191-200



- BROOKS A. e OUTROS (1982)- *Effects of Water Deficit on Endosperm Starch Granules and on Grain Physiology of Wheat and Barley* - Aust. J. Plant Physiol., 9: 423-436
- CANNEL R.Q. e OUTROS (1980)- *Effects of Waterlogging at Different Stages of Development on the Growth and Yield of Winter Wheat* - J. Sci. Food Agric., 31: 117-132
- CAMPBELL C.A. e OUTROS (1968) - *Influence of Air Temperature, Light Intensity and Soil Moisture on the Growth, Yield and Some Growth Analysis Characteristics of Chinook Wheat Grown in the Growth Chambers* - Can. J. Plant Sci., 48: 229-311
- CAMPBELL C.A. e OUTROS (1969) - *Influence of Moisture Stress, Relative Humidity and Oxygen Diffusion on Seed Set and Yield of Wheat* - Can. J. Plant Sci., 49: 29-37
- CARDOSO J.V. de CARVALHO (1965) - *Os Solos de Portugal-Sua Classificação, Caracterização e Génese 1- A Sul do Rio Tejo* - Direcção Geral Dos Serviços Agrícolas, Lisboa.
- CARVALHO M.J.G.P.R. (1978)- *A Produção de Trigo e o Clima nos Distritos de Évora, Beja e Portalegre* - Inst. Superior de Agronomia, Relatório Final de Curso, Lisboa.
- CONNOR D.J. (1975) - *Growth, Water Relations and Yield of Wheat* - Aust. J. Plant Physiol., 2: 353-366
- COOK M.G. e EVANS L.T. (1978) - *Effect of Relative Size and Distance of competing Sinks on the Distribution of Photosynthetic Assimilates in Wheat* - Aust. J. Plant Physiol., 5: 495-509
- DARWINKEL A. (1978) - *Patterns of Tillering and Grain Production of Winter Wheat at a Wide Range of Plant Densities* - Neth. J. Agric. Sci., 26: 383-398
- DEWEY W.G. e ALBRECHTSEN R.S. (1985)-*Tillering Relationships Between Spaced and Densely Sown Population of Spring and Winter Wheat* - Crop Science, 25: 245-249
- DONALD C.M. (1963)- *Competition Among Crop and Pasture Plants*- Adv. Agron., 15: 1-118
- DONALD C.M. e HANBLIIN J. (1976)- *The Biological Yield and Harvest Index of Cereal as Agronomic and Plant Breeding Criteria* - Adv. Agron., 28: 361-405



- DOUGHERTY C.T. e OUTROS (1975a) - *Levels of Water soluble Carbohydrate in Pre-anthesis Ear of Wheat and Grain Set Per spikelet* - N. Z. Journal Agric. Res., 18: 351-356
- DOUGHERTY C.T. e OUTROS (1975b) - *Effects of Sowing Rate, Irrigation and Nitrogen on the Components of Yield of Spring Sown Semi-dwarf and Standart New Zeland Wheats* - N.Z. journal Agric. Res., 18: 197-207
- DOWNES R.W. (1970) - *Effect of Ligth Intensity and Leaf Temperature on Photosynthesis and Transpiration in Wheat and Sorghum* - Aust. J. Biol. Sci., 23: 775-782
- DUNSTONE R.L. e OUTROS (1973) - *Photosynthetic Characteristics of Modern and Primitive Wheat Species in Relation to Ontogeny and Adaptation to Light* - Aust. J. Biol. Sci., 26: 295-307
- EPSTEIN E. (1972) - *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Prespectives* - John Wiley and Sons, N.Y.
- EVANS J.R. (1983) - *Nitrogen and Photosynthesis in the Flag Leaf of Wheat (Triticum Aestivum L.)* - Pant Physiol., 72: 297-302
- EVANS L.T. e RAWSON H.M. (1970) - *Photosynthesis and Respiration by the Flag Leaf and Components of the Ear During Grain Development in Wheat* - Aust. J. Biol. Sci., 23: 245-254
- EVANS L.T. e OUTROS (1970) - *The Phoem of the Wheat Stem in Relation to Requirements for Assimilates by the Ear* - Aust. J. Biol. Sic., 23: 743-752
- EVANS L.T. e DUNSTONE R.L: (1970) - *Some Physiological Aspects of Evolution in Wheat* - Aust. J. Biol. Sci., 23: 725-741
- EVANS L.T. (1973) - *The Effect of Light on Plant Growth, Development and Yield* - in Plant Response to Climatic Factores, Proceedings of the Uppsala Symposium, Ed. R.O. Slatyer
- EVANS L.T. (1975) - *The Physiological Basis of Crop Yield* - in Crop Physiology Ed. L.T. Evans, Cambrige University Press, Cambrige
- EVANS L.T. e WARDLAW F. (1976) - *Aspects of the Comparative Physiology of Grain Yield in Cereals* - Ad. Agron., Vol 28: 301-359

