

# Manejo del nitrógeno en la mejora de calidad de los trigos blandos harineros

Tras la elección de la variedad, la dosis de nitrógeno es el factor principal para obtener alta producción y contenido en proteína

En este artículo se sientan las bases para la adecuada fertilización del trigo blando cuando su destino final es la alimentación humana y, más concretamente, en panificación. Para ello, se han ensayado cuatro variedades (Apache, Berdun, Soissons y Cezanne) analizando cuál es la dosis óptima económica de nitrógeno, cómo repartirlo a lo largo del ciclo de cultivos, la eficiencia de los distintos abonos nitrogenados y el contenido en proteína obtenida con las distintas dosis de nitrógeno ensayadas.

**Jesús Irañeta, Berta Lasa, Alberto Lafarga.**

Instituto Técnico y de Gestión Agrícola (ITGA) de Navarra.

**P**ara hablar de calidad del cereal debemos referirnos a un destino concreto, puesto que cada uno de ellos requiere unas características específicas. De este modo, si buscamos una cebada con destino a maltería, intentaremos que su contenido en proteína sea bajo, mientras que para un trigo con destino a panificación, este mismo contenido debe ser alto. En este artículo, vamos a referirnos a la calidad del trigo blando para su uso en alimentación humana, más concretamente en panificación.

En este contexto, los agricultores y sus organizaciones deben ser capaces de poner en el mercado lotes bien identificados y homogéneos en sus parámetros de calidad más significativos.

La calidad de un trigo destinado a panificación debe reunir una serie de características físicas (impurezas, granos partidos, humedad, peso específico, etc.), sanitarias (insectos, residuos de pesticidas, micotoxinas, metales pesados) y tecnológicas (proteínas, parámetros alveográficos, etc.). Es-

tas últimas se estudian generalmente a través de medidas indirectas que permiten prever el comportamiento de la harina en el proceso de panificación.

Entre las medidas indirectas, las más utilizadas son el alveograma y el contenido en proteína. Esta última es muy utilizada por su sencillez y rapidez, que permite analizar la muestra cuando llega un remolque a descargar y, en función del resultado, almacenarlo en el lote deseado. Existen equipos de medida electrónicos, normalmente basados en tecnologías NIR (infrarrojo cercano) que pueden ofrecer el resultado de una muestra de un modo casi inmediato.

Para la obtención de un trigo panificable de buena calidad, el primer aspecto clave es la elección de la variedad, puesto que las características panificables están muy ligadas a cada una de ellas.

Con una variedad de trigo de baja calidad harino-panadera será muy difícil obtener una partida interesante para el mercado. Existen variedades valoradas por su extensibilidad (por ejemplo Marius), otras por su fuerza (ejemplo Gazul), de ahí que la elección debe hacerse conociendo el mercado específico al que pretende destinarse (harinas panaderas, harinas para galletas, harinas de fuerza, etc.). Incluso el manejo va a ser diferente según se trate de uno u otro tipo varietal.



Vista de los ensayos.

## Influencia de la dosis de nitrógeno en la producción y proteína

Tras la elección de la variedad, la fertilización nitrogenada (dosis, fraccionamiento, tipo de fertilizante) representa el principal factor de producción para mejorar tanto el rendimiento como el contenido en proteína de los trigos harineros.

Con la fertilización convencional pretendemos, por una parte, satisfacer las necesidades nutritivas del cultivo para alcanzar una buena producción y, por otra, restituir al suelo los nutrientes extraídos por la cosecha para mantener la fertilidad del mismo. Normalmente aportamos nitrógeno (N), fósforo, potasio y azufre en cantidades relativamente importantes, mientras que los microelementos generalmente no es necesario proporcionarlos ya que el suelo es capaz de suministrarlos.

El N es el elemento que se aplica en mayor cantidad a los cultivos, excepto a especies fijadoras como las leguminosas. Se trata del elemento clave en la fertilización, del que depende la producción, siempre supeditado, por supuesto, a la disponibilidad de agua.

Para el cálculo de la dosis de N, en primer lugar hay que considerar las necesidades del cultivo, para lo que debemos estimar de un modo realista la capacidad productiva de la parcela. Normalmente se precisan alrededor de 30 kg de N por tonelada de grano de trigo esperado. Posteriormente, debemos calcular el N que el suelo es capaz de suministrar al cultivo para descontarlo de las necesidades previstas.

