



PRODUÇÃO E QUALIDADE PANIFICÁVEL DO TRIGO-MOLE: INFLUÊNCIA DOS STRESSES ABIÓTICOS DO CLIMA MEDITERRÂNIC

Portugal tem um dos menores graus de autoaprovisionamento de cereais da União Europeia (UE) e tem apresentado um contínuo decréscimo da área ocupada por estas culturas. Um dos fatores que tem contribuído para o seu decréscimo são os constrangimentos abióticos do clima mediterrânico do sul de Portugal, mais prejudiciais para a produtividade do que para a qualidade do trigo-mole.

Enquadramento

Portugal é um país deficitário em cereais com um dos menores graus de autoaprovisionamento da União Europeia (UE) e que tem apresentado um contínuo decréscimo da área ocupada por culturas cerealíferas: em 2024 apenas se semearam 18 568 hectares com trigo-mole (ANPROMIS, 2024), onde apenas 12% foram de regadio.

Esta situação é de tal maneira alarmante, que o setor, coordenado pelo GPP, se viu obrigado a desenvolver uma nova estratégia, a *Estratégia +CEREAIS*, que visa contribuir para o aumento do autoaprovisionamento dos cereais em Portugal, bem como da autonomia alimentar nacional.

O abandono destas culturas, em zonas tradicionalmente cerealíferas, tem-se devido à preferência por culturas permanentes mais rentáveis, como o olival ou o amendoal. Outro aspeto que tem contribuído para este decréscimo é a irregularidade do clima das zonas mediterrânicas, que afeta significativamente as produções, fortemente condicionadas pelos episódios de *stresses* abióticos, com duração, frequência e intensidade variáveis. No entanto, a qualidade do grão é tendencialmente menos afetada por estes fatores.

Para reverter esta tendência decrescente, é importante promover o aumento da estabilidade de produção dos cereais, através da utilização de variedades provenientes do melhoramento genético, mais adaptadas aos condicionalismos do clima mediterrânico do sul de Portugal, que apresentem

Ana Sofia Bagulho^{1,2}, Rita Costa^{1,2}, Nuno Pinheiro^{1,2},
Conceição Gomes¹, Mónica Caldeira¹, Armindo Costa¹,
Benvindo Maçãs^{1,2}

¹ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



² GeoBioTec



Figura 1 – Vista geral dos ensaios, INIAV-Elvas.

Tabela 1 – Especificações utilizadas na definição das classes de trigo-mole para panificação

Parâmetro	Melhorador	Panificável Superior	Corrente
Humidade (%)	Max. 13	Max. 13	Max. 14
Índice de Queda (s)	Min. 260	Min. 260	Min. 250
Hectolitro (kg/hl)	Min. 79	Min. 78	Min. 77
Proteína (%)	Min. 14	Min. 12,5	Min. 11
Alveograma W (E-4 J)	Min. 300	Min. 220	Min. 150
Alveograma P/L	0,5-1,0	0,5-1,2	0,5-1,2

W - força da massa, P/L - relação de equilíbrio entre a tenacidade e a extensibilidade da massa; Min - mínimo; Max - máximo.

simultaneamente bom potencial genético de qualidade para dar resposta aos padrões exigidos pela indústria. Na Tabela 1 apresentam-se as especificações industriais do trigo-mole destinado à panificação.

A rega é também uma ferramenta de apoio essencial à produção de cereais, já que permite manter as plantas em conforto hídrico, promovendo o seu correto desenvolvimento. Contribui para minimizar

os efeitos climáticos mais adversos e obter maiores valores de produção, embora a sua influência na qualidade do grão esteja menos estabelecida.

Neste trabalho pretendeu-se avaliar o efeito da variedade, do ano agrícola e do modo de condução do ensaio (sequeiro vs regadio) na produtividade e em diversos parâmetros de qualidade do trigo-mole, indicadores do rendimento em farinha (peso de mil grãos, hectolitro) e da sua qualidade tecnológica (teor proteico do grão, força, tenacidade e extensibilidade das massas).