- EVANS L.T. (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 Crop Res., 1: 5--19
- FARIS D.G. e DE PAUW R.M. (1980/81) - *Effect of Seeding Rate on Growth and Yield of Three Spring Wheat Cultivars* - Field Crop Res., 3: 289-301
- FIGUEIREDO F.E. DE ALMEIDA (1919) - *Observações e Estudos Efectuados no Laboratório de Physica Agricola e no Campo Experimental Meteorológico do Instituto Superior de Agronomia (1914 a 1918)* - Tipographia Castro Irmão, Lisboa
- FISCHER R.A. e KOHN G.D. (1966) - *The Relationship Between Evapotranspiration and Growth in the Wheat Crop* - Aust. J. Agric. Res., 17: 255-267
- FISCHER R.A. (1973) - *The Effect of Water Stress at Various Stage of Development on Yield Processes in Wheat* - in Plant Response to Climatic Factores, Proceeding of the Uppsala Symposium, Unesco
- FISCHER R.A. e AGUILAR I.M. (1976) - *Yield Potential in a Dwarf Spring Wheat and the Effect of Carbon Dioxide Fertilization* - Agron. Journal, 68: 749-752
- FISCHER R.A. e MAURER O.R. (1976) - *Crop Temperature Modification and Yield Potential in a Dwarf Spring Wheat* - Crop Science, 16: 855-859
- FISCHER R.A. e OUTROS (1977) - *Irrigation of Dwarf Wheats in Yaqui Valley of Mexico* - Expl. Agric., 13: 353-367
- FISCHER R.A. e STOCKMAN Y.M. (1980) - *Kernel Number per Spike in Wheat (Triticum Aestivum L.): Response to Preanthesis Shadin* - Aust. J. Plant Physiol., 7: 169-180
- FISCHER R.A. e STOCKMAN Y.M. (1982) - *Kernel Number in Wheat: Efect of Light-Agronomy Australia*, Proceeding of the 2<sup>o</sup> Australian Agronomy Conference, Aust. Society of Agronomy
- FISCHER R.A. (1983) - *Growth and Yield of Wheat* - in Proc. Symp. Potencial Productivity of Field Crops Under Different Environments, Set 1982, IRRI, Los Baños, Philippines
- FISHER R.A. (1924) - *The Influence of Rainfall on Yield of Wheat at Rothamsted* - Phil. Trans. Soc., Ser B, 213: 89-142

- FOWLER D.B. (1983) - *Influence of Date of Seeding on Yield and Other Agronomic Characters of Winter Wheat and Rye Grown in Saskatchewan* - *Can. J. Plant Sci.*, 63: 109-113
- FRAZAO (1943) - *As Chuvas de Inverno e o Rendimento Cultural do Trigo* - *Anais do I.S.A.*, 14: 189-200
- FRANK A.B. e BAUER A. (1982) - *Effect of Temperature and Fertilizer N on Apex Development in Spring Wheat* - *Agron. Journal*, 74: 504-509
- FRAZER J. e OUTROS (1982) - *Dynamics of Tiller Population of Standart Heigh and Semi-dwarf Wheats* - *New Zealand J. Agric. Res.*, 25: 321-328
- FOY C.D. e OUTROS (1973) - *Opposite Aluminum and Manganese Tolerances of two Wheat Varieties* - *Agron. Journal*, 65: 123-126
- FRENCH R.J. e SCHULTZ J.E. (1984) - *Water Use Efficiency of Wheat in a Mediterranean-Type of Environment I. the Relation Between Yield, Water Use and Climate* - *Aust. J. Agric. Res.*, 35: 743-764
- FRENCH R.J. e SCHULTZ J.E. (1984) - *Water Use Efficiency of Wheat in a Mediterranean-Type of Environment II. Some Limitation to Efficiency* - *Aust. J. Agric. Res.*, 35: 765-775
- FRIEND D.J.C. e OUTROS (1963) - *The Effect of Ligth Intensity and Temperature on Floral Initiation and Inflorescence Development of Marquis Wheat* - *Can. J. of Botany*, 41: 1663-1674
- FRIEND D.J.C. (1965) - *Ear Lenght and Spikelet Number of Wheat Grown at Different Temperatures and Light Intensities* - *Can. J. of Botany*, 43: 345-353
- GALES K. e WILSON N.J. (1981) - *Effects of Water Shortage on the Yield of Winter Wheat* - *Ann. Appl. Biol.*, 99: 323-324
- 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
- GALIL A. e AHMED A.G. (1977) - *Sowing Dates of Wheat in Northen Sudan* - *Expl Agric.*, 13: 401-407

