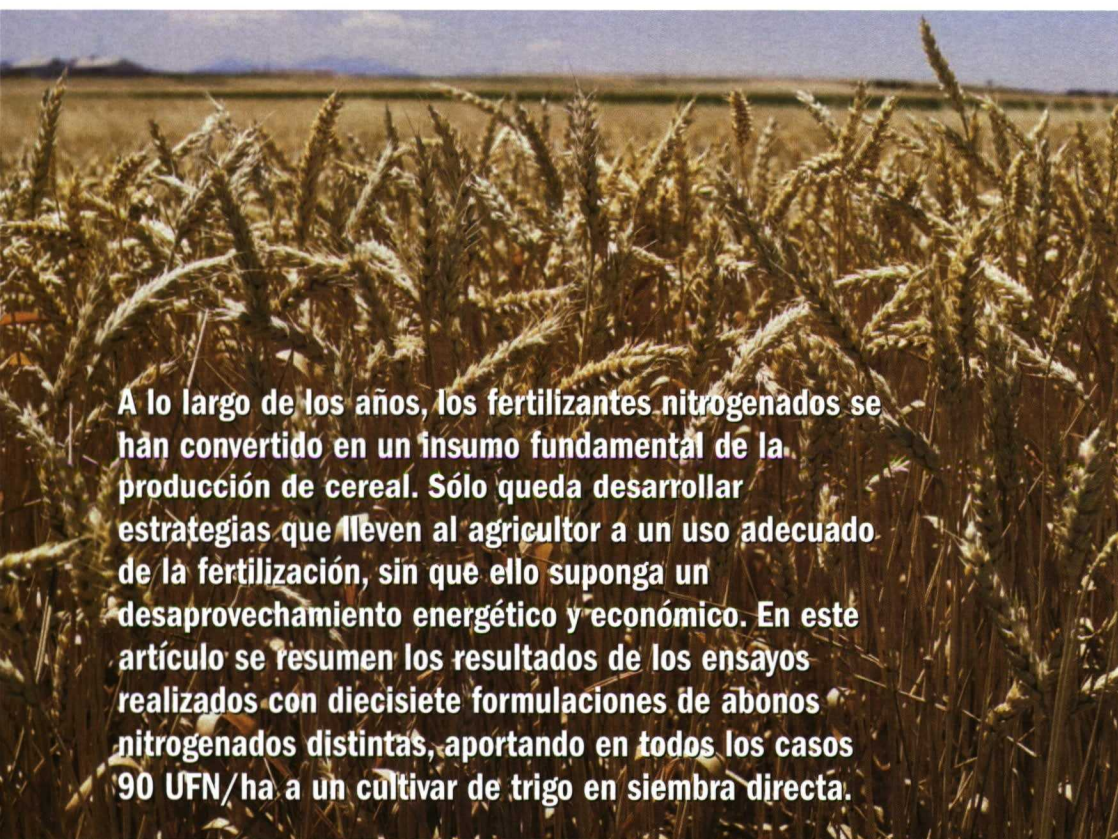


SE HAN ENSAYADO DIECISIETE FÓRMULAS FERTILIZANTES DIFERENTES CON UNA MISMA CANTIDAD DE NITRÓGENO POR HECTÁREA

# La productividad del trigo en siembra directa con fertilizantes de una sola aplicación



A lo largo de los años, los fertilizantes nitrogenados se han convertido en un insumo fundamental de la producción de cereal. Sólo queda desarrollar estrategias que lleven al agricultor a un uso adecuado de la fertilización, sin que ello suponga un desaprovechamiento energético y económico. En este artículo se resumen los resultados de los ensayos realizados con diecisiete formulaciones de abonos nitrogenados distintas, aportando en todos los casos 90 UFN/ha a un cultivar de trigo en siembra directa.

**M<sup>a</sup> A. Pérez, S. Del Cura, E. Sanz y M. Calvo.**

Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (Itagra.CT). Palencia.

**E**l alza de los precios de los combustibles en los últimos tiempos hace que el agricultor cerealista tenga que buscar soluciones que le lleven a encontrar la combinación más adecuada entre la eficiencia económica, el incremento de la capacidad productiva del suelo que se trabaja, y el respeto al medio ambiente, objetivo difícil de conseguir si no hay una buena planificación.

