

FATORES QUE INFLUENCIAM A VITREOSIDADE DO TRIGO-DURO NUM AMBIENTE MEDITERRÂNICO

A vitreosidade é, de todos os parâmetros, o que melhor reflete as características do trigo-duro. Vários fatores podem afetar esta característica, interferindo na estrutura compacta e friável do grão, com consequências ao nível da extração de sêmolos. Esta perda é, normalmente, associada a fatores ambientais, contudo tem também uma forte componente genética.



Enquadramento

A qualidade do trigo-duro para o fabrico de sêmolos e massas alimentícias é tendencialmente favorecida pelo clima moderadamente seco, com temperaturas e número de horas de sol elevadas durante o período de enchimento do grão, típico do sul de Portugal. É definida por diversos parâmetros tecnológicos que refletem requisitos de toda a fileira e estão relacionados com o rendimento em sêmolos, funcionalidade da massa e características do produto final (massas alimentícias). São exatamente estes parâmetros que determinam a aceitação (ou não) de um lote de trigo por parte da indústria moageira e o seu valor comercial (Tabela 1).

Ana Sofia Bagulho^{1,3}, José Moreira^{1,3}, Rita Costa^{1,3}, Nuno Pinheiro^{1,3}, Conceição Gomes¹, Ana Sofia Almeida^{1,3}, Armindo Costa¹, José Coutinho^{1,3}, José Dôres², Natividade Costa², Elizabete Rosa², Manuel Patanita^{2,3}, Benvindo Maçãs^{1,3}

¹ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



² I.P. Beja/ESA – Instituto Politécnico de Beja, Escola Superior Agrária, Departamento de Biociências



³ GeoBioTec – Universidade Nova de Lisboa



Tabela 1 – Especificações das duas classes de trigo-duro comercialmente consideradas em Portugal

Parâmetros	Tipo de trigo	
	Classe A	Classe B
Humidade (%)	Max. 13	Max. 13
Índice de Queda (s)	Min. 280	Min. 250
Massa do Hectolitro (kg/hl)	Min. 78	Min. 77
Proteína m.s. (%)	Min. 12	Min. 11,5
Vitreosidade (%)	Min. 80	Min. 65
Cinzas m.s. (%)	Max. 1,9	Max. 1,9

Min - mínimo; Max - máximo

A vitreosidade é de todos os parâmetros o que melhor reflete as características do trigo duro: estrutura muito compacta, friável, de cor ambarina que oferece grande resistência à trituração. É exatamente por esse motivo que este trigo origina maioritariamente sêmolas (produto de granulometria superior à da farinha), com características inigualáveis para o fabrico de massas alimentícias.

A determinação da percentagem de grãos vítreos num trigo é realizada por inspeção visual após corte dos grãos, que permite diferenciar grãos vítreos de aspeto cristalino, de grãos não vítreos ou bragados, com regiões opacas devido a uma matriz do endosperma menos compacta onde existem espaços de ar (Figura 1).



Figura 1 – Diferenças observadas em grãos vítreos e não vítreos (adaptado de Sieber et al., 2015).

Por definição, o trigo-duro é vítreo de estrutura cristalina e translúcida. No entanto, vários fatores podem afetar esta característica interferindo na sua matriz compacta e friável, com consequências na extração de sêmolas (maior tendência para produzir farinha de menor granulometria que as sêmolas) e possível aparecimento de defeitos ao nível das massas alimentícias (pontuações brancas).

A ocorrência de chuva após se ter atingido a maturação do grão é o principal fator que conduz à diminuição da sua vitreosidade. Neste período, cada 10 mm de precipitação pode conduzir ao aparecimento de mais 10% de grãos bragados. Segundo o Arvalis, *Institut du Végétal (Comité technique blé dur Ouest Océan)*, o momento em que esta ocorre é determinante: nos quatro dias após a maturação fisiológica o seu efeito é mais nefasto.

A vitreosidade também tem carácter varietal, já que algumas variedades oferecem maior resistência à perda desta característica que outras. Por último, o teor proteico do grão é outro fator que afeta a vitreosidade, já que maiores valores de vitreosidade estão normalmente associados a maiores valores de proteína no grão.

