

Una experiencia en Castilla-La Mancha

# Fertilización Nitrogenada de la Cebada en Regadío

Por: Amparo Moreno Valencia, Marta M<sup>a</sup> Moreno Valencia, Francisco Ribas Elcorobarrutia, M<sup>a</sup> Jesús Cabello Cabello\*



Vista del ensayo de abonado nitrogenado. A la derecha parcela no abonada

**D**urante 1998, 1999 y 2000 se realizó un estudio de campo en Ciudad Real para analizar la respuesta productiva de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) a distintas estrategias de fertilización nitrogenada. La importancia de este cultivo en Castilla-La Mancha, los problemas medioambientales derivados tanto del mal uso como del abuso del N en los regadíos y la falta de un criterio unánime a la hora de recomendar unas pautas de abonado, ha hecho ne-

cesario un estudio de campo que determine la influencia de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de la cebada en nuestras condiciones climáticas y edáficas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en la finca "La Entresierra" del Centro de Mejora Agraria "El Chaparrillo", propiedad de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, situada en Ciudad Real (3°56' W, 39°0' N, altitud 640 m). Para los ensayos se utilizaron tres parcelas contiguas, idénticas en forma

y tamaño, que permitieron la rotación del cultivo en los años de estudio.

El suelo es de textura franco-arenosa, ligeramente básico (pH=8.1), no salino (CE=0.30 dS/m), con un contenido bajo en nitrógeno total (0.1%, Kjeldahl) y en fósforo (13 ppm, Olsen), muy alto en potasio (415 ppm, acetato amónico) y normal en materia orgánica (2.1%).

Se trabajó con la variedad Beka por su importancia y arraigo entre los cereales de Castilla-La Mancha. La siembra se realizó en líneas a chorrillo separadas 20 cm, con una dosis de semilla media de 160 kg/ha (420 semillas/m<sup>2</sup>), lo que en campo se tradujo en unas 350 plantas/m<sup>2</sup>.

El cultivo se mantuvo en regadío mediante un equipo de aspersión en cobertura total. El período de riego fue variable en función de la climatología y el desarrollo del cultivo, abarcando desde pleno ahijado hasta el estado de grano pastoso. El programa de riegos se estableció de manera que las plantas recibieran una cantidad total de agua (precipitación + riego) similar al 80% de la evapotranspiración del cultivo (ETc), puesto que parece suficientemente demostrado que esta reducción no varía significativamente el rendimiento de la cebada (Moreno et al., 2000) y puede suponer en años secos un considerable ahorro de agua. La ETc se calculó mediante balance hídrico con sonda de neutrones en una parcela ad-

\* C.M.A. "El Chaparrillo". Servicio de Investigación y Tecnología Agraria de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

yacente de similares características edáficas y sometida a las mismas labores culturales.

La fertilización consistió en 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha aplicados en presiembra en forma de superfosfato 18%, y las dosis diferenciales de N, aplicadas a mano en forma de urea 46% en fondo y nitrato amónico 33.5% en cobertera en ahijado. Los altos niveles de potasio asimilable en el suelo aconsejaron no utilizar abonado potásico.

El diseño estadístico utilizado fue el de parcelas subdivididas (split-plot) con cuatro repeticiones. La parcela principal fue la de dosis de N (0, 100, 150 y 200 kg/ha), y la subparcela, la de fraccionamiento entre fondo y cobertera (la dosis total en fondo (F), dos tercios en fondo y uno en cobertera (2F1C), un tercio en fondo y dos en cobertera (1F2C) y todo en cobertera (C)), resultando un total de 64 parcelas de 2,4 x 17 m (42 m<sup>2</sup>) separadas por pasillos de 0,5 m de anchura. El campo de ensayo se rodeó de un borde de al menos diez metros de anchura para reducir en lo posible los problemas de advección.

La recolección de las parcelas se realizó con una cosechadora especial para ensayos. Se determinó la humedad del grano con un medidor de humedad digital y los datos obtenidos se transformaron a kilogramos por hectárea referidos a una humedad estándar del 12%.

Se ha realizado el estudio conjunto de los tres años de experimentos, lo que permite aumentar considerablemente la precisión al ser mayor el número de observaciones (de n=64 a n=192). Los datos obtenidos se han sometido a un análisis de varianza, determinándose el grado de significación y la mínima diferencia significativa al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El efecto principal de la dosis de N ha sido decisivo, resultando el ensayo significativo con P<0.001 (Tabla 1).