Ensaio experimentais

Durante dois anos agrícolas, 2021/22 e 2022/23, instalou-se nos campos experimentais do INIAV-Elvas um ensaio em blocos casualizados com três repetições e dois fatores em estudo: variedade e irrigação (regadio vs sequeiro). No primeiro ano a sementeira foi realizada a 14/12/2021 e no segundo foi realizada a 24/01/2023, um pouco mais tarde devido às condições meteorológicas outonais. A densidade de sementeira foi de 350 grãos/m² e os ensaios decorreram com a aplicação de cerca

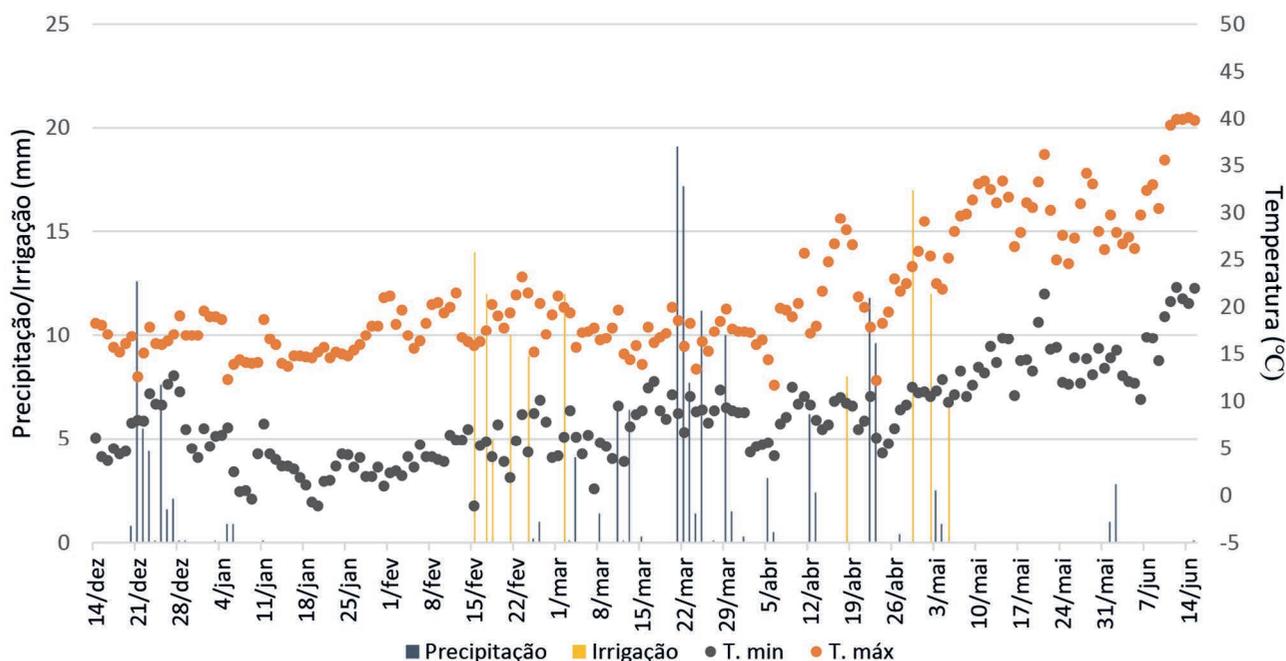


Figura 2 – Temperaturas e precipitação registadas em Elvas em 2021/22. Tmáx acima de 25 °C: 6 dias em abril e 28 dias em maio (dos quais 15 foram acima do 30 °C); Precipitação de inverno 40 mm (34,9 mm após a sementeira); Precipitação de primavera 125 mm; Regas 106 mm.

de 135 UN de azoto fracionadas numa aplicação de fundo e duas aplicações de cobertura.

Dos ensaios fizeram parte 6 variedades e linhas avançadas oriundas do programa de melhoramento de cereais do INIAV-Elvas (Almanson, Paiva, Reno, Roxo, TE1414, TE1518) e 4 variedades espanholas de elevada qualidade de acordo com a LVR – Lista de Variedades Recomendadas (Acorazado, Antequera, Galera, Valbona).

Clima nos dois anos agrícolas 2021/22 e 2022/23

Nas Figuras 2 e 3 apresentam-se as condições meteorológicas que ocorreram durante os dois anos: a distribuição intra-anual da precipitação, o registo diário das temperaturas máximas e mínimas ocorridas desde a sementeira dos ensaios até ao momento da sua colheita, bem como as regas suplementares realizadas no ensaio de regadio.