- GALLAGHER e OUTROS (1976) - *Effects of Drought on Grain Growth* - Nature, 264: 541-542
- GENT M.P.N. e OUTROS (1977) - *Comparason of Canopy and Flag Leaf Net Carbon Dioxide Exchange of 1920 and 1977 New York Winter Wheats* - Crop Science, 25: 81-86
- GIFFORD R.M. (1977) - *Growth Pattern, Carbon Dioxide Exchange and Dry Weight Distribution in Wheat Growing Under Differing Photosynthetic Environments* - Aust. J. Plant Physiol., 4: 99-110
- GIFFORD R.M. (1981) - *Photosynthesis Carbon partitioning and Yield* - Ann. Rev. Plant Physiol., 32:485-509
- GOETZE N.R. (1981) - *Growing Winter Wheat On Poorly Drained Soil* - Oregon State University-Extension Service, Fs 269 July
- GOTT M.B. (1961) - *Flowering of Australian Wheats and its Relaiion To Frost Injury* - Aust. J. Agric. Res. 547-565
- HALSE N.J. e OUTROS (1969) - *An Analysis of the Effects of Nitrogen Deficiency on the Growth and Yield of Western Australian Wheat crop* - Aust. J. Agric. Res., 20: 987-998
- HALSE N.J. e WEIRE R.N. (1970) - *Effects of Vernalization, Photoperiod and Temperature on Phenological Development and Spikelet Number of Australian Wheat* - Aust. J. Agric. Res., 21: 383-393
- HANG A.E. e MILLER D.E. (1983) - *Wheat Development as Affected by Deficit, High Frequency Sprinkler Irrigation* - Agr. Journal, 75: 234-239
- HAMMES P.S. e MARSHALL R.J. (1986) - *Effect of Photoperiod and Temperature on the Development of Three Cultivares of Wheat (Triticum Aestivum L.)* - Field Crop Res., 3: 121-128
- HAVELKA V.D. e OUTROS (1984) - *CO<sub>2</sub> Enrichement Effects on Wheat Yield and Physiology* - Crop Science, 24: 1163-1168
- HERZOG H. (1982) - *Relation of Source and Sink During Grain Filling Period in Wheat and Some Aspects of its Regulation* - Physiol. Plant., 56: 155-160
- HOCHMAN Z. (1982) - *Effect of Water Stress With Phasic Development on Yield of Wheat Grown in a Semi-Arid Environment* - Field Crop Res., 5: 55-67
- HOLLIDAY R. (1960) - *Plant Population and Crop Yield. Part I* - Field Crop Abstr., 13: 159-167