No se encontraron diferencias significativas (P<0.05) entre el rendimiento de las dosis 100 y 150 kg N/ha, pero sí entre el de éstas y el de 200 y 0 kg N/ha. El tratamiento que no recibió fertilización nitrogenada fue el menos productivo (Tabla 2).

## LA PRODUCCION VARIA SIEMPRE CON EL CLIMA

**SE RECOMIENDA UNA DOSIS DE 120 KG N/HA  
ABONAR SOLO EN COBERTERA REDUCE EL RENDIMIENTO**

**Tabla 1. Análisis de la varianza (cuadrado medio) para el rendimiento de la cebada según la dosis de N fertilizante y su fraccionamiento entre fondo y cobertera. Período 1998 a 2000.**

Fuente	G.L.	Cuadrado medio	F
Año	2	18033024.00	111.162***
Dosis N	3	68384176.00	305.850***
Año x Dosis N	6	2560816.00	11.453***
Error a	27	223586.94	1.378
Fraccionamiento (FN)	3	3517187.25	21.681***
Año x FN	6	195932.38	1.208
Dosis N x FN	9	408322.38	2.517*
Año x Dosis N x FN	18	381032.09	2.349**
Error b	108	162222.48	-

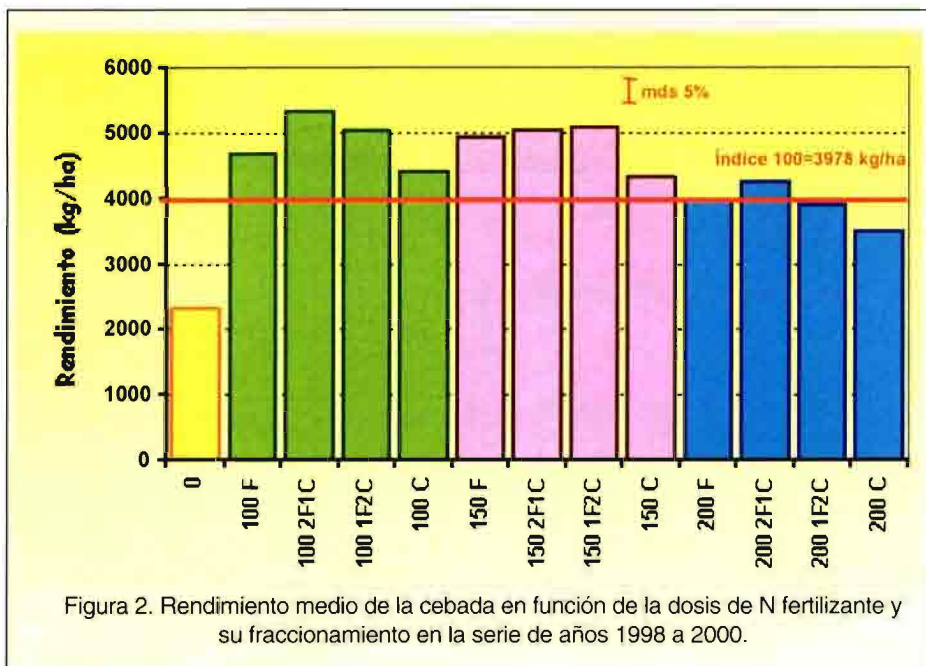
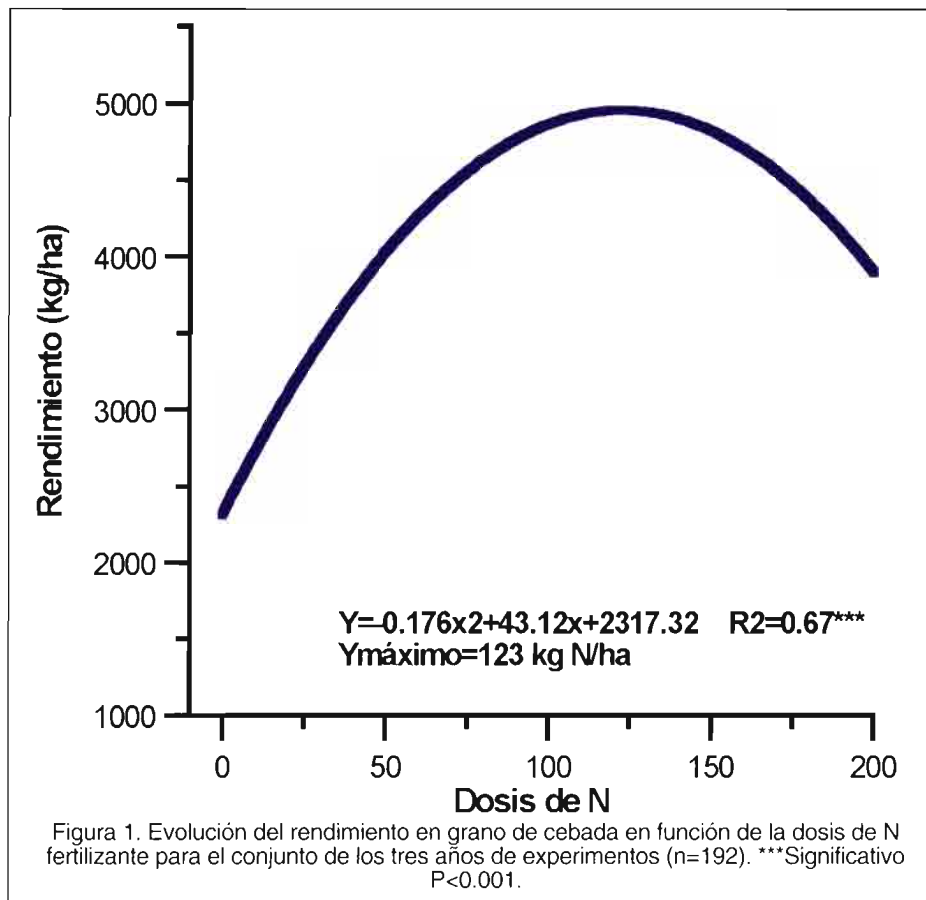
\*, \*\*, \*\*\*: Significación al nivel de probabilidad 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente.