Em 2021/22, a precipitação entre dezembro (depois da sementeira) e junho foi de 167 mm. Durante o inverno (dez-fev) choveram apenas 40 mm, dis-

tribuídos essencialmente na 2.ª quinzena de dezembro, e na primavera (mar-mai), onde choveram 125 mm.

As médias mensais das temperaturas máximas nos meses de inverno foram 16,1 °C em dezembro, 15,7 °C em janeiro e 18,8 °C em fevereiro. Os meses primaveris foram considerados amenos, com médias mensais das temperaturas máximas a rondarem os 17,3 °C em março e os 20,6 °C em abril. Já o mês de maio foi muito quente, com a média das máximas a rondar os 30 °C e praticamente todo o mês com temperaturas máximas acima dos 25 °C. Pode considerar-se que as plantas sofreram stress hídrico durante o inverno e final da primavera, acompanhado por stress térmico na primavera, enquanto decorria o enchimento do grão.

Em 2022/23, a precipitação entre janeiro (depois da sementeira) e junho foi de 111 mm, mas este período foi precedido por elevada precipitação, essencialmente em dezembro, o que impediu a realização das sementeiras no período ideal. O fim do inverno foi seco, tal como a primavera: 40 mm de precipita-

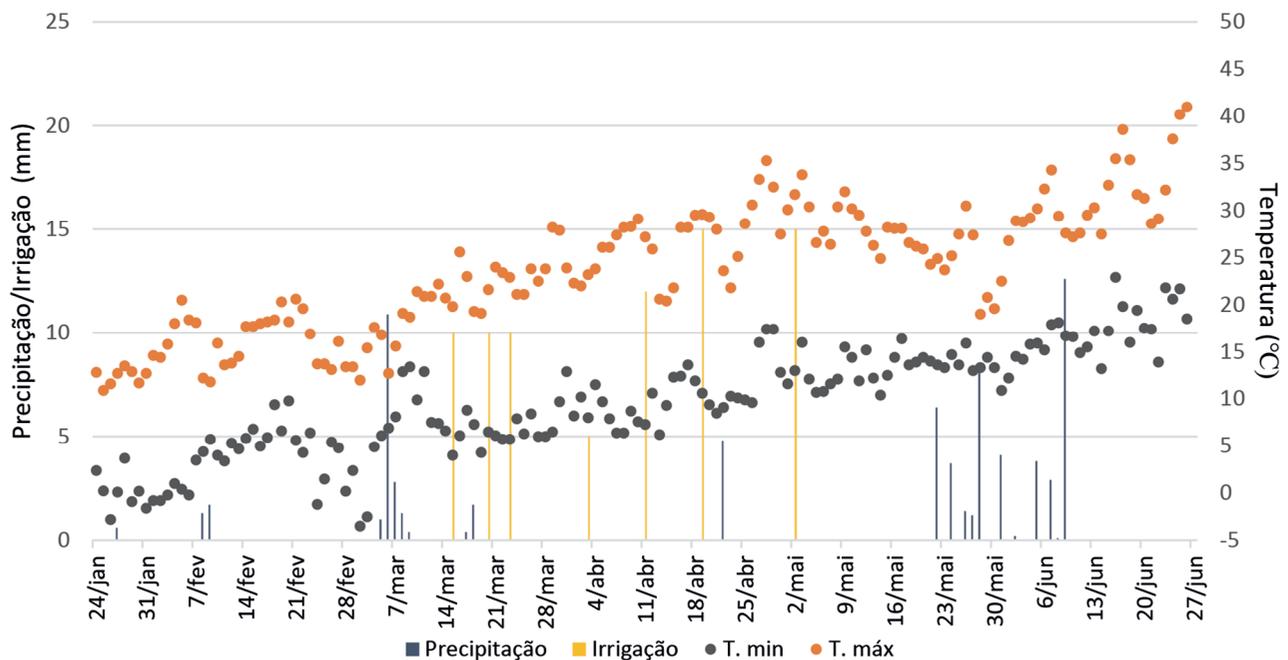


Figura 3 – Temperaturas e precipitação registadas em Elvas em 2022/23. Tmáx acima de 25 °C: 3 dias em março, 21 dias em abril (dos quais 4 foram acima do 30 °C) e 23 dias em maio (dos quais 8 foram acima do 30 °C); Precipitação de inverno 321 mm (111 mm após a sementeira); Precipitação de primavera 48 mm; Regas 77 mm.

