



# TRIGO-DURO – INFLUÊNCIA DA VARIEDADE E ADUBAÇÃO FRACIONADA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE

As irregularidades interanuais do clima mediterrâneo têm consequências ao nível do ciclo vegetativo do trigo-duro e do seu potencial de produção, afetando em menor extensão a qualidade. A promoção desta cultura passa pelo aumento da estabilidade de produção, com valorização da qualidade, através do recurso a variedades oriundas do melhoramento genético. A fertilização com aplicações fracionadas contribui para aumentar a eficiência de utilização do azoto por parte das plantas, potenciando a qualidade do grão.

Ana Sofia Bagulho<sup>1,2</sup>, José Moreira<sup>1,2</sup>, Rita Costa<sup>1,2</sup>, Nuno Pinheiro<sup>1,2</sup>, Conceição Gomes<sup>1</sup>, Ana Sofia Almeida<sup>1,2</sup>, Armindo Costa<sup>1</sup>, José Coutinho<sup>1,2</sup>, Benvindo Maçãs<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



<sup>2</sup> GeoBioTec-Universidade Nova de Lisboa



## Enquadramento

Em Portugal, a área ocupada com culturas cerealíferas tem vindo continuamente a decrescer, sendo que, em 2020, apenas se semearam 3940 hectares com trigo-duro (ANPROMIS, 2020).

Um dos principais problemas da produção agrícola de trigo na região mediterrânea é a irregularidade interanual ao nível da produção, que é fortemente condicionada pela instabilidade climática e pelos episódios de stresses abióticos de duração, frequência e intensidade variáveis. No entanto, a qualidade do grão para o fabrico de sêmolos e massas alimentícias é tendencialmente favorecida por este clima moderadamente seco, com temperaturas e número de horas de sol elevadas durante o período de enchimento do grão.

Para reverter esta tendência decrescente, é importante promover o aumento da estabilidade de produção deste cereal, através da utilização de variedades oriundas do melhoramento genético, mais adaptadas e com potencial genético de qualidade. A utilização cada vez mais eficiente dos fatores de produção, fertilização e rega também é essencial. Neste sentido, a aplicação fracionada da fertilização azotada ao longo do



Figura 1 – Vista geral do ensaio, INIAV-Elvas, 2020.

ciclo vegetativo da cultura tem sido uma abordagem usual para a redução de perdas de azoto por lixiviação e para aumentar a sua eficiência por parte da planta (Pinheiro *et al.*, 2000).

O azoto é o elemento essencial, que mais influencia o rendimento e a qualidade tecnológica do trigo, pois condiciona o desenvolvimento da planta e a acumulação de proteínas no grão. Na qualidade, o teor proteico do grão é o parâmetro mais determinante, já que, de forma direta ou indireta, influencia outros parâmetros, como a vitreosidade, o teor e a qualidade do glúten.

O trabalho aqui apresentado foi desenvolvido no âmbito do “Grupo Operacional – Valorização do Trigo-Duro de Qualidade Superior para o Fabrico de Massas Alimentícias”. Pretende-se avaliar o efeito da variedade e da época de aplicação da fertilização azotada, em diversos parâmetros agronómicos e de qualidade do trigo-duro, sob o efeito de variáveis climáticas extremas. Utilizaram-se cinco variedades de diferentes proveniências e cinco tratamentos com aplicação fracionada de azoto em função das principais fases fenológicas do trigo.

### Ensaio experimentais

Durante dois anos agrícolas, 2018/19 e 2019/20, instalaram-se nos campos experimentais do INIAV-Elvas ensaios em blocos casualizados com três repetições, com uma densidade de sementeira de 400 grãos viáveis/m<sup>2</sup> e dois fatores em estudo: variedade e fertilização.