Mostramos a continuación en la **figura 1** la curva de respuesta productiva obtenida para cuatro variedades de trigo y distintas dosis de abonado de un ensayo instalado por el ITGA en 2005 en la localidad de Arazuri, ubicada en la Cuenca de Pamplona. Se aportó todo el N en dos coberteras, 60 kg en la primera a final de enero y el resto en la segunda a mitad de marzo.

Se observa en esta **figura 1** que las producciones obtenidas varían entre las variedades; sin embargo, en todos los casos el óptimo económico, o la dosis más rentable para el agricultor, se sitúa en torno a 180 kg de N por ha.

Partiendo de estos mismos datos, podemos calcular el N que hemos necesitado por tonelada de grano cosechado para la dosis óptima (**cuadro I**).

Respecto a la proteína obtenida, mostramos en la **figura 2** los contenidos en proteína de las variedades y dosis de N.

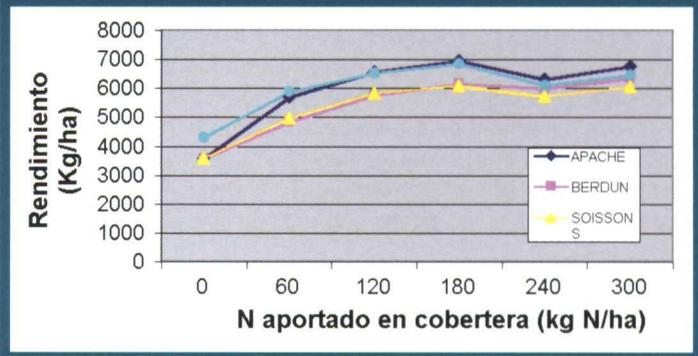
Se observa nitidamente en esta **figura 2** cómo el máximo contenido en proteína se obtiene con unos 220-240 kg de N por ha, es decir, a una dosis superior a la del óptimo económico que hemos visto anteriormente.

Si profundizamos en los parámetros alveográficos, los resultados nos muestran la relación positiva existente entre el contenido en proteína del grano y la evolución de la extensibilidad (medida a través de la relación P/L en este caso) o la fuerza panadera del trigo (W).

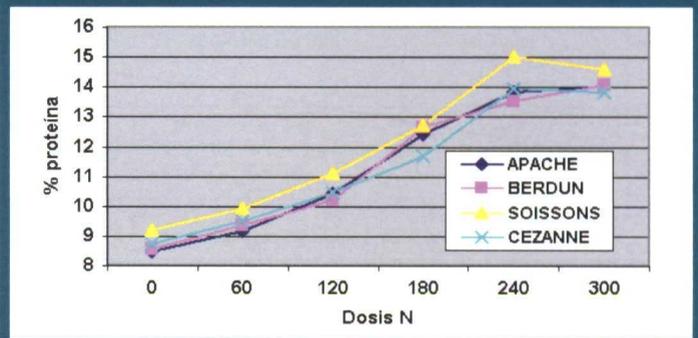
Para los trigos extensibles, la insuficiente fertilización nitrogenada provoca la producción de partidas de grano más desequilibradas (P/L). Con las dosis de nitrógeno óptimas para el rendimiento se obtienen los valores medios de P/L potenciales de una variedad de trigo blando harinero, sin que sea necesario incrementar la fertilización nitrogenada para mejorar su extensibilidad. En nuestro ejemplo, con dosis de 150 a 250 kg/ha de N obtuvimos valores similares de relación P/L (**figura 3**).