**Tabla 2. Rendimiento de la cebada en las campañas 1998, 1999 y 2000 según la dosis de N fertilizante y su fraccionamiento entre fondo y cobertera.**

Tratamiento	Año			Media
	1998	1999	2000	
<b>Dosis de N (kg ha-1)</b>				
0	1710 c	2005 c	3241 c	2319 c
100	4973 a	4359 a	5247 a	4860 a
150	4916 a	4096 a	5497 a	4837 a
200	4287 b	3339 b	4060 b	3895 b
<b>Fraccionamiento</b>				
F	3911 ab	3460 a	4594 b	3988 b
2F1C	4240 a	3599 a	4894 a	4244 a
1F2C	4093 a	3563 a	4564 b	4073 b
C	3642 b	3178 b	3993 c	3604 c
<b>Media total</b>	3971 B	3450 C	4512 A	3978

Fraccionamiento: La dosis total en fondo (F), dos tercios en fondo y uno en cobertera (2F1C), un tercio en fondo y dos en cobertera (1F2C) y todo en cobertera (C).

Para cada año y tratamiento (dosis de fertilizante y fraccionamiento entre fondo y cobertera), letras minúsculas distintas indican diferencias con P<0.05. Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre años con P<0.05.



La representación gráfica (Fig. 1) permite una rápida visualización de los resultados obtenidos. Se observa que el rendimiento se ajusta con P<0,001 a una función polinómica de segundo grado cuyo máximo corresponde a una

dosis de 123 kg N/ha. Estos resultados están en concordancia con los trabajos de Molina (1989) y las recomendaciones del Servicio de Investigación y Tecnología Agraria de Castilla-La Mancha (SITA, 1998), que aconsejan dosis de

100-120 kg N/ha. Vialles (1994) recomienda un máximo de 130 kg N/ha si el precedente es trigo, dosis que se reduciría en 10-30 unidades con otros precedentes culturales. Sin embargo, Webb et al. (1998) obtuvieron el óptimo económico con 143 kg N/ha, y el Instituto Técnico y de Gestión Agrícola (ITGA, 1999), con 163 kg N/ha, deduciéndose que aun con estos niveles de fertilización no alcanzaron el tramo descendente de la función rendimiento-N.

Los resultados obtenidos (Tabla 2) indican que una única aplicación de N fertilizante en cobertera se traduce en una merma del rendimiento en grano de la cebada, mientras que no se encuentran diferencias estadísticas al realizar un único aporte en fondo o fraccionado 1/3 en fondo y 2/3 en cobertera. El otro fraccionamiento ensayado, 2F1C, resultó ser el más productivo.