Utilizaram-se **5 variedades de várias proveniências**: *Fado* e *Vadio* – portuguesas; *Don Ricardo* – espanho-

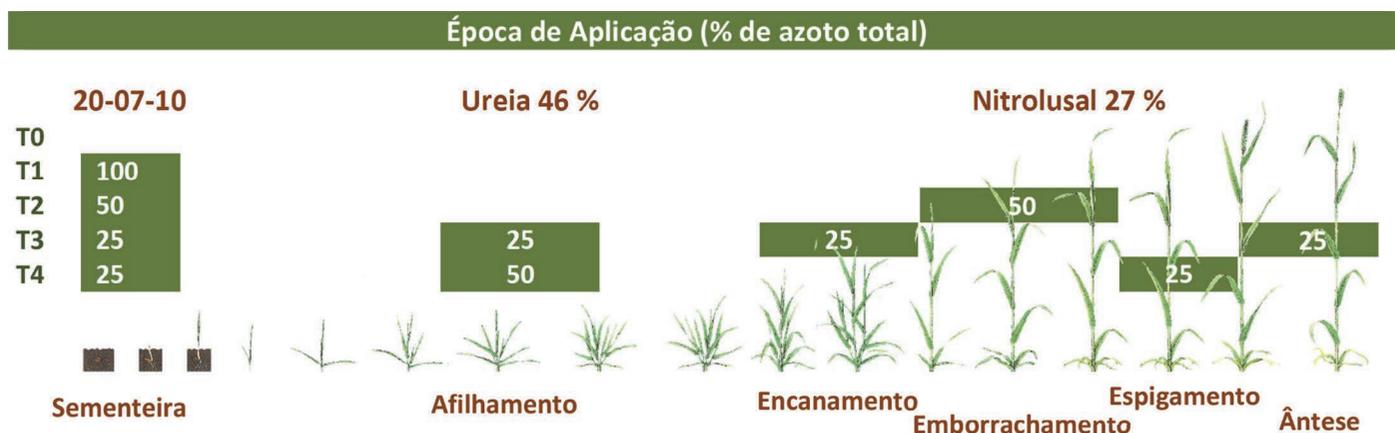
la; *Anvergur* – francesa; *Claudio* – italiana; e **5 modalidades de fertilização azotada**, tendo-se aplicado 150 UN/ha fracionados em função das fases fenológicas da cultura (Figura 2).

O recurso a regas suplementares de apoio ocorreu de modo a manter a cultura em conforto hídrico, durante o seu ciclo de desenvolvimento.

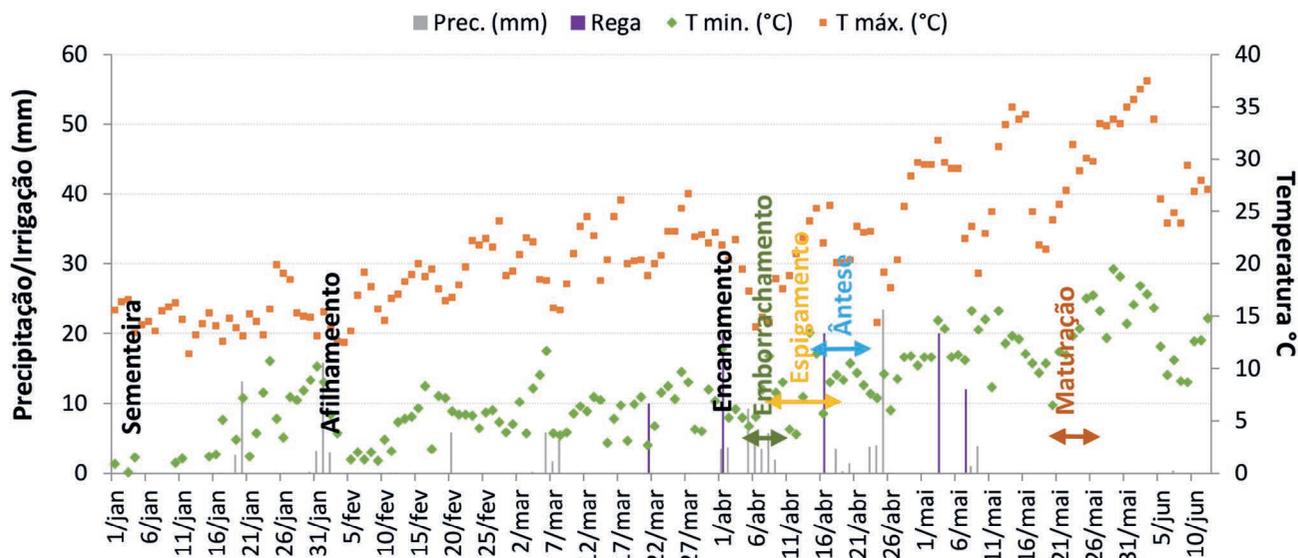
### Clima nos dois anos agrícolas 2018/19 e 2019/20