En el caso de los trigos valorados por su fuerza, por el con-

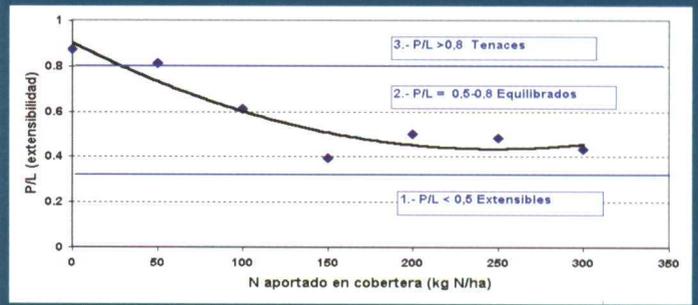
**FIGURA 1.**  
Respuesta al N de diferentes variedades de trigo



**FIGURA 2.**  
Variedad, nitrógeno y proteína. Arazuri 2005



**FIGURA 3.**  
Relación de dosis de N/extensibilidad (P/L)



trario, para obtener los valores potenciales de fuerza panadera (W) de cada variedad, hemos tenido que superar las dosis óptimas de rendimiento al menos en 30 ó 50 kg/ha de N. Como veremos más tarde, a menudo no se trata tanto de incrementar dosis, sino de elegir un sistema de reparto más apropiado para la calidad, que sitúe el nitrógeno más cerca del llenado del grano (**figura 4**).

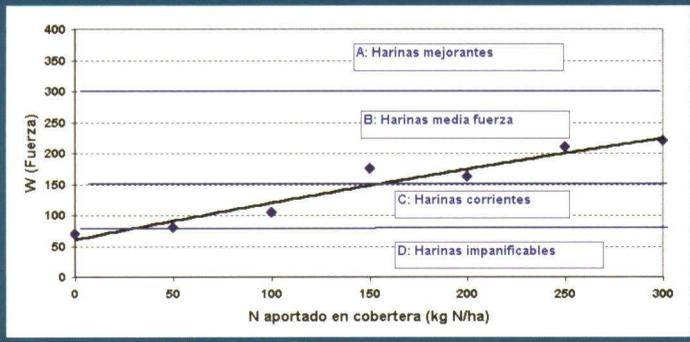
## Reparto del nitrógeno

El nitrógeno (N) es un elemento clave en la nutrición de los cultivos, pero a su vez es susceptible de sufrir considerables pérdidas que pueden originar importantes afecciones medio-

ambientales si no es bien utilizado. Para conseguir un buen aprovechamiento del N aplicado, además de ajustar la dosis, debemos elegir el momento de aplicación para ponerlo a disposición del cultivo en la fase en que éste lo necesita.

Presentamos en la **figura 5** la dinámica de absorción del trigo para una zona húmeda o un regadío en donde el agua está normalmente a disposición del cultivo. Se ve claramente cómo las necesidades del cereal son prácticamente nulas hasta la fase de ahijamiento, mientras que son muy elevadas en la de encañado. En la etapa final, durante el llenado del grano, si bien las necesidades de nitrógeno son ya poco importantes en can-

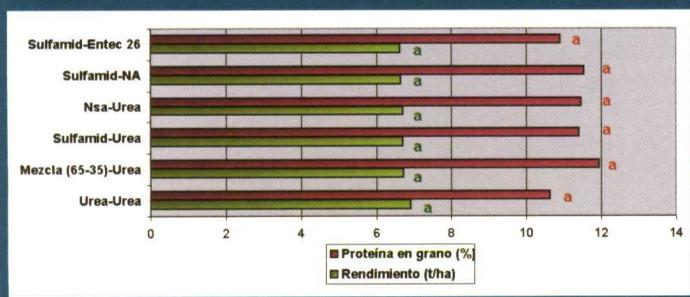
**FIGURA 4.**  
Relación dosis de N/Fuerza panadera (W)



**FIGURA 5.**  
Absorción del N por el cereal de invierno



**FIGURA 6.**  
Rendimiento y contenido de proteína en grano con distintos tipos de N (dosis 140 kg N/ha). Campaña 2005



**CUADRO I. KILOGRAMOS DE N NECESARIOS POR TONELADA DE GRANO COSECHADA PARA LAS DISTINTAS VARIETADES.**

VARIEDAD	Dosis óptima económica de N (kg/ha) (ajuste cuadrático)	Rendimiento kg/ha	N necesario kg N / t cosechada
Apache	183	6.910	26
Berdun	201	6.200	32
Soissons	180	6.065	30
Cezanne	163	6.683	24

**CUADRO II. INCIDENCIA DEL REPARTO DEL N EN PRODUCCIÓN Y PROTEÍNA.**

Dosis total N	1ªcob - 2ªcob - 3ªcob	Fuente de N	Rendimiento (kg/ha)	Proteína (%)
180	60-120-0	Sulfamid-Urea	6.798 a	12,26 a
180	60-80-40	Sulfamid-Urea-NA	6.911 a	12,86 b
220	60-160-0	Sulfamid-Urea	6.817 a	12,96 a
220	60-80-80	Sulfamid-Urea-NA	6.876 a	13,73 b

tividad, sí tienen una incidencia muy significativa en la calidad.