Según Baethgen et al. (1995), se deben asegurar cantidades relativamente pequeñas de N disponible para el establecimiento del cultivo y el desarrollo inicial del ahijado, aplicando el N adicional al final de este periodo, puesto que las necesidades de N antes del ahijamiento no superan el 10% del total. En esta línea, el ITGA (1998) recomienda el fraccionamiento 1F2C, afirmando que no se deben superar los 25-30 kg N/ha en presembrado (ITGA, 2000). Sin embargo, Molina (1989) aconseja dividir las aportaciones nitrogenadas al 50% entre sementera y cobertera a principios del ahijado, y Bouthier (1994) es de la misma opinión si se trata de cebada cervecera de siembra invernal, mientras que si se siembra en primavera prefiere evitar el aporte en ahijado para preservar el potencial de calidad cervecera. García del Moral et al. (1982) comprueban en sus experimentos la mayor influencia sobre el rendimiento del N en sementera.

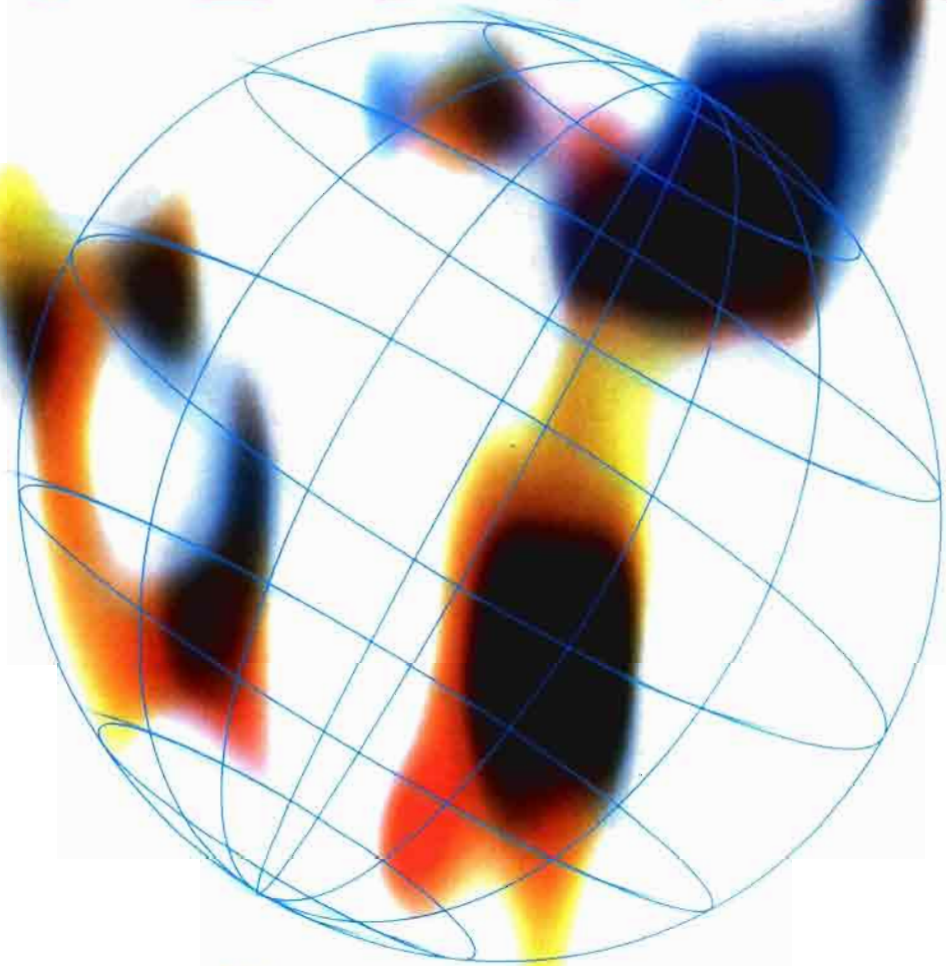
Los análisis de varianza (Tabla 1) muestran que el efecto de la interacción Dosis x Fraccionamiento ha sido significativo (P<0.05), lo que indica que la forma de fraccionar el N fertilizante proporciona resultados diferentes en función de la cuantía de la dosis total aplicada. En la Figura 2 se observa que todos los fraccionamientos de las dosis 100 y 150 kg N/ha superan el índice 100 (3978 kg/ha), el perjuicio que supone para el cultivo aplicar todo el N fer-

  
DE  
M

# FERIA

INTERNACIONAL

# MUESTRAS



TRANSPORTISTAS  
OFICIALES

**IBERIA**

 Renfe

9  
15  
septiembre

VALLADOLID

2002

  
INSTITUCIÓN FERIAL DE CASTILLA Y LEÓN

[www.feriavalladolid.com](http://www.feriavalladolid.com)





Cebada en madurez comercial

tilizante en cobertera y el mal comportamiento productivo de la cebada cuando no se fertiliza con N.