ção em janeiro, 3 mm em fevereiro e apenas 48 mm entre março e maio.

O mês de dezembro foi ameno, enquanto os meses de janeiro e fevereiro foram mais frios. Já a primavera foi bastante quente: a média das temperaturas máximas em março foi de 20,6 °C, em abril de 26,8 °C e em maio de 27,0 °C, com mais de metade dos meses de abril e maio a apresentarem temperaturas máximas acima dos 25 °C. Pode considerar-se que as plantas sofreram stress hídrico e térmico durante a primavera, penalizando o correto desenvolvimento da parte vegetativa devido à sementeira tardia e do enchimento do grão.

Resultados

Da análise da Tabela 2, verifica-se que os três fatores estudados (genótipo, ano e irrigação) influenciaram significativamente o peso do hectolitro e a produção de grão. O genótipo e o ano foram os fatores que mais contribuíram para a variação do hectolitro, enquanto a irrigação foi o fator mais determinante para a variação da produção. O peso de mil grãos (PMG) apenas variou significativamente com o genótipo e a irrigação. A proteína do grão não foi afetada significativamente pelo ano nem pela irrigação, dependendo da variedade e de outros aspetos não estudados neste trabalho, como é o caso da adubação.

A interação significativa do genótipo com o ano para todos os parâmetros estudados (Tabela 2) mostra que o ano não afetou diretamente o PMG e a proteína, mas fê-lo indiretamente, pois os melho-

res genótipos variaram consoante o ano agrícola (Tabela 3): Acorazado e Antequera distinguiram-se com os maiores valores de PMG em 2021/22 e o Almansor em 2022/23; Acorazado e Roxo distinguiram-se com os maiores valores de hectolitro em 2021/22 e apenas o Roxo em 2022/23; Acorazado e TE1518 apresentaram os maiores valores de produção em 2021/22, enquanto em 2022/23 se destacou o TE1414; as variedades Valbona e Antequera distinguiram-se com os maiores teores proteicos em 2021/22, enquanto em 2022/23 se destacaram as variedades Antequera e Roxo. Estes resultados demonstram o quanto a irregularidade interanual dificulta a definição de um ideótipo adaptado aos condicionalismos climáticos do sul de Portugal.

A sementeira tardia e as condições climáticas extremas verificadas em abril e maio de 2022/23 influenciaram negativamente o valor médio de produção do ensaio (2139 kg/ha) que foi inferior ao de 2021/22 (2520 kg/ha) (Tabela 3). O inverso aconteceu com o peso do hectolitro, cujo valor médio do ensaio foi ligeiramente superior em 2022/23, mas cerca de metade das variedades não atingiram os mínimos exigidos pela indústria nos dois anos (Tabela 1), afetando o seu potencial de rendimento em farinha. As variedades Antequera, Paiva e Roxo foram exceções, com valores médios de hectolitro acima de 77 kg/hl nos dois anos (Tabela 3), o que demonstra a sua resiliência às condições meteorológicas ocorridas durante o desenvolvimento do grão e uma boa adaptação a este ambiente.

Tabela 2 – Análise de variância dos parâmetros estudados (PMG – peso de mil grãos, Hectolitro, Produção, Proteína). Apresentam-se os valores de F significativos

Parâmetro	F					
	G gl=9	Ano gl=1	Irrig gl=1	G x Ano gl=9	G x Irrig gl=9	Ano x Irrig gl=1
PMG (g)	7,1***	ns	9,7**	7,3***	ns	ns
Hectolitro (kg/hl)	33,4***	31,1***	15,5***	15,0***	ns	ns
Produção (kg/ha)	5,8***	17,7***	45,5***	3,1**	ns	ns
Proteína (%)	22,6***	ns	ns	3,9***	ns	ns

