

# Influencia del nitrógeno en el rendimiento de grano y calidad en cereales de invierno

Rafael J. López-Bellido<sup>1</sup>, Elvira Garrido-Lestache<sup>2</sup>, José M<sup>a</sup> Fontán<sup>2</sup> y Luis López Bellido<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. Universidad de Córdoba.

**Se han realizado pocos estudios comparativos sobre la respuesta de la productividad de los trigos harineros y duros al N fertilizante. El objetivo del presente trabajo fue comparar el efecto de la dosis de N fertilizante en el rendimiento de grano, los componentes de rendimiento y otros parámetros de la productividad de los trigos harineros y duros.**

**A** lo largo de la década de los años setenta se inició en las zonas cerealistas de la región mediterránea la introducción exitosa de las nuevas líneas y cultivares de trigos harineros de primavera, seleccionadas por el Cimmyt en México, especialmente en las áreas de vertisoles de secano de Andalucía. Estos nuevos cultivares incrementaron notablemente el rendimiento respecto a los cultivares locales y también mantuvieron en general un estándar de calidad panadera elevado bajo las condiciones del clima mediterráneo. Con posterioridad, tuvo lugar la introducción en la región de los nuevos cultivares de trigo duro del Cimmyt, que también mostraron una excelente adaptación. Los antiguos cultivares locales de trigo duro siempre tuvieron rendimientos de grano notablemente más bajos que el trigo harinero. Sin embargo, los nuevos cultivares de trigo duro del Cimmyt fueron más precoces y de baja talla, combinando resistencia a enfermedades y un mayor rendimiento potencial. Los programas de subvenciones al trigo duro, que desde su inicio aplicó la Política Agraria Comunitaria (PAC) de la Unión Europea, han supuesto con el tiempo una fuerte expansión del cultivo de trigo, sobre todo en el sur de España, en detrimento de la superficie de trigo harinero de fuerza.

Tradicionalmente, en la región mediterránea, se ha aplicado menos N fertilizante al trigo duro que al trigo harinero debido al más bajo rendimiento de grano del primero y a la mayor altura y susceptibilidad al encamado de sus cultivares. La utilización de nuevos cultivares de trigo duro ha provocado un incremento de los inputs de N fertilizante. En la actualidad, la dosis de N fertilizante aplicada a estos cultivares

sembrados en el sur de Europa es generalmente similar a la de los trigos harineros.

Siempre se ha considerado que el trigo harinero tiene una más alta productividad que el trigo duro y que tiene una mejor respuesta a la aplicación de N. Esta diferencia entre especies puede atribuirse a variaciones en las necesidades relativas de N durante sus respectivos períodos de crecimiento o, con más probabilidad, a unos mayores requerimientos absolutos de N por el trigo harinero y su mejor respuesta al N aplicado.

También han sido encontradas diferencias significativas entre especies para los componentes de rendimiento, especialmente en el número de espigas por metro cuadrado, que se atribuyen a la mayor capacidad de ahijamiento del trigo harinero. Por el contrario, el peso de los 1.000 granos frecuentemente es mayor en el trigo duro.

Por último, no está clara la influencia de la especie de trigo en el





contenido de proteínas del grano, una característica compleja que resulta de la interacción de la tasa de extracción de N y la tasa de crecimiento en la relación con la asimilación de N y la partición de N entre el grano y la paja en la maduración con el medio ambiente.

## Metodología

Los experimentos fueron realizados durante las campañas 1999-2000, 2000-2001 y 2001-2002 en cuatro localizaciones de las campiñas andaluzas: en las fincas Dehesilla (Montemayor, Córdoba), Santa Clara (Carmona, Sevilla), Carrasco (Baena, Córdoba) y Saladilla (Santaella, Córdoba). Se utilizaron las siguientes dosis de N fertilizante: 0, 100, 150 y 200 kg/ha (aplicado 1/3 en siembra + 1/3 en el ahijado + 1/3 en el encañado). En todas las fincas se siguió la rotación bianual trigo-girasol. Los cultivares fueron el trigo harinero Gazul y el trigo duro D. Pedro. El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones, siendo el área básica de cada parcela de 50 m<sup>2</sup> (5 x 10 m). Las evaluaciones efectuadas fueron el rendimiento y el contenido de proteína del grano de trigo; y los índices de calidad: peso específico, fuerza panadera (W), tenacidad (P) y extensibilidad (L) de la masa, relación P/L y gluten index, en el trigo harinero. En el trigo duro se determinó también el peso específico y gluten index y el índice de amarillez, cenizas y vitrosidad.