- HOOKER M.L. e OUTROS (1983) - *The Effect of Irrigation Timing on Yield and Yield Components of Winter Wheat* - Can. J. Plant Sci., 63: 815-823
- HOUBA V.J.G.e OUTROS (1986) - *Inorganic Chemical Analysis of Plant Tissue: Possibilities and Limitations* - Neth. J. Agric. Sci., 34: 449-456
- HOUSLEY T. e OUTROS (1982) - *Dry Matter Accumulation in Soft Red Winter Wheat Seeds* - Crop Science, 22: 290-294
- HUBER D.M. e OUTROS (1968)- *Effect of Nitrogen Fertilization on Take-All of Winter Wheat* - Phytopathology, 58: 1470-1472
- HUBER D.M. (1972) - *Spring Versus Fall Nitrogen Fertilization and Take-All of Spring Wheat* - Phytopathology, 62: 434-436
- HUBER D.M. e OUTROS (1980) - *Response of Winter Wheat to Inhibiting Nitrification of Fall Applied Nitrogen* - Agr. Journal, 72: 632-636
- HUDSON J.F. (1963) - *Nutrients in Soils* - Ad. Agron., 15: 119-161
- HUNT R. (1978) - *Plant Growth Analysis* - Studies in Biology nº 96 , Edward Arnold, London
- HSU P. e WALTON P.D. (1971) - *Relationship Between Yield and Its Components and Structures Above Flag Leaf Node in Spring Wheat* - Crop Science, 11: 190-193
- JAKOULEV N.N. (1973) - *Agrometeorological Factors Influencing Spring Wheat Yield and Grain Quality in the Union of Soviet Socialist Republics* - in Plant Response to Climatic Factors. Proc. Uppsala Symp. Ed R.O SLATYER, Unesco
- JARRIGE R. (1980) - *Alimentation Des Ruminants* - Inst. Nat. R. Agron.
- JARRETT R.E. (1981) - *Planting Methods and Planting Dates- Small Grain Production Guide* - The North Carolina Agriculture Extension Service, SGPG nº4
- JENNER C.F. (1980) - *Effects of Shading or Removing Spikelets in Wheat: Testing Assumption* - Aust. J. Plant Physiol., 7: 113-121
- JOHNSON R.C. e KANEMAS E.T. (1982)- *The Influence of Water Availability on Winter Wheat Yields* - Can. J. Plant Sci., 62: 831-838
- JOSEPH K.D.S.M. e OUTROS (1985) - *Row Spacing and Seeding Rate Effects on Yield and Yield Components of Soft Red Winter Wheat* - Agron. Journal, 77: 211-214

- KARATHANASIS A.D e OUTROS (1980) - *Relation of Soil Proprieties and Other Environmental Factor to Grain Yield and Quality of Winter Wheat Grown at International Sites* - Agron. Journal, 72: 329-336
- KING R.W. e OUTROS (1967) - *Effect of Assimilate Utilization on Photosynthesis Rate in Wheat* - Planta, 77: 261-276
- KIRBY E.J.M. (1967) - *The Effect of Plant Density Upon the Growth and Yield of Barley* - J. Agric. Sci. Camb., 68: 317-324
- LANGER (1974) - *How Grasses Grow* - Studies in Biology nº 34, Edward Arnold London
- LEEPER G.M. (1970) - *Six Trace Elements in Soils* - Melbourne University Press, Melbourne
- LEYSHON A.J. e SHEARD R.W. (1974) - *Influence of Short-Term Flooding on the Growth and Plant Nutrient Composition of Barley* - Can. J. Soil Sci., 54: 463-473
- MARSHALL B. e OUTROS (1980) - *Effect of a Water Stress on the Photosynthesis and Respiration of Wheat Ears* - Aust. J. Agric. Res., 31: 857-871
- MIDMORE D.J. e OUTROS (1982) - *Wheat in Tropical Enviroments. I Phasic Development and Spike Size* - Field Crop Res., 5: 185-200.
- MIDMORE D.J. e OUTROS (1984) - *Wheat in Tropical Enviroments. II Crop Growth and Grain Yield* - Field Crop Res., 8: 207-227.
- MILLINGTON R.J. (1961) - *Relation Between Yield of Wheat, Soil Factors and Rainfall* - Aust. J. Agric. Res., 12: 497-408
- MILTHORPE F.L. e MORBY J. (1979) - *An Introduction to Crop Physiology* - Cambrige University Press, 2ª edição
- MINISTERIO DE AGRICULTURA E PESCAS (1979) - *Semente Certificada de Trigos, Cevadas e Aveias - Notas Tecnicas e Principais Caracteristicas das Variedades em Cultura* - Oeiras
- MOHIUDDIN S.H. e CROY L.I. (1980) - *Flag Leaf and Peduncle Area Duration in Relation to Winter Wheat Grain Yield* - Agron. Journal, 72: 299-301
- MORGAN J.M. (1977) - *Changes in Diffusive Condutance and Water Potencial of Wheat Plants Before and After Anthesis* - Aust. J. Plant Physiol., 4: 75-86