A lo largo de los años, los fertilizantes nitrogenados se han convertido en un insumo fundamental de la producción de cereal, y se han aportado con el único propósito de obtener un beneficio económico a partir de conseguir la máxima cantidad de kilos por hectárea. En este sentido, los fertilizantes representan uno de los costes más elevados de las explotaciones agrícolas llegando a superar el 50% (de los gastos), y su precio está condicionado en gran parte por el mercado internacional, lo cual dificulta aún más el propósito de aumentar las ganancias económicas.

Sólo queda desarrollar estrategias que lleven al agricultor a un uso adecuado de la fertilización, sin que ello suponga un desaprovechamiento energético y económico. Entre estas estrategias cabe destacar las siguientes:

1. Contar con un análisis del suelo que ayude a conocer el nivel de nutrientes que hay de reserva.
2. Conocer las necesidades del cultivo a implantar, con el fin de aportar la dosis adecuada de fertilizante.
3. Conocer las formulaciones, tipos y precios de abonos existentes en el mercado que más se adecuen a las necesidades.

Con toda esta información se puede conseguir rebajar los costes fijos de una manera significativa, al aplicar estrictamente aquello que la planta necesita, sin ocasionar problemas medioambientales por sobrefertilización.

En lo que al cultivo se refiere, lo ideal es que la planta vaya tomando los nutrientes según los vaya necesitando, para lo cual el fertilizante debe ir liberándolos a un ritmo similar a las exigencias del cultivo. La aplicación del abono se realizará una sola vez durante la campaña del cereal, de manera que la li-

beración de los nutrientes pueda cubrir todas las necesidades de la planta y conseguir por lo tanto reducir las pérdidas por lixiviación. En general a este tipo de abono se le conoce como fertilizante de liberación lenta (FLL) o retardada, como sinónimo de fertilización controlada.

Este trabajo se ha orientado hacia la siembra directa, ya que ha experimentado un incremento importante en las últimas décadas en la región. Esta técnica de cultivo pretende ahorrar costes en las labores y contribuye a mejorar el desarrollo del sector.

## Condiciones preliminares del ensayo

Los ensayos fueron realizados por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario Itagra.CT en siembra directa con trigo, en el sur de la provincia de Palencia, a lo largo de tres campañas agrícolas, 2003-2004, 2005-2006 y 2006-2007, en secano (**cuadro I**). Las aplicaciones de fitosanitarios, la siembra, el mantenimiento del suelo, etc., se han realizado por igual en todos los tratamientos experimentales. El suelo es de tipo arcilloso-grueso, pH básico, nivel de materia orgánica (MO) bajo. En



## Cuadro I.

Descripción de las características de los ensayos.

	Campaña 2003-04	Campaña 2005-06	Campaña 2006-07
Fecha de siembra	24-10-03	15-11-05	15-10-06
Fecha recolección	07-07-04	14-07-06	25-07-07
Cultivar (trigo)	Tremir	Berdun	Berdun
Precipitaciones mm	410	427	504
Fertilizante ensayado	Fecha aplicación 2003-04	Fecha aplicación 2005-06	Fecha aplicación 2006-07
Testigo sin fertilizante	Finales enero		
Testigo convencional 8-15-15 (fondo) y NAC 27 (cobertera)		Noviembre/ febrero	Noviembre/ enero
Testigo Convencional NAC 27 (fondo)		Febrero	Noviembre
Azolon 15-10-15 + 2MgO	Finales enero	Noviembre	Noviembre
Nitrosulfato 20-10-10 + Mg, S Blending	Finales enero	Febrero	Enero
Entec 20-10-10	Finales enero		
Entec 20-12-12	Finales enero		
Multigrigo 20-5-10 + 2MgO	Finales enero		
Bioactil 17-10-12 (2) MgO (27) SO <sub>3</sub>	Finales enero	Febrero	
Eurocereal Ulises 21-8-10 (2) MgO (20) SO <sub>3</sub> (0-1) Cu	Finales enero	Noviembre	Enero
Eurocereal Anibal 17-8-10 + Mg, S			Enero
Eurocereal Neptuno 23-0-5 + Mg, S		Febrero	Enero
Nitrotech 20-8-10			Noviembre
Nitrotop 20-8-10 + DCD, S, Mg, B, Ca	-	Noviembre	
Sulfazoto Duplo 20-12-8 + Mg, S, B, Zn, Ca	-	Noviembre	Enero
Sulfazoto 20-12-8		Noviembre	Enero
26-5-11 + Mg	Finales enero	Noviembre	Noviembre
Acthyva 20-7-10	Finales enero	Marzo	Enero