Ensaio experimentais

Durante dois anos agrícolas (2018/19 e 2019/20), instalaram-se nos campos experimentais do INIAV-Elvas e I.P. Beja/ESA (Figura 2), ensaios em blocos casualizados com três repetições, uma densidade de sementeira de 400 grãos viáveis/m² e dois fatores em estudo: variedade e fertilização.

Utilizaram-se oito variedades de diferentes origens: portuguesas (*Celta, Fado, Vadio*), espanholas (*Don Ricardo, Trimulato*), francesas (*Anvergur, Sculptur*) e italiana (*Claudio*). Aplicaram-se 150 UN/ha de azoto fracionados em diversas etapas da cultura e um tratamento T0 em que não foi aplicado adubo, de modo a garantir variabilidade no teor proteico de cada variedade. Utilizaram-se regas suplementares de apoio durante o ciclo de desenvolvimento do trigo.

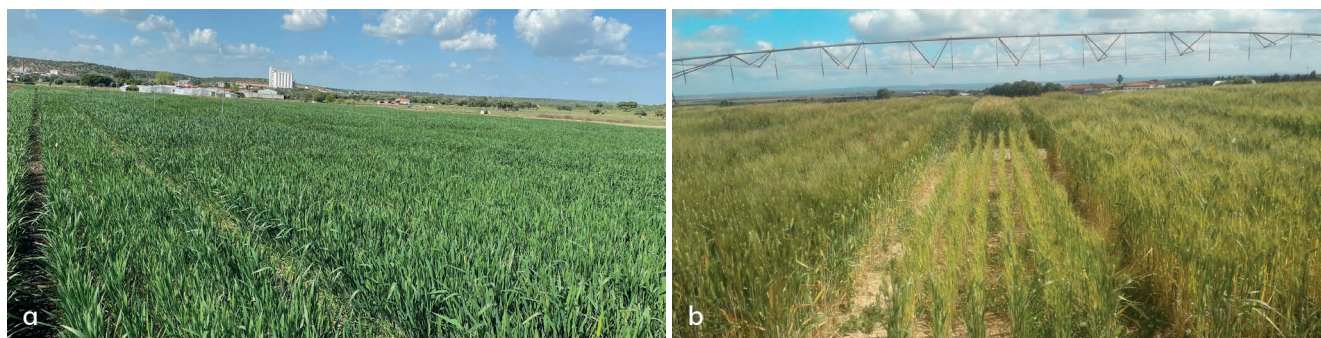


Figura 2 – Vista geral dos ensaios realizados em Elvas (a) e Beja (b).

Os 480 dados obtidos durante os dois anos de ensaio nos dois locais para cada parâmetro (proteína, vitreosidade e peso do hectolitro), foram analisados de modo a estudar a relação entre os referidos parâmetros e a suscetibilidade das variedades em ensaio à perda de vitreosidade.

Condições meteorológicas no período de enchimento do grão

Na Figura 3 apresentam-se as condições meteorológicas, relativamente à precipitação e às temperaturas máximas e mínimas diárias, ocorridas durante o período de enchimento do grão das variedades, nos ensaios realizados (2 anos, 2 locais).

O ano agrícola 2018/19 foi extremamente seco nos dois locais. Em Elvas, as temperaturas foram al-

tas: 26 dias com temperaturas máximas acima dos 25 °C, dos quais 17 dias foram iguais ou superiores a 30 °C e se concentraram maioritariamente no final do enchimento do grão. Ocorreram 41 mm de precipitação e forneceram-se 52 mm de água em regas de apoio, na primeira metade desta etapa fenológica. Em Beja, as temperaturas neste período foram ainda mais elevadas e distribuídas ao longo de toda a fase de enchimento do grão: 35 dias de temperaturas máximas acima de 25 °C, dos quais 18 dias tiveram temperaturas máximas acima dos 30°C. Como não ocorreu precipitação, realizaram-se sete regas de apoio, num total de 100 mm. O ano 2019/20 foi bastante contrastante em relação ao anterior, com temperaturas mais amenas e ocorrência de precipitação bem distribuída. Em