- MOGENSEN V.O. (1980) - *Drought Sensivity at Various Growth Stage of Barley in Relation to Relative Evapotranspiration and water Stress* - Agron. Journal, 72: 1033-1038
- MUSICK J.T. e DUSEK D.A. (1980)- *Planting Date and Water Deficit Effects on Development and Yield of Irrigated Winter Wheat* - Agron. Journal, 72: 45-52
- NATURAL ENVIRONMENTAL RESEARCH COUNCIL - *Institute of Hidrology User's Handbook for the I.H. Neutron Probe System* - Report 79, 1981
- NEENAN M. (1960) - *The Effect of Soil Acidity on the Growth of Cereals With Particular Reference to the Differential Reaction of Varieties Thereto* - Plant and Soil XII, (4): 324-338
- NIX H.A e FITZPATRICK E.A. (1969)- *An Index of Crop Water Stress Related to Wheat and Grain Sorghum Yields* - Agricultural Meteorology, 6: 321-337
- OHKI K. (1985) - *Manganese Deficiency and Toxicity effects on Photosynthesis, chlorophyll and Transpiration in Wheat* - Crop Science, 25: 185-191
- O'LEARY G.L. e OUTROS (1985) - *Effect of Sowing Time on Growth Yield and Water use of Rain-fed Wheat in Wimmera, Vic.* - Aust. J. Agric. Res., 36: 187-196
- OLIVEIRA A. J. S. de (1955) - *Determinantes Meteorologicas da Produção Unitária de Trigo* - Separata da Lavoura Portuguesa, Lisboa
- PASSIOURA J.B. (1976)- *Physiology of Grain Yield in Wheat Growing on Stored Water* - Aust. J. Plant Physiology, 3: 559-565
- PINTHUS M.J. e MEIRI J. (1979) - *Effects of the Reversal of Day and Nighth Temperatures on Tillering and on the Elongation of Stems and Leaf Blades of Wheat* - Journal of Exp. Botany, 30: 319-326
- PONNAMPERUMA F.N. (1984) - *Effects of Flooding on Soils* - in *Flooding and Plant Growth* Ed. by T.T. Kozowski, Academic Press: 10-45
- PUCKRIDGE D.W. (1968) - *Competition for Ligth and its Effect on Leaf and Spikelet Development of Wheat Plants* - Aust. J. Agric. Res., 19: 191-201
- RAWSON H.M. (1970) - *Spikelet Number, its Control and Relation to Yield per Year in Wheat* - Aust. J. Biol. Sci., 23: 1-15
- RAWSON H.M. e EVANS L.T. (1970)- *The Pattern of Grain Growth Within the Ear of Wheat* - Aust. J. Biol. Sci., 23: 735-764



- RAWSON H.M. e EVANS L.T. (1971)- *The Contribution of Stem Reserves to Grain Development in a Range of Wheat Cultivars of Different Height* - Aust. J. Agr. Res., 22: 851-863
- RAWSON H.M. e BAGGA A.K. (1979) - *Influence of Temperature Between Floral Initiation and Flag Leaf Emergence on Grain Number in Wheat*- Aust. J. Plant Physiol., 391-400
- RICHARDS R.A. (1983) - *Manipulation of Leaf Area and its Effect on Grain Yield in Droughted Wheat* - Aust. J. Agric. Res., 34: 23-31
- RICKMAN R.W. e KLEPPER B.L. (1980) - *Wet Season Aeration Problems Beneath Surface Mulches in Dryland Winter Wheat Production* - Agron. Journal, 72: 733-736
- RITCHIE J.T. (1974) - *Atmospheric and Soil Water Influences on the Plant Water Balance* - Agricultural Meteorology, 14: 183-198
- ROGER M.G. e EVANS L.T. (1981) - *Photosynthesis, Carbon Partitioning and Yield* - Ann. Rev. Plant Physiol., 32: 485-509
- RUSSELL R.S. (1977)- *Plant Root Systems: Their Function and Interaction With the Soil* - McGraw-Hill Book Company, London
- SANDHU H.S. e OUTROS (1978)- *Response of Timely Sown and Late-Sown Wheat to Different Levels of Nitrogen* - Indian J. Agric. Sci., 48: 225-228
- SAYED H.I. e GADALLAH A.M. (1983) - *Variation in Dry Matter and Grain Filling Characteristics in Wheat Cultivars* - Field Crop Res., 7: 61-71
- SCOTT W.R. e OUTROS (1975) - *An Analysis of a Wheat Yield Depression Caused by High Sowing Rate With Reference to the Pattern of Grain Set Within the Ear* - N. Z. Journal Agric. Res., 18: 209-214
- SCOTT W.R. e OUTROS (1977) - *Development and Yield Components of High Yielding Wheat Crops* - N. Z. Journal Agric. Res., 20: 205-212
- SIEBEN W.H. (1964) - *Her Verband Tussen Outwatering en Opbrengst Bijde Songe Zavelgronden in de Noordoostpolder* - Van Zee Tot Land. Tjeenk Willink V, Zwolle, Netherlands, 40
- SIMPSON G.M. (1968) - *Association Between Grain Yield per Plant and Photosynthetic Area Above the Flag Leaf Node in Wheat* - Can. J. Plant Science, 48: 253-259