Nas figuras 3 e 4 apresentam-se as condições meteorológicas que ocorreram durante os dois anos de ensaios: a distribuição intra-anual da precipitação e o registo diário das temperaturas máximas e mínimas ocorridas desde a sementeira dos ensaios até ao momento da sua colheita, sendo também assinaladas as regas suplementares realizadas.

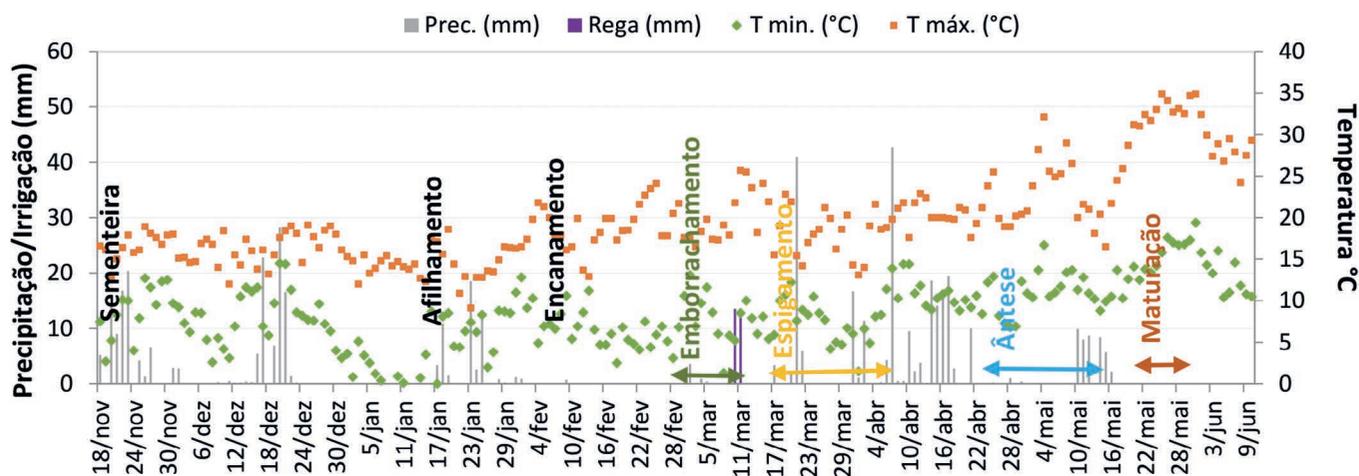
O ano agrícola 2018/19 foi um ano seco, com apenas 130 mm de precipitação desde a sementeira (janeiro) até ao final do ciclo da cultura (junho), com uma distribuição irregular, tendo de se iniciar as regas de apoio antes do encanamento. Durante o mês de março registaram-se 23 dias com temperaturas máximas superiores a 20-25 °C, o que contribuiu para acelerar o desenvolvimento vegetativo do trigo. Posteriormente, durante a fase do enchimento do grão, verificaram-se 12 dias com temperaturas máximas iguais ou superiores a 30 °C, penalizantes para o correto desenvolvimento do grão. O ano agrícola 2019/20 foi um ano bastante contrastante em relação ao anterior, com um total de 498 mm



**Figura 2** – Tratamentos de fertilização dos ensaios: adubos utilizados em cada época e seu fracionamento. Total/tratamento = 150 UN/ha (exceto em T0).