## Cuadro II.

Componentes del rendimiento: espigas·m<sup>2</sup>, y número de veces que el tratamiento ensayado ha superado la media del ensayo.

Casa comercial	Fertilizante ensayado	Espigas·m <sup>2</sup> 2003-04	Espigas·m <sup>2</sup> 2005-06	Espigas·m <sup>2</sup> 2006-07	Veces se supera media
	Testigo sin fertilizante	611	325	440	0/3
	Testigo convencional 8-15-15 (fondo) y NAC 27 (cobertera)		393	600	2/2
	Testigo convencional NAC 27 (fondo)		359	687	0/2
AGLUKON	Azolon 15-10-15 + 2MgO	833	328	848	1/3
Coop. AGROPAL	Nitrosulfato 20-10-10 + Mg, S	856	363	754	2/3
COMPO	Entec 20-10-10	856			1/1
	Entec 20-12-12	1.111			1/1
FERQUISA	Multigrigo 20-5-10 + 2MgO	856	408		2/2
INABONOS	Bioactil 17-10-12 (2) MgO (27) SO <sub>3</sub>	967	380		2/2
	Eurocereal Ulises 21-8-10 (2) MgO (20) SO <sub>3</sub> (0-1) Cu	844	428	672	1/3
	Eurocereal Anibal 17-8-10 + Mg, S			842	1/1
	Eurocereal Neptuno 23-0-5 + Mg, S		385	585	1/2
INTERGAL ESPAÑOLA	Nitrotech 20-8-10			701	1/1
	Nitrotop 20-8-10 + DCD, S, Mg, B, Ca		427		1/1
	Sulfazoto Duplo 20-12-8 + Mg, S, B, Zn, Ca		365	727	1/2
	Sulfazoto 20-12-8		325	734	1/2
SCOTTS	26-5-11 + Mg	744	475	686	1/2
YARA	Acthyva 20-7-10	833	380	707	1/3

cuanto a las condiciones climáticas, la precipitación media anual ha estado situada entre los 400-500 mm y las temperaturas medias han oscilado entre los 22°C en verano y los -2°C en invierno. Las experiencias llevadas a cabo se realizaron en microparcels de 1,2 x 4 m, recolectándose una banda centrada de 1,20 m (anchura de la cosechadora), y siendo el diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento o formulación ensayada. Se han determinado parámetros

Las condiciones ambientales han sido decisivas en la producción final del grano. No obstante, puede observarse una respuesta positiva a la fertilización nitrogenada, con diferencias en la producción de trigo a  $p < 0,05\%$  con respecto al tratamiento no fertilizado de más de 2.000 kg·ha<sup>-1</sup>

relacionados con los componentes del rendimiento como espigas·m<sup>2</sup> y peso específico kg·hl<sup>-1</sup>, así como la producción de grano en kg·ha<sup>-1</sup> y el contenido en proteína total en porcentaje sobre materia seca.

Se fijó una dosis de abonado de 90 kgN·ha<sup>-1</sup>, que se decidió teniendo en cuenta el análisis químico del suelo, las extracciones del cultivo anterior y las producciones que se querían alcanzar.

## Resultados

En los cuadros II y III se muestran los resultados de los componentes del rendimiento (espigas·m<sup>2</sup> y peso específico kg·hl<sup>-1</sup>) y en el cuadro IV los valores de las producciones medias obtenidas a lo largo de las tres campañas ensayadas, así como las veces que estos valores han superado la media del ensayo de esa campaña. Conviene destacar que no todas las formulaciones de los distintos fertilizantes se han aplicado todos los años, por lo que este indicador debe de tenerse en cuenta en cada campaña que se ha experimentado dicha formulación.