- SLATYER R.O. (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
- SLATYER R.O. (1973a) - *Effects of Short Periods of Water Stress on Leaf Photosynthesis* - in *Plant Response to Climatic Factors*. Proc. of the Uppsala Symposium, Ed by R.O. Slatyer, Unesco
- SLATYER R.O. (1973b) - *The Effect of Internal Water Stress on Plant Growth, Development and Yield* - in *Plant Response to Climatic Factors*. Proc. of the Uppsala Symposium, Ed by R.O. Slatyer, Unesco
- SMIKA D.E. e SHAVCROFT R.W. (1980) - *Preliminary Study Using a Wind Tunnel to Determine the Effect of Hot Wind on a Wheat Crop* - *Field Crop Res.*, 3: 129-135
- SOFIELD I. e OUTROS (1977) - *Factores Influencing the Rate and Duration of Grain Filling in Wheat* - *Aust. J. Plant Physiol.*, 4: 785-797
- STEINER J.L. e OUTROS (1985) - *Water Use, Foliage Temperature and Yield of Irrigated Wheat in South-Eastern Australia* - *Aust. J. Agric. Res.*, 36: 1-11
- STEFANOVSKII I.A. (1963) - *Resistance of Spring Wheat to Excess Moisture at Various Stages of Growth* - *Agrobiologiya*, 5: 778-779
- STOCKMAN Y.M. e OUTROS (1983) - *Assimilate Supply and Floret Development Within the Spike of Wheat (*Triticum Aestivum* L.)* - *Aust. J. Plant Physiol.*, 10: 585-594
- SUTTON B.G. (1983) - *The Importance of Sowing Time* - *Dryland Sowing Technology*, Australian Institute of Agricultural Science, AIAS Occasional Publication, n97
- SYME J.R. (1973) - *Quantitative Control of Flowering Time in Wheat Cultivares by Vernalization and Photoperiod Sensivities* - *Aust. J. Agric. Res.*, 24: 657-665
- TANEDO O.I. e OUTROS (1977) - *Response of Wheat to Date of Planting and Nitrogen Fertilization* - *Philippine J. Crop Sci.*, 2: 216-220
- TEAR I.D. e OUTROS (1982) - *Changes in Water Status During Water Stress at Different Stages of Development in Wheat* - *Physiologia Plantarum*, 55: 296-300