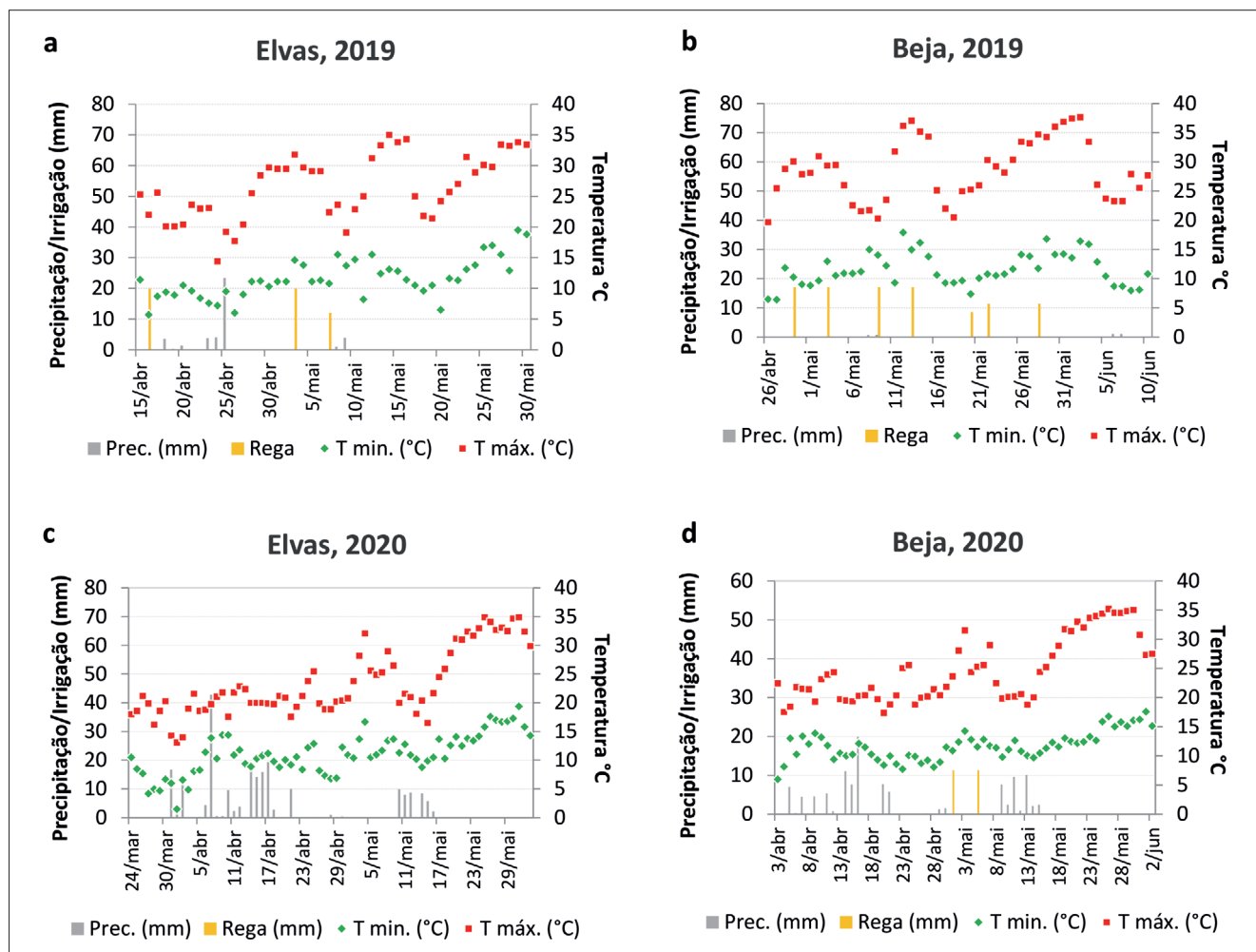


Figura 3 – Temperaturas e precipitação registadas em Elvas e Beja durante o período de enchimento do grão nos quatro ensaios realizados.

Elvas, ocorreram 21 dias com temperaturas máximas acima de 25 °C, dos quais 12 dias foram acima dos 30 °C. Em Beja, ocorreram 25 dias com temperaturas máximas acima de 25 °C, dos quais 14 dias foram acima dos 30 °C e, tal como em Elvas, localizaram-se nos últimos dias do período de enchimento do grão. Neste período, em Elvas registaram-se 218 mm de precipitação e em Beja só 113 mm, o que levou à realização de duas regas de apoio (total 23 mm).