**Figura 3** – Temperaturas e precipitação registadas em Elvas em 2018/19: Precipitação de inverno 44,0 mm; Precipitação de primavera: 85,7 mm; Regas: 82 mm. T máx acima de 25 °C: 5 dias em abril e 24 dias em maio. Indica-se o intervalo em que ocorreu o início das fases fenológicas para o conjunto de variedades.



**Figura 4** – Temperaturas e precipitação registadas em Elvas em 2019/20. Precipitação de inverno: 142,6 mm; Precipitação de primavera: 277,6 mm; Regas: 20 mm. T máx acima de 25 °C: 1 dia em abril e 20 dias em maio (com maior incidência no final do mês). Indica-se o intervalo em que ocorreu o início das fases fenológicas para o conjunto de variedades.

de precipitação durante o ciclo da cultura, de grande incidência na primavera, pelo que apenas se realizaram duas regas de apoio. As temperaturas primaveris também foram mais amenas, o que beneficiou o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas e o enchimento do grão.

## Resultados

Em 2019/20 uma data de sementeira mais precoce (Tabela 1) provocou uma antecipação na data de espigamento de todas as variedades, comparativamente a 2018/19 (entre 11 a 26 dias). Este aspeto, associado a condições meteorológicas favoráveis, durante

**Tabela 1 – Comportamento fenológico das variedades estudadas nos dois anos 2018/19 e 2019/20: data de espigamento, duração do ciclo e período de enchimento do grão**

Variedade	Sementeira (Data)		Espigamento (Data)		Ciclo (dias)		Enchimento do grão (dias)	
	18/19	19/20	18/19	19/20	18/19	19/20	18/19	19/20
Fado	02/jan	18/nov	09/abr	19/mar	141	185	38	54
Vadio			09/abr	22/mar	142	186	39	55
Don Ricardo			07/abr	17/mar	141	187	38	60
Anvergur			17/abr	06/abr	144	194	34	46
Claudio			15/abr	20/mar	143	185	33	54

o período de formação e desenvolvimento do grão, levaram a um alongamento do ciclo e do período de enchimento do grão (12 dias no caso do *Anvergur*, a 21-22 dias no caso do *Don Ricardo* e *Claudio*), com repercussões ao nível do seu peso (8 a 11 g superior em 2019/20) (Tabela 2).

Os valores de produção (Tabela 2) foram claramente superiores em 2019/20, pois, para além do peso do grão, os restantes componentes da produção que afetam o número de grãos/m<sup>2</sup>, também beneficiaram das condições meteorológicas ocorridas durante a primavera. Dos fatores, variedade e fertilização fracionada, apenas a variedade influenciou significativamente es-

tes parâmetros. A variedade *Anvergur*, de tipo facultativo/alternativo, apresentou datas de espigamento mais tardias, e, relativamente às outras variedades, destacou-se por ser a mais produtiva nos dois anos. Uma das características principais do *Anvergur* é o tamanho da espiga (n.º de espiguetas/espiga) (dado não apresentado), que se reflete no número de grãos/m<sup>2</sup> e no rendimento final (Tabela 2), apesar de o peso do grão ser o mais baixo nos dois anos.

As condições meteorológicas ocorridas em 2018/19 penalizaram, de um modo geral, mais a produção (Tabela 2) do que a qualidade dos trigos-duros avaliados (Tabelas 3 e 4).

**Tabela 2 – Efeito da variedade e do fracionamento da fertilização no peso de mil grãos (PMG), número de grãos/m<sup>2</sup> e produção nos dois anos 2018/19 e 2019/20**