A partir de esta **figura 5**, debemos adaptar una estrategia de fertilización en función de la pluviometría de la zona o de la disponibilidad de agua. De esta forma, en una zona seca, con pluviometría inferior a 500 mm al año, aportaremos todo el N previsto en la primera cobertera, en inicio o pleno ahijamiento. Sin embargo, en zonas donde las precipitaciones o los aportes de agua de riego son seguros en marzo, se consiguen mejores aprovechamientos del N en dos aportes: al inicio del ahijamiento y al final del mismo. El reparto en, al menos, dos aportes mejora el aprovechamiento del N especialmente si el período entre la primera cobertera y la segunda es lluvioso.

En estas zonas húmedas o regadíos es posible realizar un tercer aporte cuando el cultivo se encuentra en hoja bandera. En este estado todavía falta por absorberse en torno al 20% del N y un aporte en esta época favorece una absorción tardía del N que suele mejorar el contenido en proteína, pero que incide poco en el rendimiento. Cabe señalar que para que funcione este tercer aporte, debe llover o regarse en los cinco a diez días siguientes a la aplicación, por lo que sólo tiene sentido en zonas húmedas o regadío.

Puede observarse en el **cuadro II** la incidencia de un reparto en tres coberturas respecto a dos en cuanto a producción y contenido en proteína para dos dosis de N. Vemos cómo para cada dosis de N, cuando se ha realizado un tercer aporte, se ha incrementado el contenido en proteína, mientras que la producción no ha variado. Se constata también que la dosis alta de 220 kg/ha ha mejorado el contenido en proteína respecto a la de 180 kg/ha.

### Tipos de nitrógeno

Se han ensayado distintos tipos de abonos nitrogenados disponibles en el mercado para probar su eficiencia. En estos casos se opta en la experimentación por una dosis ligeramente deficitaria respecto al óptimo para detectar el diferente aprovecha-



## FERTILIZACIÓN dossier

miento en caso de que éste se produzca.

Presentamos en la **figura 6** los resultados obtenidos durante la pasada campaña 2005 en el ensayo ubicado en Ibiricu (Egües). En todos los casos se han aportado 140 kg de N, 60 en la primera cobertera y 80 en la segunda. Los abonos utilizados son los que figuran en el **cuadro II**, únicamente conviene aclarar algunos acrónimos: nitrato amónico 27% (NA), nitro sulfato amónico 26% (NSA), mezcla (65-35): se trata de una mezcla que realizan las cooperativas para prevenir la carencia de azufre, en cuya composición entra un 65% de urea y un 35% de sulfato amónico.

Los resultados muestran nítidamente que no se encuentran ni respuestas productivas ni del contenido en proteína debidas a la fuente de N utilizada.

### ► Herramientas de ajuste

Es conocido por todos los agricultores que el estado nutricional nitrogenado de un cultivo está relacionado con la intensidad de su color verde, de forma que cuando está amarillento, le falta N, mientras que cuando su color es verde intenso, está bien nutrido, incluso es probable que le sobre. Esta intensidad de color verde está relacionada con el contenido en clorofila de ese cultivo y a su vez con el contenido en N.