Em ambos os locais e nos dois anos de ensaio, após atingida a maturação do grão das diferentes variedades, não ocorreu chuva (concretamente, a partir de 20 de maio de 2019 em Elvas, e de 1 de junho de 2019 em Beja; de 18 de maio de 2020 em Elvas, e de 24 de maio de 2020 em Beja), pelo que quaisquer variações de vitreosidade não podem ser atribuídas a este fator.

Resultados

Em 2018/19 (Tabela 2), os teores proteicos médios de todas as variedades do ensaio de Beja foram cerca de 2% inferiores aos do ensaio de Elvas, onde a variedade *Vadio* apresentou a menor diferença entre os dois ensaios (1,1%) e a variedade *Sculptur* a diferença mais acentuada (2,9%). As temperaturas observadas durante o enchimento do grão foram mais elevadas em Beja, afetando a deposição dos principais constituintes do grão: amido e proteínas. Conjuntamente com este aspeto, as diferenças nas produtividades entre Beja e Elvas (dados não apresentados) levaram à diluição da proteína pelo maior número de grãos/ha registado no ensaio de Beja, com consequências no teor proteico, vitreosidade e peso do hectolitro (Bagulho *et al.*, 2021).

A vitreosidade foi também mais elevada em Elvas, sendo possível constatar que as variedades denotaram um comportamento distinto à perda desta característica. *Don Ricardo* praticamente não apresentou diferenças de vitreosidade entre os valores médios dos dois ensaios, enquanto as variedades *Claudio* e *Sculptur* registaram diferenças superiores a 26%.

O peso do hectolitro teve valores mais elevados em Elvas com um diferencial de cerca de 1 kg/hl, entre

anpromis
associação nacional dos produtores de milho e sorgo
www.anpromis.pt

XIII Congresso Nacional do MILHO

23 / 24 Março 2022 | CNEMA, Santarém



os valores médios das variedades *Anvergur* e *Sculptur*, até 2,9 kg/hl, na variedade *Celta*.

Em 2019/20 (Tabela 3), os teores proteicos médios de todas as variedades praticamente não variaram entre ensaios (diferenças de 0 a 0,5%), como consequência das condições meteorológicas mais amenas e similares entre os dois locais. Ao nível da vitreosidade houve alguma distinção,

embora pouco acentuada: a variedade *Don Ricardo* praticamente não apresentou diferenças entre os valores médios dos dois ensaios (5%), enquanto *Claudio*, *Trimulato* e *Sculptur* apresentaram valores distintos, na ordem dos 15%, sendo os valores das variedades de ciclo mais longo *Sculptur*, *Claudio* e *Anvergur* os mais baixos em ambos os locais.

Tabela 2 – Valores médios de teor proteico, vitreosidade do grão e hectolitro para cada variedade no ensaio de Elvas e de Beja em 2018/19 (N=120). Valores mínimos, máximos e médios de cada ensaio

Variedade	Proteína (%)		Vitreosidade (%)		Hectolitro (kg/hl)	
	Elvas	Beja	Elvas	Beja	Elvas	Beja
<i>Celta</i>	14,8	12,6	94	84	84,6	81,7
<i>Fado</i>	14,3	12,3	96	72	83,2	81,6
<i>Vadio</i>	14,0	12,9	93	81	85,6	83,7
<i>Don Ricardo</i>	14,6	12,8	95	91	85,0	82,9
<i>Trimulato</i>	15,3	13,6	96	84	83,5	81,5
<i>Anvergur</i>	13,7	11,4	89	66	80,7	79,9
<i>Sculptur</i>	14,2	11,3	86	57	81,4	80,2
<i>Claudio</i>	14,8	13,2	95	69	85,4	83,2
Min	10,2	9,7	56	22	78,7	78,4
Max	17,4	15,5	100	97	86,6	84,6
Média±DP	14,5±1,6	12,5±1,4	93±8	76±20	83,7±1,9	81,8±1,5

Tabela 3 – Valores médios de teor proteico, vitreosidade do grão e hectolitro para cada variedade no ensaio de Elvas e de Beja em 2019/20 (N=120). Valores mínimos, máximos e médios de cada ensaio