Ano	PMG (g)		N.º grãos/m <sup>2</sup>		Produção (kg/ha)	
	18/19	19/20	18/19	19/20	18/19	19/20
<b>Variedade</b>	***	***	***	***	**	***
Fado	41,2 <sup>b</sup>	52,0 <sup>ab</sup>	7259 <sup>bc</sup>	11796 <sup>c</sup>	2994 <sup>b</sup>	5518 <sup>c</sup>
Vadio	41,9 <sup>b</sup>	50,5 <sup>b</sup>	7858 <sup>b</sup>	13940 <sup>b</sup>	3292 <sup>ab</sup>	6303 <sup>bc</sup>
Don Ricardo	45,3 <sup>a</sup>	53,7 <sup>a</sup>	6353 <sup>c</sup>	13250 <sup>bc</sup>	2871 <sup>b</sup>	6381 <sup>b</sup>
Anvergur	37,6 <sup>c</sup>	47,4 <sup>c</sup>	9312 <sup>a</sup>	18530 <sup>a</sup>	3487 <sup>a</sup>	7857 <sup>a</sup>
Claudio	40,2 <sup>b</sup>	51,3 <sup>ab</sup>	7560 <sup>b</sup>	13506 <sup>bc</sup>	3026 <sup>ab</sup>	6197 <sup>bc</sup>
<b>Fertilização</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T0	41,9 <sup>a</sup>	52,1 <sup>a</sup>	7236 <sup>a</sup>	13953 <sup>a</sup>	3011 <sup>a</sup>	6452 <sup>a</sup>
T1	41,3 <sup>a</sup>	50,4 <sup>a</sup>	7156 <sup>a</sup>	14103 <sup>a</sup>	2915 <sup>a</sup>	6328 <sup>a</sup>
T2	41,7 <sup>a</sup>	50,5 <sup>a</sup>	7516 <sup>a</sup>	14213 <sup>a</sup>	3105 <sup>a</sup>	6402 <sup>a</sup>
T3	40,8 <sup>a</sup>	50,4 <sup>a</sup>	8105 <sup>a</sup>	14516 <sup>a</sup>	3284 <sup>a</sup>	6524 <sup>a</sup>
T4	40,5 <sup>a</sup>	51,6 <sup>a</sup>	8330 <sup>a</sup>	14236 <sup>a</sup>	3355 <sup>a</sup>	6549 <sup>a</sup>
<b>Variedade × Fertilização</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Média Geral</b>	41,2	51,0	7669	14204	3134	6451

\*\*\*, \*\*, \* Significância para P < 0,001, P < 0,01 e P < 0,05 respetivamente; n.s. – não significativo. Letras distintas indicam diferenças estatisticamente significativas de acordo com o teste de Tukey.

Os valores de teor proteico foram mesmo superiores em 2018/19 devido a dois efeitos conjuntos: maior disponibilidade de azoto para o enchimento do grão, como consequência dos menores valores de rendimento obtidos, e menor peso do grão, como consequência do stress térmico ocorrido durante o seu enchimento, que afetou mais a deposição de amido do que das proteínas. Os fatores estudados, variedade e fertilização fracionada, foram determinantes para a variação do teor de proteína (Tabela 3). A resposta das variedades na acumulação de proteína no grão foi diferente nos dois anos, com a variedade *Claudio* a destacar-se em 2018/19 e *Fado* em 2019/20. As aplicações mais tardias de fertilizante azotado (T2, T3 e T4) conduziram a uma maior mobilização deste elemento para o grão.

Na massa do hectolitro (Tabela 3) não se observaram diferenças muito acentuadas entre os dois anos, com valores compreendidos entre 80,4 kg/hl e 85,6 kg/hl, indicadores de uma boa adaptação das variedades, com o *Anvergur* a apresentar os valores mais baixos. Este parâmetro, conjuntamente com a vitreosidade, constitui o principal indicador do rendimento em sêmolos. Foi maioritariamente influenciado pela variedade, com destaque para *Claudio* e *Vadio* nos dois anos agrícolas.

A vitreosidade (Tabela 3) é uma característica do trigo-duro, cuja perda/decréscimo leva ao enfraquecimento da estrutura do grão, devido ao aparecimento de espaços preenchidos por ar. Está normalmente associada à ocorrência de precipitação durante a maturação do grão, pelo que em 2019/20 se observaram diferenças mais acentuadas. As variedades não apresentaram a mesma suscetibilidade à perda desta característica, sendo os trigos *Claudio* e *Anvergur* os mais afetados. Também se observaram diferenças ao nível dos tratamentos de fertilização fracionada, pois os que originaram maiores valores de teor proteico também estiveram associados a maiores valores de vitreosidade. Portanto, grãos com maior teor proteico ficam mais protegidos contra a perda de vitreosidade em variedades mais suscetíveis.

