


Problemática de la producción de trigo duro en Aragón

El trigo duro en Aragón y en España ha sido tradicionalmente un cultivo de secano, caracterizado por bajas producciones (1-3 t/ha), siendo Andalucía la región con una mayor superficie de cultivo seguida de Aragón (datos 2018, MAPAMA).

Ramón Isla¹, Miguel Gutiérrez²

¹ Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)

² Centro de Transferencia Agroalimentaria, Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragón



Momento de cosecha de ensayo en realizado en bandas (Eje de los Caballeros, Zaragoza)

El **Gráfico 1** presenta la evolución de la superficie de trigo duro y la productividad en secano y en regadío en Aragón en los últimos años. A partir de 2006 se produjo un descenso continuado de las superficies sembradas, asociado a la disminución de las ayudas a dicho cultivo, lo que supone un problema tanto para los agricultores como para la industria molera. El rendimiento en regadío es, en promedio, 3,5 veces el obtenido en secano aunque dicho ratio varía entre 1,9 en los años más húmedos hasta 7 en los años más secos.

Criterios de calidad del trigo duro y problemática actual

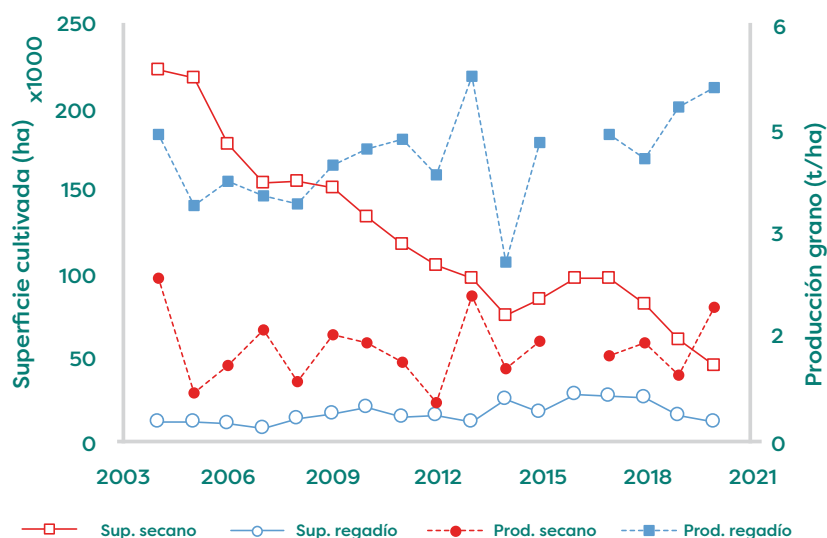
Según estudios realizados por la asociación española de técnicos cerealistas (AETC, 2015, 2016) en varias regiones españolas, la calidad del trigo duro resulta generalmente desigual, con una tendencia a mejor calidad en la zona Sur (predominancia del grupo de calidad 1) que en la zona Noreste de España (predominancia del grupo de calidad 3). Cuando se habla de calidad del trigo duro, la industria está hablando de alta vitrosidad, alto contenido en proteínas, buen peso específico, calidad del gluten, color amarillo. Otros requisitos valorados por la industria es un bajo contenido en cenizas, impurezas y ausencia de micotoxinas. La **Tabla 1** muestra los parámetros que ha de tener un grano para su clasificación entre los distintos grupos de calidad. Es esta multiplicidad de requisitos es lo que dificulta al agricultor el conseguir un producto de alta calidad en comparación con otros cereales como el maíz, cebada, e incluso el trigo blando.

Relación entre productividad y calidad de grano

Es una idea muy extendida que, en trigo duro, a mayor contenido en proteína menor rendimiento. Dicha afirmación puede resultar confusa si no se explica qué factor está provocando las diferencias en rendimiento. El **Gráfico 2** muestra las relaciones entre proteína y rendimiento de grano para un grupo

Gráfico 1

Evolución de la superficie (ha) y producción de grano (t/ha) de trigo duro en Aragón en los últimos años. Fuente: Gobierno de Aragón.

