

Realizada de forma no destructiva y anticipadamente en el campo, con un medidor de clorofila

Estimación de la calidad harinera del trigo durante el cultivo

El concepto de calidad de los trigos harineros es bastante relativo, ya que en su valoración difieren el agricultor, el fabricante y el panadero. En términos generales se refiere al contenido de proteínas del grano, que es el parámetro fundamental del que depende principalmente dicha calidad. Numerosos experimentos han demostrado la estrecha relación existente entre estos parámetros tecnológicos y el contenido de proteína del grano que, como muestra este artículo ha sido estimado con éxito, durante el cultivo, en la fase de floración, con medidores de clorofila.

Rafael J. López-Bellido¹,
M^a José Poblaciones², Luis López-Bellido¹.

¹ Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, Universidad de Córdoba

² Departamento de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal, Universidad de Extremadura.

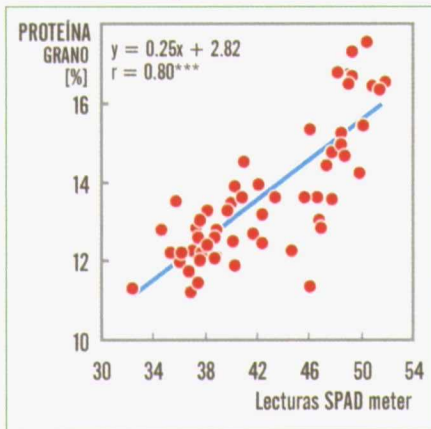
La industria harinera exige, no obstante, determinaciones más exhaustivas, utilizando para ello la información obtenida de instrumentos como el alveógrafo de Chopin y el Glutomatic. Ello supone un importante empleo de tiempo y dinero en la realización de los análisis: son necesarias 24 horas para la preparación de una muestra de harina y se pueden ejecutar entre quince y veinte análisis al día con el alveógrafo, una vez preparadas las muestras. Sin embargo, numerosos experimentos han demostrado la estrecha relación existente entre estos parámetros tecnológicos y el contenido de proteína del grano. Además, el contenido de proteínas del grano ha sido estimado con éxito, durante el cultivo, en la fase de floración, con medidores de clorofila (Minolta SPAD chlorophyll meter), como han demostrado López-Bellido *et al.* (2004) en las condiciones del sur de Inglaterra y como aparece en la **figura 1** correspondiente al experimento que se presenta en este artículo. Esta metodología permite ahorrar tiempo y conocer con antelación la proteína del grano antes de la cosecha.

Con estos antecedentes, se estudió durante dos años en el experimento de larga duración Malagón ubicado en Córdoba y descrito por López-Bellido *et al.* (2001), la posibilidad de predecir la estimación de la



FIGURA 1.

Estimación del contenido de proteínas del grano de trigo (cv. Gazul) en floración mediante un SPAD meter en el experimento Malagón de Córdoba