Quanto ao teor de glúten (Tabela 4), a fertilização fracionada foi o fator que mais influenciou este parâmetro, com as aplicações mais tardias de fertilizante (T2, T3 e T4) a beneficiarem a acumulação de proteínas totais do grão e, dentro destas, as que formam o glúten. Tal como no teor proteico, as variedades *Claudio* e *Fado* foram as que mais se destacaram, respetivamente, em 2018/19 e 2019/20.

**Tabela 3 – Efeito da variedade e do fracionamento da fertilização na massa do hectolitro, na proteína e na vitreosidade do grão nos dois anos 2018/19 e 2019/20**

Ano	Hectolitro (kg/hl)		Proteína ms(%)		Vitreosidade (%)	
	18/19	19/20	18/19	19/20	18/19	19/20
<b>Variedade</b>	***	***	***	***	***	***
<i>Fado</i>	83,2 <sup>b</sup>	81,6 <sup>c</sup>	14,3 <sup>bc</sup>	13,6 <sup>a</sup>	96 <sup>a</sup>	92 <sup>ab</sup>
<i>Vadio</i>	85,6 <sup>a</sup>	83,9 <sup>ab</sup>	14,0 <sup>cd</sup>	13,1 <sup>ab</sup>	93 <sup>a</sup>	93 <sup>ab</sup>
<i>Don Ricardo</i>	85,0 <sup>a</sup>	83,6 <sup>b</sup>	14,6 <sup>ab</sup>	13,4 <sup>ab</sup>	95 <sup>a</sup>	94 <sup>a</sup>
<i>Anvergur</i>	80,7 <sup>c</sup>	80,4 <sup>d</sup>	13,7 <sup>d</sup>	12,0 <sup>c</sup>	89 <sup>b</sup>	83 <sup>b</sup>
<i>Claudio</i>	85,4 <sup>a</sup>	85,0 <sup>a</sup>	14,8 <sup>a</sup>	12,7 <sup>bc</sup>	95 <sup>a</sup>	65 <sup>c</sup>
<b>Fertilização</b>	**	ns	***	***	***	***
T0	85,0 <sup>a</sup>	83,5 <sup>a</sup>	11,6 <sup>c</sup>	11,8 <sup>b</sup>	84 <sup>c</sup>	73 <sup>b</sup>
T1	83,9 <sup>b</sup>	82,4 <sup>a</sup>	13,7 <sup>b</sup>	12,9 <sup>a</sup>	92 <sup>b</sup>	86 <sup>a</sup>
T2	83,9 <sup>b</sup>	82,7 <sup>a</sup>	15,3 <sup>a</sup>	13,4 <sup>a</sup>	96 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>
T3	83,6 <sup>b</sup>	82,6 <sup>a</sup>	15,5 <sup>a</sup>	13,6 <sup>a</sup>	98 <sup>a</sup>	91 <sup>a</sup>
T4	83,5 <sup>b</sup>	83,2 <sup>a</sup>	15,4 <sup>a</sup>	13,2 <sup>a</sup>	97 <sup>a</sup>	89 <sup>a</sup>
<b>Variedade × Fertilização</b>	ns	ns	ns	ns	***	ns
<b>Média Geral</b>	84,0	82,9	14,3	13,0	94	86

\*\*\*, \*\*, \* Significância para P < 0,001, P < 0,01 e P < 0,05 respetivamente; n.s. – não significativo. Letras distintas indicam diferenças estatisticamente significativas de acordo com o teste de Tukey.