- TISDALE S.L. e OUTROS (1975) - *Soil Fertility and Fertilizers* - MacMillan Publishing Company, N.Y.
- THOMAS S.M. e THORNE G.N. (1975) - *Effect of Nitrogen Fertilizer on Photosynthesis and Ribulose 1,5-Diphosphate Carboxylase Activity in Spring Wheat in the Field* - J. Exp. Bot., 26: 43--51
- THORNE G.N. e OUTROS (1968) - *Growth, Development and Yield of Spring Wheat in Artificial Climats* - Ann. of Botany, 32: 425-446
- THORNE G.N. (1971) - *Physiological Factors Limiting Yields of Arable Crops* - in Potencial Crop Production Ed. J.P. Cooper e P.F. Wareing, London: 143-158
- THORNE G.N. (1974) - *Physiology of Grain Yield of Wheat and Barley* - Rothamsted Exp. Station, Report for 1973, part 2, 1974: 5-25
- VAN DER PAAUW F. (1972) - *Quantification of the Effects of Wether Conditions Priori to the Growing Season on Crop Yields* - Plant Soil, 37: 375-388
- VAN HOORN J.N. (1958) - *Results of a Ground Water Level Experimental Field With Arable Crops on a Clay Soil* - Neth. J. Agric. Sci., 6: 1-10
- YAP T.C. e HARVEY B.L. (1972) - *Relations Between Grain Yield and Photosynthetic Parts Above the Flag Leaf Node in Barley* - Can. J. Plant Sci., 52: 241-246
- YOSHIDA S. (1972) - *Physiological Aspects of Grain Yield* - Ann. Rev. Plant Physiol., 23: 437-464
- WALACE T. (1961) - *The Diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants by Visual Symptoms* - Her Majesty's Stationary Office, London
- WARDLAW I.F. (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
- WARDLAW I.F. e PORTER H.K. (1967) - *The Redistribution of Stem Sugars in Wheat During Grain Development* - Aust. J. Biol. Sci., 20: 309-318
- WARDLAW I.F. (1970) - *The Early Stages of Grain Development in Wheat: Response to Ligth and Temperature in a Single Variety* - Aust. J. Biol. Sci., 23: 765-774

- WARDLAW I.F. (1971) - *The Early Stages of Grain Development in Wheat: Response to Water Stress in a Single Variety* - Aust. J. Biol. Sci., 24: 1047-1055
- WARDLAW I.F. e OUTROS (1980) - *Factors Limiting the Rate of Dry Matter Accumulation in Grain of Wheat Grown at High Temperature* - Aust. J. Plant Physiol., 7: 387-400
- WATSON D.J. (1963) - *Climate, Weather and Plant Yield* - in Environmental Control of Plant Growth : 337-349 Ed. L.T.Evans, Academic Press, N.Y.
- WATSON E.R. e OUTROS (1976) - *Effect of Waterlogging on the Growth, Grain and Straw Yield of Wheat, Barley and Oats* - Aust. J. Exptl. Agric. An. Husb., 16: 114-122
- WIEGAND C.L. e CUELLAR J.A. (1981) - *Duration of Grain Filling and Kernel Weight of Wheat as Affected by Temperature* - Crop Science, 21: 95-101
- WILLEY R.M. e HEAT S.B. (1969) - *The Quantitative Relationship Between Plant Population and Crop Yield* - Adv. Agron., 21: 281-321
- WILLINGTON V.B.A. e BISCOE P.V. (1984) - *Growth and Development of Winter Wheat* - Brooms Exp. Station, ICI Agricultural Division, Financed Research Programme, Ann. Report n° 3
- WILLINGTON V.B.A (1985) - *Growth and Development of Winter Wheat* - Brooms Exp. Station, ICI Agricultural Division, Financed Research Programme, Ann. Report n° 4
- WOODRUFF D.R. (1983) - *The Effect of a Common Date of Either Anthesis or Planting on the rate of Development and Grain Yield of Wheat* - Aust. J. Agric. Res., 34: 13-22
- WOODRUFF D.R. e TONKES J. (1983) - *Relationship Between Time of Anthesis and Grain Yield of Wheat Genotypes With Differing Development Pattern* - Aust. J. Agric. Res., 34: 1-13

## 8. ANEXOS

### ANEXO 1 TEMP. MÉDIA DO AR - Évora

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	22,0	15,8	12,0	9,3
1983	9,7	8,6	14,0	12,4	14,0	21,5	20,8	22,2	23,8	19,0	14,4	10,7
1984	9,0	9,5	9,8	15,7	15,0	19,3	22,6	23,2	22,0	17,2	12,6	10,6
1985	7,7	11,5	10,6	14,2	14,6	17,9	22,4	22,8	24,4	19,6	12,6	10,5
1986	9,2	9,2	12,6	10,2	17,8	20,4	24,2	-	-	-	-	-