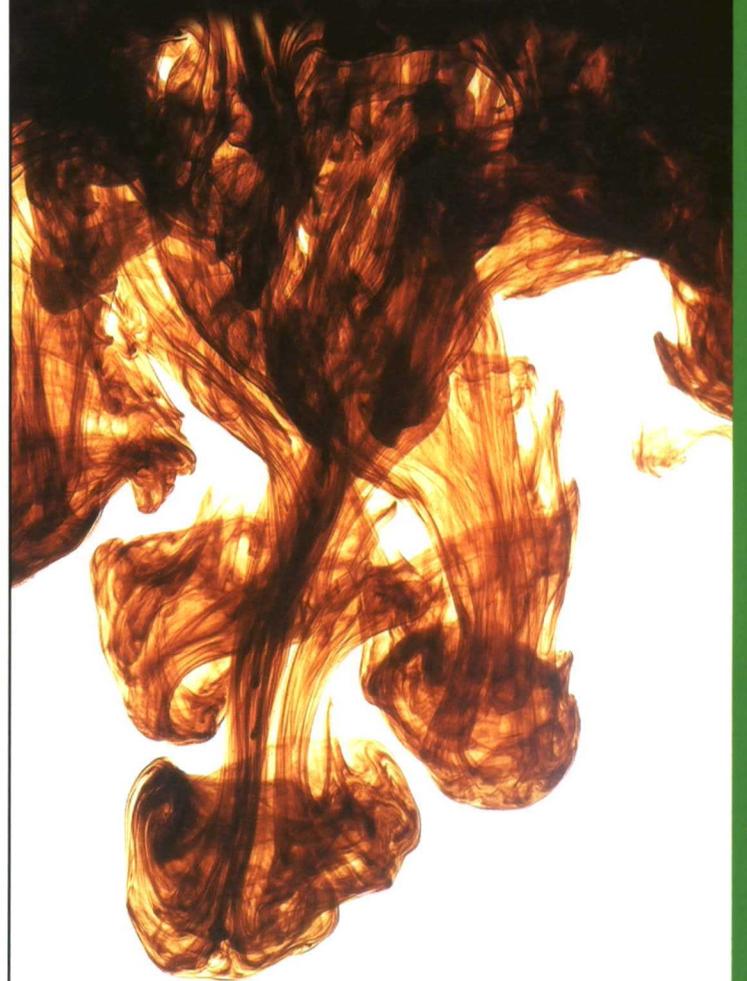
No obstante, interesa conocer este estado nutricional por un método más exacto que el visual para decidir la conveniencia o no de un aporte nitrogenado en un momento concreto. Por eso, durante estos últimos años hemos trabajado en colaboración con la Universidad Pública de Navarra en la puesta a punto de dos equipos portátiles medidores de clorofilas; se trata de los equipos SPAD (Minolta) y N-tester (Empresa de fertilizantes YARA) con los que se han analizado veintiséis ensayos de siete campañas diferentes. Ambas herramientas funcionan de forma similar, miden la luz transmitida por una hoja de una planta a dos longitudes de onda y el equipo nos muestra un valor que es el que debemos interpretar. Éste es diferente según se utilice un equipo u otro, pero están muy bien correlacionados.

La herramienta se muestra fiable para evaluar el estado nu-

Visita de los agricultores  
a los ensayos.



# Daymsa



Gama

## Ácidos Húmicos

Camino de Enmedio, nº 120 • 50013 ZARAGOZA (España)  
Tel. 976 46 15 16 - Fax 976 41 59 86 • e-mail: mail@daymsa.com