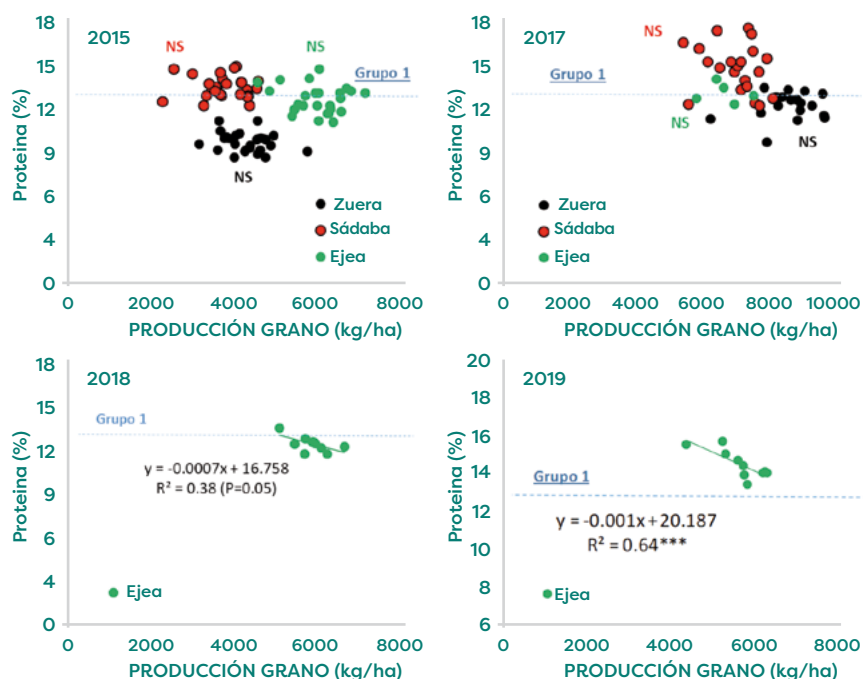
**Tabla 1.**

Grupos de calidad de trigo duro en España según norma publicada en RD 190/2013 y RD1615/2010.

GRUPO	PROTEÍNA (%)	PESO ESPECÍFICO (kg/hl)	VITROSIDAD (%)	"ALTO GLUTEN"(IG)	"ALTO COLOR" (IC; β CAROTENOS)
1	≥ 13	≥ 80	> 80	IG ≥ 75	IC ≥ 19 ; β carotenos ≥ 8 ppm
2	≥ 12	≥ 78	> 75	IG ≥ 75	IC ≥ 19 ; β carotenos ≥ 8 ppm
3	≥ 11	≥ 77	> 60	-	-
4	< 11	< 77	< 60	-	-

Gráfico 2

Relación entre el contenido de proteína y el rendimiento de grano para un mismo conjunto de variedades en 3 localidades de regadío y durante 2 años. Cada punto representa el valor medio de una variedad en dicho año.



de variedades en distintas localidades y años de cultivo en Aragón. De los resultados de dichos años queda patente que dicha correlación no siempre es significativa (años 2015 y 2017), aunque en otros ensayos (2018 y 2019) sí que se encontró que las variedades más productivas tenían menor porcentaje de proteína.

Sin embargo, en los ensayos en 2017 se observó que en la localidad con menor rendimiento medio del conjunto de variedades (Sariñena) el contenido de proteína medio fue mayor que en la localidad con mayor rendimiento medio, donde se observó una menor calidad en términos de proteína. Este efecto se considera que es debido a una "dilución" de la proteína del grano en los ambientes de mayor rendimiento.

Los resultados de un ensayo en 2015 (**Gráfico 3**), muestran que no se observó una relación significativa entre la vitrosidad y el rendimiento de grano entre un grupo de variedades y en tres localidades. Se observa un agrupamiento en función de la localidad donde se efectuó el ensayo, lo que está indicando el efecto de la meteorología y de las condiciones de manejo agronómico sobre la vitrosidad.

Relación entre parámetros de calidad

De acuerdo a los resultados presentados en el **Gráfico 4**, en dos localidades (Sádaba y Ejea) se encontró una relación positiva y significativa entre el contenido de proteína y la vitrosidad, lo que implica que las variedades con mayor vitrosidad tenían mayor proteína en grano. Sin embargo, en otra localidad (Zuera) esta relación no fue significativa, probablemente debido a que algún factor agronómico provocó un bajo contenido de proteína en todas las variedades evaluadas. Asimismo, se observa que para una localidad determinada no existió una relación entre el color del grano y el contenido de proteína (variedades con mayor color, no necesariamente tienen más proteína). Sin embargo, la localidad con la media de proteína más baja (Zuera), presentó la media con menor color. Además, la localidad con la media de proteína más alta (Sádaba), presentó una media de

color más elevada. Para cada localidad (datos no mostrados) no se encontró una relación entre vitrosidad y color para un grupo de variedades aunque la localidad que presentó la media de todas las variedades con mayor color, fue la que presentó un valor medio de vitrosidad mayor. Lo que concuerda con la mayor parte de los estudios que apuntan a que la vitrosidad es una variable con mayor influencia ambiental que genética.