## Resultados

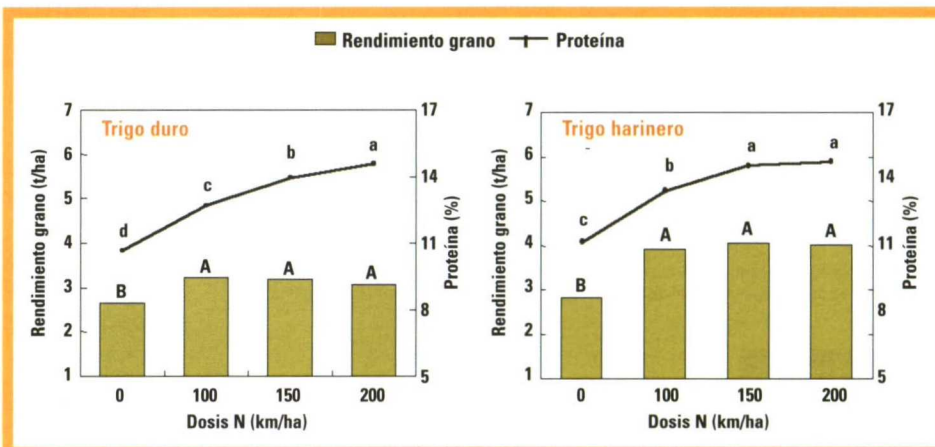
### Influencia de la dosis de N fertilizante en el rendimiento y proteína

El N fertilizante incrementó el rendimiento de grano hasta la dosis de 100 kg/ha en ambos tipos de trigo (**figura 1**). En comparación con el tratamiento control (dosis cero N), el porcentaje medio de incremento del rendimiento con la aplicación de la dosis 100 kg N/ha fue del 39% en el trigo harinero Gazul y del 23% en el trigo duro D. Pedro. No se registraron diferencias significativas entre las dosis 100, 150 y 200 kg N/ha (**figura 1**). En el conjunto de los tres años de estudio y para las cuatro localizaciones, el rendimiento medio del trigo harinero fue de 700 kg/ha más que el del trigo duro.

Por el contrario, la aplicación del N fertilizante incrementó significativamente el contenido de proteínas del grano hasta la dosis de 150 kg N/ha en el trigo harinero y hasta 200 kg N/ha en el trigo duro (**figura 1**). En consecuencia, la concentración de proteína en el grano respondió notablemente mejor que el rendimiento de grano al N fertilizante en ambas especies de trigo, especialmente en el trigo duro. En el conjunto de todos los años y locali-

**Figura 1.**

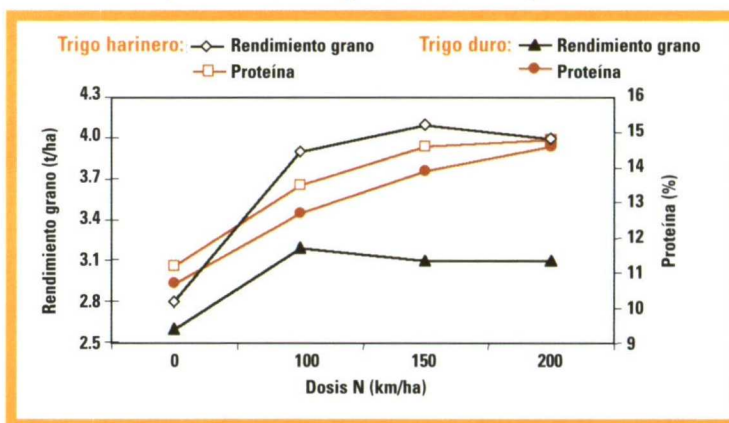
**Influencia de la dosis de nitrógeno en el rendimiento y contenido de proteína del trigo.**



Media de tres años de experimentos en cuatro localizaciones de la campiña andaluza. Para cada especie de trigo, letras mayúsculas y minúsculas diferentes indican diferencias significativas al 95% para el rendimiento de grano y contenido de proteínas, respectivamente, según el test de mínima diferencia significativa.

**Figura 2.**

**Influencia de la dosis de nitrógeno en la evolución del rendimiento y contenido de proteína del trigo.**



Media de tres años de experimentos en cuatro localizaciones de la campiña andaluza.

zaciones, el contenido promedio de proteína del grano fue significativamente más alto en el trigo harinero Gazul que en el trigo duro D. Pedro, con una diferencia de 0,5 puntos.

La **figura 2** muestra la evolución comparativa del rendimiento y contenido de proteína del grano de las dos variedades de trigo, en función de la dosis de N fertilizante aplicada.

### Influencia de la dosis de N fertilizante en la calidad

Como en el caso de la proteína, estrechamente relacionada con la calidad harinera y semolera de los trigos, las dosis de N fertilizante tuvieron un efecto más consistente sobre los índices de calidad de los trigos que sobre el rendimiento de grano.