***, **, * Significância para P < 0,001, P < 0,01 e P < 0,05 respetivamente; n.s. – não significativo.

Tabela 3 – Efeito da variedade e da irrigação nos valores PMG – peso de mil grãos, Hectolitro, Produção e Proteína do grão, em cada ano agrícola

	PMG (g)		Hectolitro (kg/hl)		Produção (kg/ha)		Proteína (%)	
	21/22	22/23	21/22	22/23	21/22	22/23	21/22	22/23
VARIEDADE	***	***	***	***	**	***	***	***
ACORAZADO	31,9 ^a	27,4 ^{bc}	80,2 ^a	76,8 ^{c-e}	2976 ^a	2319 ^{ab}	15,8 ^{ab}	15,8 ^{bc}
ALMANSOR	27,3 ^{bc}	33,2 ^a	73,0 ^{de}	79,6 ^{ab}	1931 ^b	2130 ^{ab}	14,3 ^c	15,1 ^{cd}
ANTEQUERA	31,0 ^a	29,1 ^{bc}	77,7 ^{ab}	77,9 ^{b-d}	2080 ^b	1630 ^b	16,6 ^a	17,2 ^a
GALERA	26,7 ^c	27,8 ^{bc}	74,7 ^{cd}	76,4 ^{de}	2659 ^{ab}	1582 ^b	16,2 ^{ab}	15,0 ^{cd}
PAIVA	29,1 ^{a-c}	30,3 ^{ab}	77,6 ^{ab}	78,5 ^{a-c}	2554 ^{ab}	2524 ^{ab}	15,9 ^{ab}	15,3 ^{cd}
RENO	25,8 ^c	27,7 ^{bc}	72,6 ^{de}	76,0 ^{ef}	2275 ^{ab}	1819 ^b	15,2 ^{bc}	15,7 ^{cd}
ROXO	30,3 ^{ab}	27,8 ^{bc}	79,3 ^a	79,9 ^a	2705 ^{ab}	1571 ^b	16,3 ^{ab}	17,0 ^{ab}
TE 1414	28,9 ^{a-c}	28,6 ^{bc}	77,9 ^{ab}	76,6 ^{de}	2581 ^{ab}	2970 ^a	14,5 ^c	14,9 ^{cd}
TE 1518	27,0 ^{bc}	29,0 ^{bc}	76,4 ^{bc}	77,5 ^{c-e}	3061 ^a	2606 ^{ab}	14,3 ^c	14,6 ^d
VALBONA	26,4 ^c	26,3 ^c	71,8 ^e	74,3 ^f	2374 ^{ab}	2238 ^{ab}	16,7 ^a	16,0 ^{bc}
IRRIGAÇÃO	ns	**	**	ns	**	***	ns	ns
Regadio	28,2 ^A	27,9 ^B	75,5 ^B	77,1 ^A	2709 ^A	2561 ^A	15,5 ^A	15,6 ^A
Sequeiro	28,7 ^A	29,5 ^A	76,8 ^A	77,6 ^A	2330 ^B	1717 ^B	15,6 ^A	15,8 ^A
MÉDIA ANUAL	28,4^A	28,7^A	76,1^B	77,3^A	2520^A	2139^B	15,6^A	15,7^A

***, ** Significância para $P < 0,001$ e $P < 0,01$ respectivamente; n.s. – não significativo. Letras distintas indicam diferenças estatisticamente significativas de acordo com o teste de Tukey: **minúsculas** – entre genótipos dentro do mesmo ano agrícola; **MAIÚSCULAS** – entre regadio e sequeiro dentro do mesmo ano agrícola; **MAIÚSCULAS** – entre os dois anos agrícolas.

O regadio foi preponderante para a obtenção de maiores valores de produção nos dois anos: 2709 kg/ha vs 2330 kg/ha, em 2021/22, e 2561 kg/ha vs 1717 kg/ha, em 2022/23. Como o peso de mil grãos não acompanhou esta tendência (Tabela 3), o ganho observado na produção deveu-se a ganhos nos restantes componentes da produção (plantas/m², espigas/planta e grãos/espiga).