Efecto de factores agronómicos

De acuerdo con Martos-Nuñez (2000) en condiciones de Andalucía, para obtener un elevado peso específico es preciso una duración del llenado de grano de al menos 30 días, por lo que un fuerte estrés hídrico terminal afecta dicho parámetro. Los estudios de Abad y col. (2004) y López-Bellido y col (2005) en regadíos del Valle del Ebro y Guadalquivir, respectivamente, mostraron que para obtener una buena calidad es preciso una suficiente fertilización nitrogenada que puede oscilar entre 100 y 200 kg N/ha, generalmente superior a la requerida para maximizar el rendimiento de grano. Aunque para definir la dosis óptima y evitar pérdidas de nitrógeno por lavado, hay que considerar el nivel de nitrógeno mineral de la parcela y su potencial productivo.

Se realizó un ensayo en riego por aspersión en Aragón (años 2018 y 2019) para evaluar el efecto varietal, de manejo del riego y del nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad del grano. Se obtuvo que el factor cultivar tuvo mayor influencia que los factores dosis de riego y fertilización nitrogenada sobre las variables de calidad de grano (Tabla 2). Así, en ambos años el factor variedad tuvo un efecto significativo en las variables proteína, peso específico, vitrosidad, y color. La proteína y la vitrosidad se vio muy afectada por el año del estudio, observándose mayor proteína y vitrosidad en 2019 que en 2018.

El factor dosis de riego tuvo un efecto significativo sobre algunas variables de calidad de grano, pero fue menor cuantitativamente que el factor varietal y no fue consistente entre los dos años del estudio, por lo que no quedó claro cómo

Gráfico 3

Relación entre vitrosidad y rendimiento de grano para tres localidades. Cada punto representa el valor medio de una variedad en dicho año.