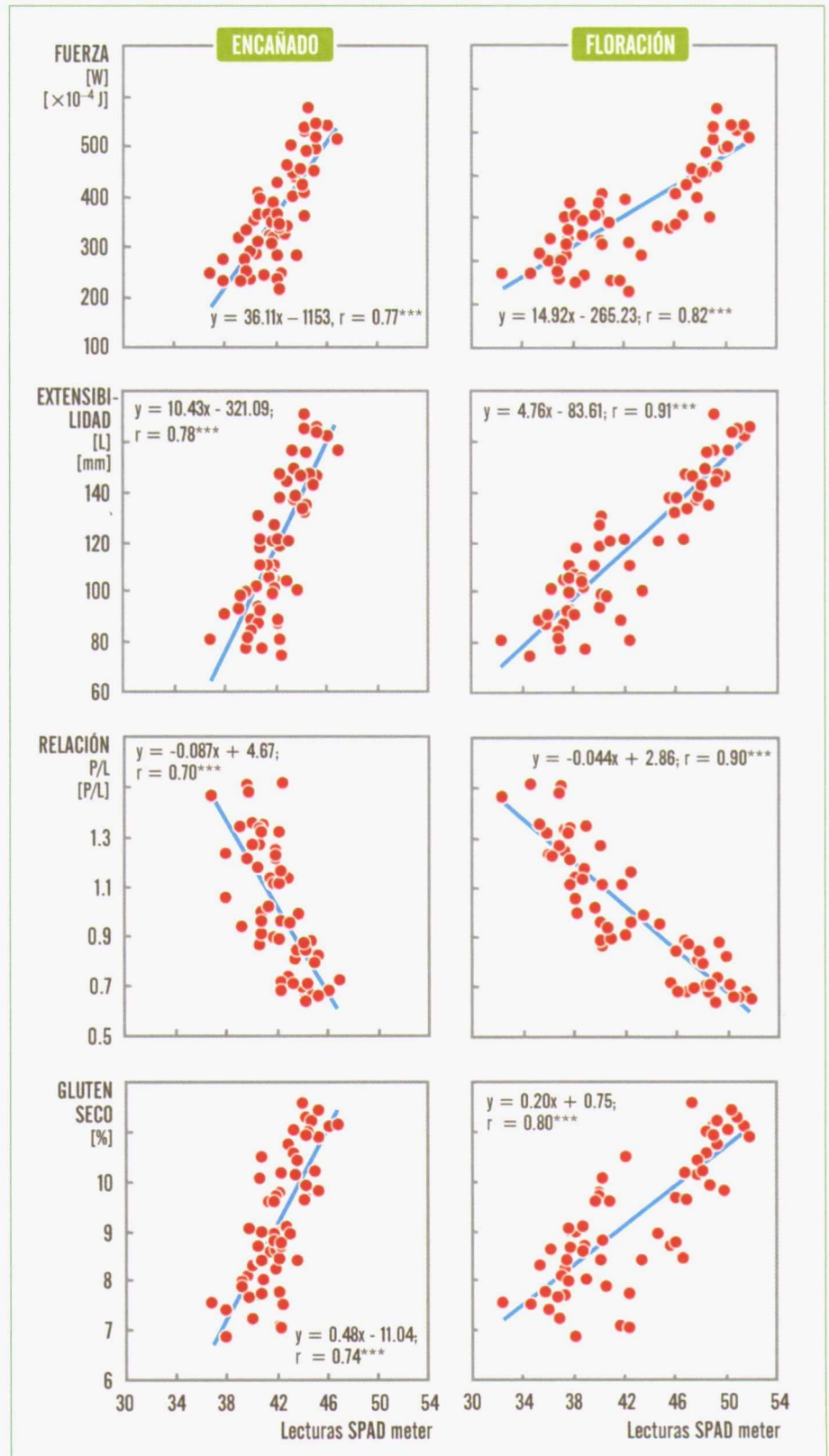
proteína con un SPAD meter para relacionarla posteriormente con los parámetros tecnológicos, evitándose de esta forma acumular el error con la utilización de dos modelos. El objetivo del estudio consistió, por tanto, en realizar lecturas de SPAD meter en campo en un trigo harinero (cv. Gazul), tanto al inicio de encañado como en floración, con el fin de obtener una relación directa de los parámetros del alveógrafo de Chopin y el contenido de gluten seco.

Relación SPAD meter – parámetros tecnológicos de calidad

Para realizar el estudio se establecieron modelos de regresión lineal simple entre las lecturas del SPAD meter al inicio del encañado y a mitad de la floración y los diferentes parámetros tecnológicos que determinan la calidad del trigo (**figura 2**). Prácticamente todos ellos estuvieron bien relacionados, con coeficientes de correlación altamente significativos en ambos estados fenológicos; siendo los niveles de correlación mejores para todos los parámetros en floración que en encañado, aunque las diferencias no fueron muy apreciables. Ello evidencia que la mayor parte del N ya ha sido extraído por el trigo en el encañado, en las condiciones de secano de la campaña andaluza. Sin embargo, no todos los parámetros de calidad tecnológica mostraron una relación significativa con las lecturas de SPAD, como la extensibilidad de la masa en

FIGURA 2.

Estimación de la fuerza panadera (W), extensibilidad (L), relación tenacidad - extensibilidad (P/L) y gluten seco del trigo (cv Gazul) en encañado y floración mediante un SPAD meter en el experimento Malagón de Córdoba



CUADRO I.

Modelos finales de estimación de la calidad del trigo harinero (cv. Gazul) mediante un SPAD meter después de ser validados mediante el método de la validación cruzada total.