Variedade	Proteína (%)		Vitreosidade (%)		Hectolitro (kg/hl)	
	Elvas	Beja	Elvas	Beja	Elvas	Beja
<i>Celta</i>	13,4	13,0	91	80	84,0	80,7
<i>Fado</i>	13,6	13,3	92	84	81,6	80,0
<i>Vadio</i>	13,1	12,9	93	82	83,9	81,3
<i>Don Ricardo</i>	13,4	13,4	95	90	83,6	80,7
<i>Trimulato</i>	14,6	14,2	94	78	82,9	77,9
<i>Anvergur</i>	12,0	11,5	83	71	80,4	80,2
<i>Sculptur</i>	11,9	11,7	67	52	80,8	79,3
<i>Claudio</i>	12,7	12,8	65	48	85,0	80,7
Min	9,2	9,9	28	11	77,5	76,0
Max	16,2	15,6	100	95	88,6	83,6
Média±DP	13,1±1,2	12,9±1,3	85±16	73±20	82,8±1,9	80,1±1,6

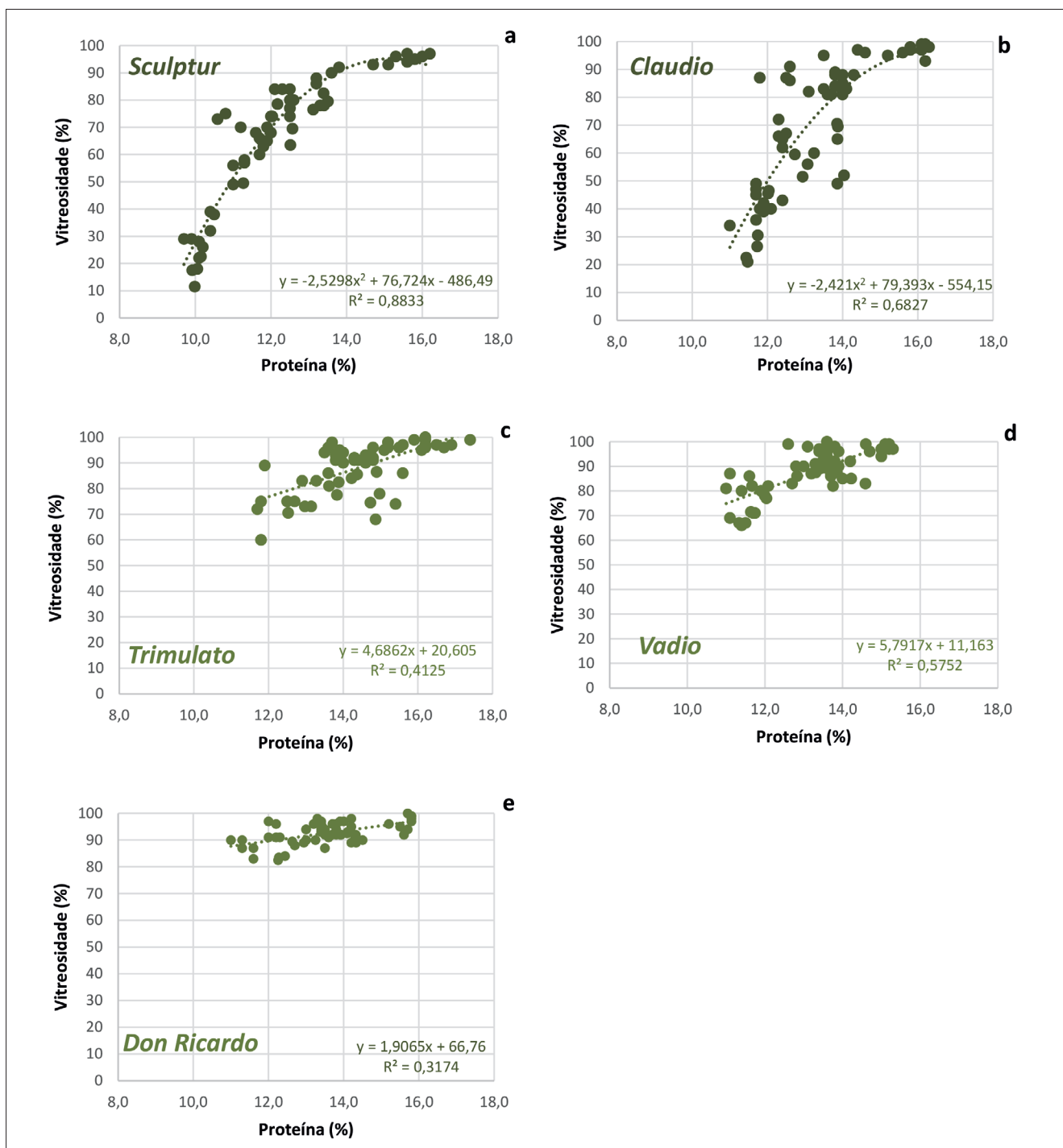


Figura 4 – Variação da vitreosidade em função do teor proteico para as variedades *Sculptur*, *Claudio*, *Trimulato*, *Vadio* e *Don Ricardo*.