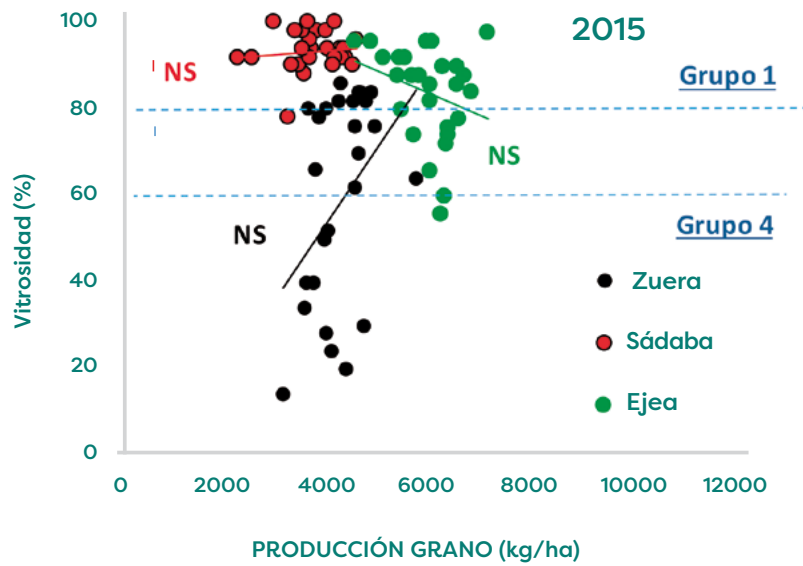
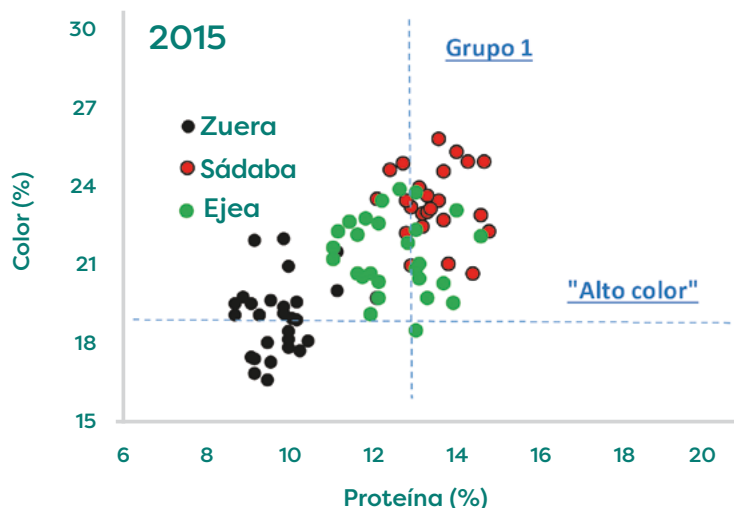
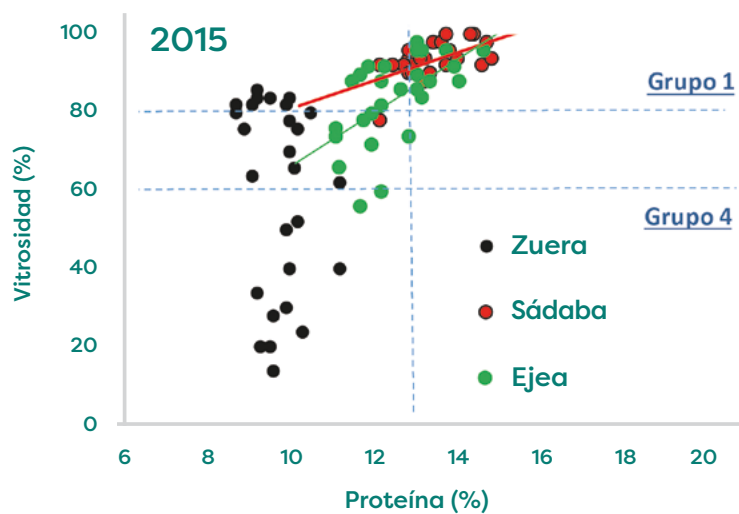


Gráfico 4

Relación entre el color y la vitrosidad, y el contenido de proteína en el grano para un grupo de variedades de trigo duro en 3 localidades distintas.



un ligero “riego deficitario” terminal puede afectar a la calidad del grano.

Debido a que se utilizaron dosis N próximas al óptimo, el factor fertilizante (dosis y fraccionamiento) no tuvo un efecto consistente a lo largo de los dos años del estudio, y los efectos, aunque significativos, fueron en general poco relevantes. En 2019 se observó una disminución del contenido de proteína al reducir de 210 a 180 kg N/ha, a pesar de un mayor fraccionamiento en la dosis más reducida.

Un aspecto a considerar es la necesidad de cumplir con las normativas ambientales. En Aragón hay 23 zonas declaradas como vulnerables a la contaminación por nitratos (Orden AGM/83/2021), que incluyen casi doscientas mil hectáreas del regadío (aproximadamente un 50% del total) y que están obligadas al cumplimiento del Programa de Actuación vigente en relación con las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados. Este cum-



Sistema de remolque pesador (Cooperativa Virgen de la Oliva, Ejea de los Caballeros, Zaragoza) para facilitar el pesaje de parcelas experimentales de gran superficie.

plimiento supone que, por ejemplo, para un suelo de textura franca con un 2% de materia orgánica (aporte de unos 40 kg N/ha debido a mineralización) y suponiendo una producción esperada de 7 t/ha, no deberían superarse los 170 kg N/ha. Esto hace que, en sistemas de riego por inundación, con una menor eficiencia en el uso del agua a nivel de parcela pueda ser difícil alcanzar los máximos niveles productivos y de calidad que tanto los agricultores como la industria semolera requieren. En sistemas de riego por aspersión, es posible la inyección del nitrógeno con el riego, lo que permite obtener mayor producción de grano y mayor calidad, con menores aplicaciones de fertilizantes nitrogenados.

Conclusiones

Parece clara la dificultad para obtener alta producción y altos niveles de calidad de acuerdo al RD 190/2013. Por la información recopilada en este y otros estudios, esta dificultad probablemente es mayor en Aragón que en otras regiones españolas.