Los resultados obtenidos en este ensayo aconsejan un total de 100-120 kg N/ha fraccionados 2/3 en fondo y el resto en cobertera en ahijado, evitando siempre realizar un único aporte de N en cobertera. El empleo de N ureico en sementera, por su efecto más lento y su mayor retención en los suelos, habría permitido un suministro adecuado de N, que se vería completado con el aporte de nitrato amónico en ahijado, período en que se determina la población potencial de espigas. De esta forma también habría habido suficiente N a disposición de la cebada durante el encañado y la antesis, cuando las necesidades son máximas.

Las diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) encontradas en la producción de las distintas campañas muestran la gran influencia del factor año, de manera que los factores climáticos originaron resultados muy variables en el rendimiento y todos sus parámetros. Esto coincide con las afirmaciones de García del Moral et al. (1985), en cuanto a que la respuesta de los cereales al N depende en gran medida de va-

riaciones estacionales determinadas por los factores ambientales.

El factor año ha mostrado interacciones ( $P < 0,001$ ) con la dosis de N aportada, lo que pone de manifiesto que las condiciones particulares de cada campaña no han influido de igual manera sobre todos los tratamientos principales. No se ha producido efecto Año x Fraccionamiento (FN), lo que significa que la pauta de diferencias detectadas entre los distintos fraccionamientos se ha producido con independencia del año en que se ha realizado el ensayo. En cuanto a la interacción Año x Dosis x FN, el estudio estadístico muestra diferencias significativas ( $P < 0,01$ ), por lo que se puede afirmar que los tratamientos planteados en este ensayo se han visto influidos de distinta manera por las condiciones particulares de cada campaña.

## CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas específicas de cada campaña tienen un efecto muy marcado sobre el cultivo de la cebada, de manera que para una misma variedad, zona de producción y manejo del cultivo, la producción es muy varia-

ble en función de la climatología.

No se producen diferencias en el rendimiento de la cebada cuando se aportan 100 o 150 kg N/ha, reduciéndose significativamente con 200 kg N/ha. La dosis de N fertilizante que permite optimizar el rendimiento en grano se sitúa en torno a 120 kg N/ha. Se recomienda, por tanto, no superar los 100-120 kg N/ha, puesto que dosis mayores en nada benefician al cultivo y siempre constituyen un riesgo de contaminación para el medio ambiente y una menor renta para el agricultor.

Una única aplicación de N fertilizante en cobertera reduce de forma significativa el rendimiento de la cebada.

## BIBLIOGRAFIA

- Baethgen W.E., CHRISTIANSON C.B., LAMOTHE A.G., 1995. Nitrogen fertilizer effects on growth, grain yield and yield components of malting barley. *Field Crops Research* 43 (2-3), 87-99.
- Bouthier A., 1994. Le fumure azotée. Un compromis entre rendement et qualité. *Perspectives Agricoles* 195, XXI-XXIII.
- García del Moral L.F., Ramos J.M., Recalde-Manrique L., Recalde L., 1982. Estudio de algunos aspectos ecofisiológicos en el análisis de la producción de grano en los cultivos de cebada. I. Efecto del nitrógeno. *Anales de Edafología y Agrobiología* XVI (5-6), 981-989.
- García del Moral L.F., Ramos J.M., Recalde L., 1985. Relationship between vegetative growth, grain yield and grain protein content in six winter barley cultivars. *Canadian Journal of Plant Science* 65, 523-532.
- ITGA, 1998. Código de buenas prácticas agrarias de Navarra. Suplemento de Navarra Agraria 111, 32 pp.
- ITGA, 1999. Cereales 1999: Balance de la campaña. Navarra Agraria 116, 8-17.
- ITGA, 2000. Fertilización en presembrado: Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Navarra Agraria 122, 51-53.
- Molina J.L., 1989. La cebada. Ediciones Mundi-Prensa, 252 pp.
- Moreno A., Cabello M.J., Moreno M.M., Ribas F., 2000. Respuesta de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) a distintas dosis de riego. XVIII Congreso Nacional de Riegos, Huelva. Pp. 31-32.
- SITA, 1998. Resultados de Experimentación Agraria: Cereales de invierno en Ciudad Real. Hojas Informativas 15, 8 pp.
- Vialles J.L., 1994. Avantage économique à l'orge de printemps. *Perspectives Agricoles* 195, XLI-XLII.
- Webb J., Seeney F.M., Silvester-Bradley R., 1998. The response to fertilizer nitrogen of cereals grown on sandy soils. *The Journal of Agricultural Science* 130, 271-286.