Da análise da Tabela 4, verifica-se que todas os genótipos apresentaram valores de força da massa indicadores de um bom potencial de qualidade para panificação (enquadrados nas classes panificável superior e melhoradora), embora com valores de P/L desequilibrados em alguns genótipos, particularmente em 2021/22. Nesse ano, os valores de força da massa (W) foram geralmente superiores aos valores obtidos em 2022/23 (exceto para o Antequera) e essa tendência, embora menos acentuada, também foi observada na tenacidade (P) (exceto para o Paiva, Reno e TE1518) e na extensibilidade da

massa (L) para grande parte das linhas (exceto Antequera, Roxo, TE1414, TE1518). As elevadas temperaturas de abril e maio de 2022/23, mais extremas que em 2021/22, a ausência de precipitação verificada em abril e a data de sementeira tardia, que obrigou a um desenvolvimento mais acelerado das plantas e do enchimento do grão, deverão estar na origem destas diferenças.

As características viscoelásticas das massas são influenciadas pelo teor proteico (muito idêntico nos dois anos), proteínas de cada genótipo (característica genética) e pelo balanço entre os vários grupos de proteínas do glúten que definem a sua estrutura (gluteninas vs gliadinas, gluteninas HMW vs LMW e polimerização das gluteninas, que decorre desde a floração até se atingir a maturação fisiológica do grão). Este balanço depende das condições meteorológicas e stresses a que as plantas estão sujeitas durante o desenvolvimento do grão e afetam a viscosidade e elasticidade das massas.

Tabela 4 – Efeito da variedade e da irrigação nos valores W – força da massa, P – tenacidade da massa, L – extensibilidade da massa e P/L – relação de equilíbrio, em cada ano agrícola

	W (E-4 J)		P (mm)		L (mm)		P/L	
	21/22	22/23	21/22	22/23	21/22	22/23	21/22	22/23
VARIEDADE								
ACORAZADO	542	409	131	108	110	96	1,29	1,15
ALMANSOR	418	313	102	97	117	89	0,92	1,10
ANTEQUERA	403	420	109	103	80	99	1,39	1,05
GALERA	510	367	113	106	97	80	1,22	1,35
PAIVA	378	339	85	92	128	102	0,71	0,93
RENO	278	225	75	82	123	80	0,63	1,03
ROXO	343	294	90	80	82	85	1,12	0,95
TE 1414	313	247	93	82	76	80	1,31	1,04
TE 1518	301	278	94	98	70	71	1,38	1,42
VALBONA	481	319	123	91	89	80	1,43	1,14
IRRIGAÇÃO								
Regadio	421	321	109	91	94	87	1,26	1,07
Sequeiro	372	320	94	96	100	84	1,03	1,16
MÉDIA ANUAL	397	321	102	94	97	86	1,14	1,11

Da análise da Tabela 4, também se verifica que a irrigação apenas teve efeito nas características das massas em 2021/22: o valor médio de W do ensaio de regadio foi 421 E-4 J e do ensaio de sequeiro foi 372 E-4 J. Todos os genótipos, exceto o Almansor, tiveram maiores valores de W em condições de regadio neste ano (dados não apresentados).

Nota final

Os constrangimentos abióticos do clima mediterrânico do sul de Portugal são mais prejudiciais para a produtividade do trigo-mole do que para a qualidade.

Episódios de excesso de precipitação no outono, que podem levar a um desajuste das datas de sementeira (como em 2022/23), são cada vez mais frequentes num contexto de alterações climáticas, com consequências ao nível do desenvolvimento vegetativo deste cereal e do enchimento do grão. Episódios de stress térmico e hídrico du-

rante a primavera (como em 2021/22 e 2022/23) são os mais comuns neste tipo de ambiente e penalizam o enchimento do grão, mas beneficiam a acumulação de proteína no grão. Ambas as situações prejudicam a produtividade dos trigos e o seu rendimento moageiro (menor densidade do grão), mas não são prejudiciais para a força das massas, afetando apenas ligeiramente a sua viscoelasticidade.

A rega é uma ferramenta de apoio fundamental à obtenção de boas produtividades nesta cultura, mas a sua influência na expressão do potencial genético de qualidade não está tão bem estabelecida e depende das condições meteorológicas ocorridas durante o desenvolvimento do grão e do momento em que é efetuada.

Portugal tem assim condições para produzir trigos com maior valor comercial – panificáveis superiores e melhoradores, adaptados às necessidades da indústria moageira nacional. 🍷