La selección de la variedad parece el factor más importante para conjugar una alta producción y los requerimientos de la industria. Para ello es preciso continuar los esfuerzos realizados por grupos como GENVCE, la asociación española de técnicos cerealistas (AETC), y la Red ARAX (en Aragón) en el que se difunde información de ensayos en distintas regiones españolas. Dicha información es clave para guiar a los productores con información veraz e independiente. En el caso de su siembra en regadío, los sistemas por aspersión permiten un riego más eficiente, posibilitando mejor calidad de grano sin exceder las dosis de fertilizante nitrogenado máximas permitidas en zonas con problemas de contaminación por nitratos. Es preciso seguir estudiando cómo manejar el riego, especialmente en las fases finales del llenado del grano para mejorar los parámetros de calidad.

Agradecimientos

El ensayo de riego y nitrógeno fue financiado por el Grupo de cooperación GCP2017001800 (Gobierno de Aragón) y realizado por los técnicos y agricultores

Tabla 2

Valores medios de parámetros de calidad del grano (proteína, peso específico, vitrosidad, y color) para los distintos tratamientos. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$; test de Tukey).

FACTOR	PROT. (%)	P.E. (kg/hl)	VITR. (%)	COLOR	PROT. (%)	P.E. (kg/hl)	VITR. (%)	COLOR
----- 2018 -----				----- 2019 -----				
VARIEDAD								
Aventadur	10,18 a	80,2 c	69,4 a	16,2 a	12,6 b	80,5 ab	75,6 a	16,6 b
Olivadur/DR ¹	10,16 a	76,9 a	53,4 b	18,5 b	14,3 c	80,5 a	65,8 b	15,8 b
Sculptur	10,61 b	78,2 b	53,3 b	17,5 c	11,3 a	80,9 b	71,6 b	18,9 c
RIEGO								
R1	10,22 a	78,3 a	62,5 a	17,4 a	12,7 ab	80,4 a	69,7 a	17,0 a
R2	-	-	-	-	12,9 b	81,1 b	71,6 a	16,8 a
R3	10,41 b	78,5 a	54,9 b	17,5 a	12,5 a	80,3 a	71,7 a	17,4 b
FERTILIZANTE								
N1: DN-1C	9,85	77,6 a	53,1 a	17,2 a	13,3 c	80,4 a	74,2 b	17,3 b
N2: DN-2C	10,64	78,7 b	61,9 a	17,5 a	12,7 b	80,9 b	68,3 a	16,8 a
N3: DR-2C	10,46	78,9 b	61,0 a	17,4 a	12,1 a	80,5 a	70,5 ab	17,1 ab

¹ En 2019 se sembró la variedad Don Ricardo en lugar de Olivadur
R1: dosis normal de riego; R2: dosis reducida; R3: dosis reducida en espigado
DN: 180 y 210 kg N/ha en 2018 y 2019, respect.; DR: 150 y 180 kg N/ha
1C: Todo el N en ahijado; 2C: aplicaciones en encañado e inicio zurrón

La selección de la variedad parece el factor más importante para conjugar una alta producción y los requerimientos de la industria

colaboradores de la cooperativa Virgen de la Oliva (Ejea de los caballeros, Zaragoza). Las analíticas fueron realizadas por el Área de Laboratorios de Análisis y Asistencia Tecnológica (CITA) y por la Harinera de Tardienta S.A. (Huesca). Algunos resultados se han extraído de las informaciones técnicas agrarias publicadas por el Gobierno de Aragón (<https://www.aragon.es/-/informaciones-tecnicas-agrarias>).

Bibliografía

Abad, A., et al. (2004). "Nitrogen fertilization and foliar urea effects on

durum wheat yield and quality and on residual soil nitrate in irrigated Mediterranean conditions." *Field Crops Research* 87(2-3): 257-269.

AETC 2015, 2016. Encuesta de calidad de trigos españoles. <http://aetc.es>.

López-Bellido L., Garrido-Lestache E., López-bellido R.J. (2005). "Influencia del abonado nitrogenado en la calidad del trigo duro." *Vida Rural* 216: 36-42.

Martos- Nuñez V.M. et al. 2000. Influencia del régimen hídrico sobre parámetros de calidad del trigo duro (*Triticum durum* Desf.) en ambiente Mediterráneo. Trabajo Fin de Grado. Univ. Granada.