Ao nível do peso do hectolitro, ocorreram diferenças mais acentuadas entre os valores médios dos dois ensaios. O seu valor variou de 0,2 kg/hl, na variedade *Anvergur*, a 5 kg/hl, na variedade *Trimulato*.

Considerando conjuntamente os valores dos dois anos, calcularam-se os coeficientes de correlação de Pearson para estudar as relações existentes entre os três parâmetros: vitreosidade, proteína e hectolitro (Tabela 4). Verificou-se existir uma forte

Tabela 4 – Coeficientes de correlação de Pearson entre os parâmetros de qualidade analisados, obtidos com os resultados dos quatro ensaios (n=480 linhas)

	Proteína	Vitreosidade	Hectolitro
Proteína	1	0,706***	0,167***
Vitreosidade	0,706***	1	0,289***
Hectolitro	0,167***	0,289***	1

***Significância para $P < 0,001$

relação positiva da vitreosidade com o teor proteico ($r=0,706$) e o peso do hectolitro ($r=0,289$). Estas relações parecem comprovar que a maior acumulação de proteína e maior densidade dos grãos promovem uma matriz mais compacta, sem espaços preenchidos por ar que afetem a estrutura vítrea e coesa típica do trigo-duro.

Na Figura 4 representa-se graficamente a variação da vitreosidade em função do teor proteico do grão para algumas das variedades estudadas. É notório que as variedades *Sculptur* e *Claudio* são muito mais suscetíveis à perda de vitreosidade que as variedades *Trimulato*, *Vadio* e *Don Ricardo*.

Quando os teores proteicos variaram entre 10 e 12%, a vitreosidade dos grãos de *Sculptur* foi muito afetada, chegando a atingir valores de 10% para um teor proteico de 10%.

Esta suscetibilidade varietal e dependência do teor proteico foi também evidente na variedade *Claudio*, embora se note uma maior dispersão de valores.

Trimulato e *Vadio* acumularam teores proteicos no grão sempre acima de 11% e a vitreosidade nunca atingiu valores abaixo de 60%. Os dois gráficos foram semelhantes, mas com menor dispersão de valores na variedade *Vadio*: teores proteicos acima de 12% garantiram nesta variedade uma vitreosidade sempre acima dos 80%, que é o requisito mínimo para este parâmetro na classe A do trigo-duro.

Quanto à variedade *Don Ricardo*, foi muito resistente à perda de vitreosidade e não apresentou valores abaixo de 80%, mesmo quando o teor proteico foi de 11%.

Conclusões

Podemos concluir que, apesar da vitreosidade ser uma característica fortemente influenciada pelas condições meteorológicas, há um forte determinismo genético desta característica, já que as variedades podem apresentar maior ou menor resistência à sua perda em condições ambientais desfavoráveis. A acumulação de proteínas no endosperma também parece ter um efeito protetor e minimizante da perda de vitreosidade. 🍷

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

- Bagulho, A.S.; Moreira, J.; Costa, R.; Pinheiro, N.; Gomes, C.; Almeida, A.S.; Costa, A.; Coutinho, J.; Dôres, J.; Costa, N.; Patanita, M.; Maçãs, B. (2021). Qualidade do trigo-duro – Dependência de fatores genéticos, ambientais e fertilização. *Vida Rural*, **1869**:65–71.
- COTR (2020). Sistema Agrometeorológico para a Gestão da Rega no Alentejo (SAGRA). Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio (COTR), Quinta da Saúde, Beja. <http://www.cotr.pt/servicos/sagranet.php>.
- Sieber, N.; Würschum, T.; Friedrich, C.; Longin, H. (2015). Vitreosity, its stability and relationship to protein content in durum wheat. *J. Cereal Sci.*, **61**:71–77.