El incremento de la dosis de N fertilizante en el trigo harinero aumentó el índice de alveograma (W) y extensibilidad de la masa (L) y disminuyó la relación P/L, el peso específico y el gluten index (**cuadro I**).



## Cuadro I.

Influencia de la dosis de nitrógeno fertilizante en los índices de calidad del trigo harinero (cv. Gazul).

Dosis N (kg/ha)	PE (kg/hl)	W ( $\times 10^{-3}$ J)	P (mm)	L (mm)	P/L	GI (%)
0	81 a	182 c	93 a	51 c	2,3 a	90 a
100	80 b	270 b	98 a	74 b	1,6 a	87 b
150	78 c	299 b	100 a	84 a	1,3 a	84 c
200	78 d	359 a	105 a	90 a	1,3 b	83 c

PE: peso específico; W: fuerza panadera; P: extensibilidad de la masa; L: tenacidad de la masa; GI: gluten index.

Media de tres años en cuatro localizaciones de la campiña andaluza. Para cada índice, letras diferentes indican diferencias significativas al 95%, según el test de mínima diferencia significativa.

## Cuadro II.

Influencia de la dosis de nitrógeno fertilizante en los índices de calidad del trigo duro (cv. D. Pedro).

Dosis N (kg/ha)	PE (kg/hl)	GI (%)	Índice amarillez	Cenizas (%)	Vitrosidad (%)
0	81 a	58 a	19,8 b	1,7 a	53 c
100	80 b	56 a	20,8 a	1,6 a	88 b
150	79 c	52 b	20,8 a	1,6 a	93 a
200	78 d	52 b	20,8 a	1,5 a	94 a

PE: peso específico; GI: gluten index.

Media de tres años en cuatro localizaciones de la campiña andaluza. Para cada índice, letras diferentes indican diferencias significativas al 95%, según el test de mínima diferencia significativa.



Las dosis de N fertilizante tuvieron un efecto más consistente sobre los índices de calidad de los trigos que sobre el rendimiento de grano

En el trigo duro, el incremento de la dosis de N fertilizante aumentó considerablemente la vitrosidad del grano y no afectó significativamente al índice de amarillez (aunque hubo diferencias significativas con el control de cero N) ni al contenido de cenizas (**cuadro II**). Al igual que en el trigo harinero, también la dosis de N redujo el peso específico y el gluten index (**cuadro II**).

## Conclusiones

La comparación, bajo las mismas condiciones experimentales, de las especies de trigo harinero y duro simbolizados por dos modernos cultivares representativos del área de cultivo del sur de España, ha mostrado la existencia de apreciables diferencias entre los mismos en respuesta a la variación de las condiciones ambientales y a la aplicación del N fertilizante. Los notables esfuerzos realizados en la selección genética de los trigos duros, impulsada principalmente por el Cimmyt, han supuesto la obtención de cultivares de alta productividad y bien adaptados a las condiciones mediterráneas que han reducido drásticamente las grandes diferencias de rendimiento que han existido tradicionalmente entre los cultivares locales de trigo duro y trigos harineros de fuerza.

El promedio de rendimiento de grano del trigo duro fue el 80% del trigo harinero, siendo el mayor número de espigas por metro cuadrado el factor decisivo para explicar tal diferencia. Sin embargo, cuando el agua y el N fueron limitantes, el rendimiento de grano fue similar en ambas especies de trigo.

El peso de los 1.000 granos fue el componente que tuvo mayor influencia en la elaboración del rendimiento en ambas especies de trigo.

Con cantidades medias de N mineral residual nativo en el suelo en la siembra en torno a 70 kg ha<sup>-1</sup> (0-90 cm), la respuesta del rendimiento de grano al N fertilizante fue similar en ambos trigos: hasta 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, con dicha dosis fertilizante, el trigo harinero registró un mayor incremento del rendimiento, respecto al control sin N fertilizante, que el trigo duro.

El promedio del contenido de proteínas del grano fue más alto en el trigo harinero que en el trigo duro, teniendo la dosis de N fertilizante un efecto más consistente que sobre el rendimiento de grano: respuesta significativa hasta 150 kg N/ha en el trigo harinero y hasta 200 kg N/ha en el trigo duro.

En el trigo harinero, la dosis de N fertilizante aumenta la fuerza panadera (W) y mejora el equilibrio de la relación tenacidad/extensibilidad (P/L), pero reduce el peso específico y el gluten index. Y el trigo duro incrementa notablemente el porcentaje de vitrosidad del grano y no afecta al contenido de cenizas del mismo, reduciendo también el peso específico y el gluten index. ■

## Agradecimientos

A las empresas Fertiberia y Limagrain Ibérica, por su colaboración, y a los propietarios de las fincas donde se realizaron los ensayos.