**Tabela 4 – Efeito da variedade e do fracionamento da fertilização no teor e parâmetros indicadores da qualidade de glúten – índice de glúten e SDS nos dois anos 2018/19 e 2019/20**

Ano	Glúten Húmido (%)		Índice Glúten		SDS (mm)	
	18/19	19/20	18/19	19/20	18/19	19/20
<b>Variedade</b>	*	**	*	*	***	ns
<i>Fado</i>	27,7 <sup>ab</sup>	29,2 <sup>a</sup>	89 <sup>ab</sup>	85 <sup>b</sup>	38 <sup>b</sup>	31 <sup>a</sup>
<i>Vadio</i>	24,9 <sup>b</sup>	27,6 <sup>abc</sup>	94 <sup>a</sup>	91 <sup>a</sup>	46 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>
<i>Don Ricardo</i>	26,0 <sup>ab</sup>	28,6 <sup>ab</sup>	88 <sup>b</sup>	87 <sup>ab</sup>	40 <sup>b</sup>	32 <sup>a</sup>
<i>Anvergur</i>	27,8 <sup>ab</sup>	26,3 <sup>bc</sup>	88 <sup>ab</sup>	89 <sup>ab</sup>	38 <sup>b</sup>	33 <sup>a</sup>
<i>Claudio</i>	28,8 <sup>a</sup>	26,1 <sup>c</sup>	91 <sup>ab</sup>	88 <sup>ab</sup>	42 <sup>ab</sup>	34 <sup>a</sup>
<b>Fertilização</b>	***	***	*	ns	ns	ns
T0	18,8 <sup>c</sup>	24,7 <sup>b</sup>	94 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>
T1	24,2 <sup>b</sup>	27,2 <sup>a</sup>	92 <sup>ab</sup>	89 <sup>a</sup>	42 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>
T2	30,8 <sup>a</sup>	28,3 <sup>a</sup>	87 <sup>b</sup>	88 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>
T3	31,0 <sup>a</sup>	29,3 <sup>a</sup>	86 <sup>b</sup>	87 <sup>a</sup>	43 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>
T4	30,3 <sup>a</sup>	28,2 <sup>a</sup>	90 <sup>ab</sup>	86 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>
<b>Variedade × Fertilização</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Média Geral</b>	27,0	27,6	90	88	41	33

\*\*\*, \*\*, \* Significância para P < 0,001, P < 0,01 e P < 0,05 respetivamente; n.s. – não significativo. Letras distintas indicam diferenças estatisticamente significativas de acordo com o teste de Tukey.

O índice de glúten e o teste de sedimentação SDS (Tabela 4) são indicadores da qualidade das proteínas do glúten que constituem cada variedade, sendo, portanto, parâmetros com maior cariz varietal. O grupo de variedades estudadas foi bastante homogéneo em termos de qualidade do glúten, destacando-se ligeiramente a variedade *Vadio*.

## Conclusões

No presente estudo, a variedade foi o fator que mais afetou a variação da produção e dos parâmetros com ela relacionados, sendo a maioria das características de qualidade influenciadas pela variedade e pela fertilização fracionada. Os tratamentos de fertilização com aplicações mais tardias (T2, T3 e T4), conduziram a uma maior mobilização do azoto para o grão e, conseqüentemente, maiores valores de proteína, vitreosidade e teor de glúten.

Os parâmetros indicadores da qualidade do glúten (índice de glúten e volume SDS) foram mais influenciados pela variedade, embora não se tenham notado diferenças muito acentuadas.

Os resultados contrastantes obtidos nos dois anos estudados demonstram a enorme influência da variabili-

dade climática, típica do clima mediterrânico do sul de Portugal, no rendimento e em menor escala na qualidade do trigo-duro. ☹

## Agradecimentos

Este estudo foi suportado pelo projeto Valorização do Trigo-Duro de Qualidade Superior para o Fabrico de Massas Alimentícias, Ação 1.1 – Grupos Operacionais, PDR2020.



## Bibliografia

Pinheiro, N.; Costa, R.; Gomes, C.; Bagulho, A.S; Coutinho, J.; Moreira, J.; Coco, J.; Costa, A.; Almeida, A.S; Maças, B. (2020). *Vida Rural*, N.º 1854, Ano 67, fev. 2020: 32–36.