### ANEXO 2 MÉDIA DAS TEMP. MÁX. DO AR - Évora

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	27,6	20,1	16,0	12,3
1983	14,0	12,2	18,9	16,6	18,4	27,6	26,6	28,1	29,9	24,0	16,8	14,6
1984	11,8	13,5	13,6	19,8	21,3	24,8	30,1	30,0	29,1	22,4	15,7	13,7
1985	11,4	14,9	14,5	18,4	19,1	26,0	30,2	29,4	31,0	25,0	16,4	13,8
1986	12,8	12,2	15,5	14,0	23,9	27,3	31,5	-	-	-	-	-

### ANEXO 3 MÉDIA DAS TEMP. MÍN. DO AR - Évora

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	16,4	11,4	9,1	6,3
1983	5,4	5,1	9,1	8,2	9,6	15,4	15,1	16,3	17,6	13,9	11,9	6,8
1984	6,1	5,5	6,0	11,6	8,8	13,8	15,2	16,4	15,0	12,1	9,6	7,6
1985	4,0	8,1	6,8	9,9	10,1	9,8	14,6	16,2	17,7	14,2	8,9	7,2
1986	5,5	6,2	9,6	6,3	11,6	13,6	17,0	-	-	-	-	-

### ANEXO 4 PRECIPITAÇÃO MENSAL - Évora

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	52	18	90	46
1983	1	64	9	78	42	11	6	0	39	27	226	99
1984	32	11	92	71	55	64	1	1	4	80	122	100
1985	216	142	14	88	48	15	2	0	3	2	129	83
1986	58	173	18	74	24	2	0	-	-	-	-	-



ANEXO 5 TEMP. MÉDIA DO AR - BEJA

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	22,2	19,1	17,2	12,0
1982	10,3	10,8	13,0	14,8	17,8	21,1	21,9	24,5	22,3	16,5	12,7	9,1
1983	10,0	8,9	14,1	13,3	15,1	22,3	21,8	23,3	24,1	19,7	15,2	10,7
1984	9,1	9,3	10,5	15,7	13,5	20,0	23,6	23,9	22,2	17,6	13,1	10,8
1985	8,2	12,2	10,9	14,5	14,9	21,0	24,0	24,0	24,9	20,4	13,5	10,9
1986	9,1	9,7	11,0	10,7	18,5	21,4	25,3	-	-	-	-	-

ANEXO 6 MÉDIAS DA TEMP. MAX. DO AR - BEJA

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	28,7	25,0	23,2	15,7
1982	14,1	14,9	19,0	20,1	25,2	29,1	29,9	32,8	28,7	22,2	16,9	13,0
1983	15,0	13,5	20,2	18,6	21,0	30,0	29,1	30,7	31,4	25,5	18,2	15,0
1984	13,0	14,5	15,3	20,4	18,7	26,4	32,9	32,3	30,1	23,5	17,1	14,6
1985	12,6	15,7	16,2	19,7	20,9	28,6	32,7	33,4	32,6	27,3	18,3	14,9
1986	13,6	13,4	16,3	16,1	26,3	29,9	34,8	-	-	-	-	-

ANEXO 7 MÉDIAS DA TEMP. MIN. DO AR - BEJA

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	15,6	13,1	11,1	8,3
1982	6,5	6,6	7,0	9,5	10,4	13,1	13,9	16,2	15,9	10,8	8,4	5,3
1983	5,0	4,4	8,0	8,0	9,3	14,6	14,5	15,9	16,9	13,8	12,3	6,5
1984	5,3	4,2	5,6	11,1	8,2	13,6	14,4	15,6	14,3	11,6	9,2	7,0
1985	3,8	8,7	5,6	9,3	8,9	13,4	15,3	14,7	17,2	13,5	8,7	6,8
1986	4,6	6,1	5,7	5,3	10,7	13,0	15,8	-	-	-	-	-

ANEXO 8 PRECIPITAÇÃO MENSAL - BEJA

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	23	32	2	162
1982	83	58	43	57	6	1	8	13	40	10	108	31
1983	0	22	7	74	22	13	0	1	24	56	180	85
1984	34	14	53	121	62	29	0	1	8	61	109	58
1985	143	113	14	76	28	8	6	0	3	0	41	58
1986	31	28	31	68	22	0	0	-	-	-	-	-