Variable	Modelo con las lecturas de SPAD meter	
	Encañado	Floración
Proteínas del grano [%]	$y = 0,61x - 11,95$	$y = 0,25x + 2,84$
Fuerza panadera [W, $\times 10^{-4}$ J]	$y = 36,26x - 1160$	$y = 14,88x - 264$
Extensibilidad [L, mm]	$y = 10,48x - 323,02$	$y = 4,74x - 82,99$
Relación P/L	$y = -0,088x + 4,69$	$y = -0,043x + 2,84$
Gluten seco [%]	$y = 0,48x - 11,09$	$y = 0,20x + 0,64$



ambos estados fenológicos. Asimismo, las relaciones entre las lecturas del SPAD meter y los parámetros determinados a partir de la molienda integral del grano fueron pobres ($r < 0,42$), por lo que no han sido consideradas aptas para su utilización (datos no mostrados).

La validación de los modelos de regresión simple obtenidos se realizó mediante el método de validación cruzada completa (Esbensen, 2002), mostrándose en el **cuadro I** los modelos definitivos y optimizados. Aunque para simplificar el artículo no han sido mostrados en las figuras, los datos utilizados corresponden a dos años completamente diferentes según la lluvia registrada (701 y 412 mm). Se pone de manifiesto que la calidad es más predecible que los rendimientos bajo las condiciones limitantes de

lluvia que ocurren en el sur de España. De hecho, no hubo relación entre las lecturas de SPAD meter y los datos conjuntos del rendimiento de grano de los dos años estudiados. Para poder predecir el rendimiento se tuvo que recurrir a una regresión individual para cada año (datos no mostrados).

Conclusiones

En las condiciones de secano mediterráneas, el medidor de clorofila Minolta SPAD 502 es una herramienta de gran utilidad que permite estimar de forma simple, rápida, no destructiva y anticipada en el campo, y con una aceptable precisión, los parámetros del alveógrafo: fuerza panadera, extensibilidad, relación tenacidad-extensibilidad y gluten seco, tanto en el inicio del encañado como en la floración del trigo harinero. No es necesario, por tanto, recurrir previamente a la relación entre las lecturas del SPAD meter y el contenido de proteínas del grano, y posteriormente a las relaciones de los parámetros de calidad tecnológica con las proteínas, lo cual representa un mayor error en la estimación.

Este método propuesto para estimar la calidad del trigo puede ser de gran utilidad para la industria harinera, ya que ahorra

gran cantidad de tiempo y dinero en la realización de los análisis del alveógrafo y permite caracterizar las partidas de trigo antes de que sean cosechadas y anticipar las operaciones de compra-venta. Incluso, puede resultar ventajoso respecto a la tecnología NIR, para determinar los parámetros del alveógrafo con calibraciones previamente realizadas, principalmente por el conocimiento anticipado de la calidad del trigo antes de cosechar y también por el menor coste de inversión respecto al equipo NIR.

No obstante, se deben realizar más estudios para comprobar la bondad de la estimación cuando sean diferentes los cultivares utilizados. Aunque nuestra hipótesis es que no haya grandes diferencias, debido a que el SPAD meter mide el verdor o contenido relativo de clorofila de las hojas mediante la transmitancia a dos longitudes de onda, 650 nm (que es la longitud de onda de absorción de la clorofila) y 940 nm (para realizar una calibración interna que corrige factores como el contenido de agua, grosor de la hoja, etc.), lo cual podrían anular el factor cultivar como ha sucedido en otras especies como el maíz. Añadir, por último, que la predicción del rendimiento es más compleja, por lo cual las medidas del SPAD meter tal vez deberían ser combinadas en un modelo que incluyera el contenido de agua del suelo. ●

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Plan Nacional I+D+I (proyecto AGL2003-03581). Los autores agradecen la colaboración de la empresa ABECERA S.A., propietaria de la finca Malagón, y la valiosa ayuda de Joaquín y José Muñoz en los trabajos de campo y laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

Esbensen, K.H. 2002. Multivariate data analysis-In practice- 5th ed. Camo Technologies, Woodbridge, NJ. Nair, T.V.R. y Chatterjee, S.R. 1990. Nitrogen metabolism in cereals: Case studies in wheat, rice, maize and barley. En "Nitrogen in higher plants" (Eds. Y.P. Abrol). Research Studies Press Ltd., Somerset, England, p. 367-426.

López-Bellido, R.J, Shepherd, CE, Barraclough, PB. 2004. Predicting pos-anthesis N requirements on bread wheat with a Minolta SPAD meter. Eur. J. Agron. 20, 313-320.

López-Bellido, L, López- Bellido, R.J, Castillo, JE, López-Bellido, F.J. 2001. Effects of long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on bread-making quality of hard red spring wheat. Field Crop Res. 72, 197-210.