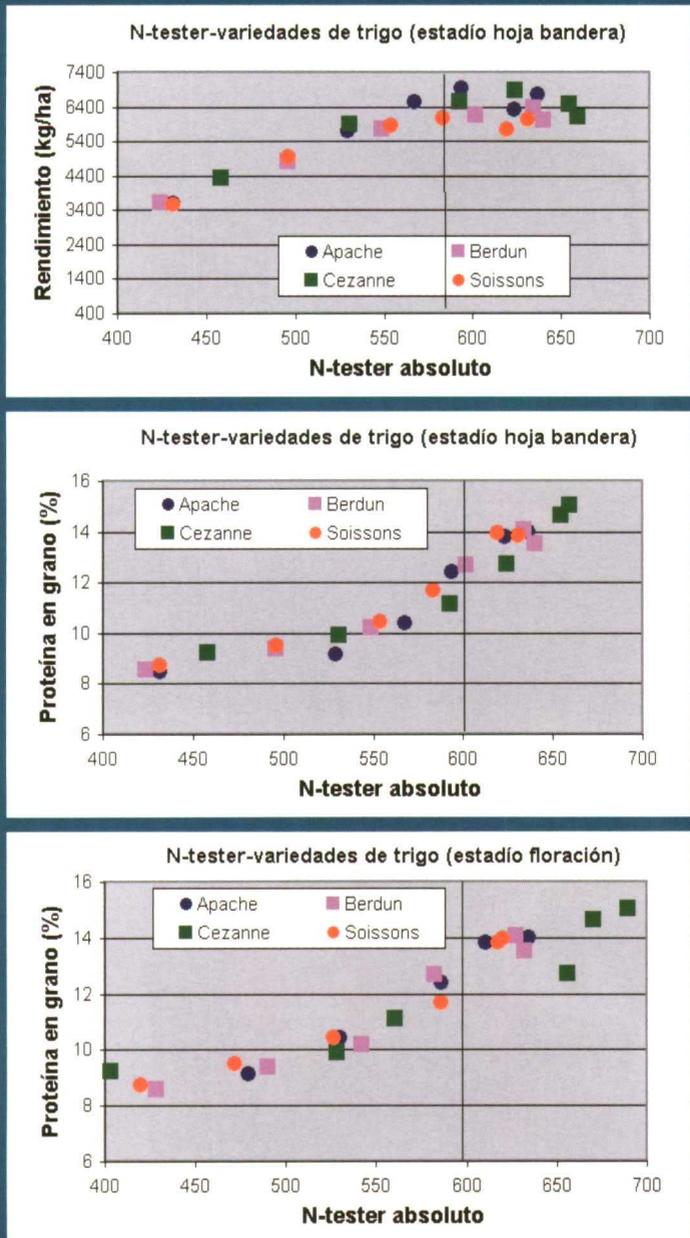
www.daymsa.com

Naturvital®

Naturvigor®

Naturcomplet®

FIGURA 7.



tricional del cultivo en un momento preciso, por lo que resulta útil para decidir la procedencia o no de un aporte de N tardío. Los resultados generales, publicados en el número 150 de la revista Navarra Agraria, nos muestran lo siguiente (figura 7):

- Lecturas de N-tester en estadios relativamente tempranos Z-32 (dos nudos) y Z-37 (inicio hoja bandera) pueden evaluar el estado nutricional del cultivo e indicarnos si debemos aportar N para alcanzar un rendimiento máximo o mejorar el contenido en proteína.
- Lecturas en estadios relativamente tardíos Z-45 (zurrón hinchado) y Z-55 (floración) nos informan sobre el contenido en proteína, que todavía es posible mejorar.
- Las lecturas de estadios más tardíos de Z-55 nos sirven para la previsión de separación de partidas de similar proteína.

### Conclusiones

- 1.- Para producir trigos blandos de buena calidad harinero-panadera es necesario elegir la variedad apropiada al mercado harinero al que se pretende destinar y utilizar la fertilización nitrogenada adecuada.
- 2.- La dosis total de fertilizante nitrogenado a aportar es variable en función del potencial de la parcela y la contribución del suelo. Normalmente serán necesarios entre 25 y 35 kg/ha de nitrógeno. Las dosis más altas son necesarias para los trigos valorados por su fuerza panadera.
- 3.- La forma de repartir la dosis total de fertilizante necesario para un trigo blando es tan importante como la cantidad total, especialmente cuando hablamos de zonas húmedas o regadíos donde se pueden producir pérdidas considerables de nitrógeno por excesos de lluvia o de riego. Es conveniente aproximar, en la medida de lo posible, los aportes de nitrógeno a los momentos de máxima necesidad del cultivo, al encañado (inicio) del cultivo fundamentalmente. Para producir trigos de fuerza de calidad es recomendable realizar aportes de nitrógeno complementarios tardíos, entre hoja bandera y floración, de 30 a 50 kg/ha de nitrógeno.

Medidor de clorofila N-tester.



- 4.- La elección de la dosis y el reparto apropiado son más significativos que el tipo de fertilizante utilizado, tanto desde el punto de vista de la producción como del de la calidad de los trigos blandos producidos. Cabe destacar que normalmente en los ensayos realizados por el ITGA no se observan diferencias de eficiencia entre los distintos tipos de abono nitrogenado aplicado.
- 5.- La utilización de los lectores de clorofila puede resultar muy útil para decidir el aporte o no de una tercera cobertera, con el objetivo de mejorar tanto el rendimiento como, especialmente, la calidad del trigo blando. ■