Es notorio que la fertilización nitrogenada ha ocasionado diferencias en el número de espigas por metro cuadrado en los tres años de estudio con respecto al tratamiento testigo sin fertilizante, con valores que superaron las 140 espigas·m<sup>2</sup>, en las campañas más productivas como las de 2003-04 y 2006-07. Las condiciones climáticas de la campaña 2005-06 han reducido el número de espigas considerablemente debido a la ausencia de lluvias en espigado.

Otro de los componentes del rendimiento es el peso del grano que, junto al número de espigas por superficie y el número de granos por espiga, completan la producción final. Además este parámetro se encuentra relacionado con la calidad de la harina, ya que un menor peso es un buen indicador de la existencia de granos rotos o dañados que disminuyen dicha calidad.

Los pesos específicos para los distintos tratamientos han sido muy





Foto izquierda: Comienzo del encañado en trigo con abonos de una sola aplicación.

Foto derecha: Grano lechoso en trigo en siembra directa con abonos de una sola aplicación.

## Cuadro III.

Componentes del rendimiento: peso específico  $\text{kg}\cdot\text{HI}^{-1}$ , y número de veces que el tratamiento ensayado ha superado la media del ensayo.

Casa comercial	Fertilizante ensayado	$\text{kg}\cdot\text{HI}^{-1}$ 2003-04	$\text{kg}\cdot\text{HI}^{-1}$ 2005-06	$\text{kg}\cdot\text{HI}^{-1}$ 2006-07	Veces se supera media
	Testigo sin fertilizante	67,4	71,0	76,6	2/3
	Testigo convencional 8-15-15 (fondo) y NAC 27 (cobertera)		69,6	76,4	2/2
	Testigo convencional NAC 27 (fondo)		65,2	76,2	1/2
AGLUKON	Azolon 15-10-15 + 2MgO	68,9	67,7	76,5	2/3
Coop. AGROPAL	Nitrosulfato 20-10-10 + Mg,S Blending	70,3	67,7	76,1	3/3
COMPO	Entec 20-10-10	66,9			0/1
	Entec 20-12-12	69,9			1/1
FERQUISA	Multigro 20-5-10 + 2MgO	72,8	69,9		2/2
INABONOS	Bioactil 17-10-12 (2) MgO (27) S03	68,8	66,7		0/2
	Eurocereal Ulises 21-8-10 (2) MgO (20) S03 (0-1) Cu	71,8	67,9	75,7	2/3
	Eurocereal Anibal 17-8-10 + Mg, S			74,5	0/1
	Eurocereal Neptuno 23-0-5 + Mg, S		64,1	75,0	0/2
INTERGAL ESPAÑOLA	Nitrotech 20-8-10			75,7	0/1
	Nitrotop 20-8-10 + DCD, S, Mg, B, Ca		65,4		0/1
	Sulfazoto Duplo 20-12-8 + Mg, S, B, Zn, Ca		67,5	76,2	2/2
	Sulfazoto 20-12-8		68,9	75,1	1/2
SCOTTS	26-5-11 + Mg	67,2	62,8	76,2	1/2
YARA	Acthya 20-7-10	66,6	66,5	77,0	1/3

## Cuadro IV.

Producción media  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , y número de veces que el tratamiento ensayado ha superado la media del ensayo. Columnas con letras distintas difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

Casa comercial	Fertilizante ensayado	$\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ 2003-04	$\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ 2005-06	$\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ 2006-07	Veces se supera media
	Testigo sin fertilizante	4.347 b	1.156 c	4.158 b	0/3
	Testigo convencional 8-15-15 (fondo) y NAC 27 (cobertera)		1.897 ab	5.912 a	2/2
	Testigo convencional NAC 27 (fondo)		1.819 ab	6.136 a	2/2
AGLUKON	Azolon 15-10-15 + 2MgO	7.519 a	1.965 ab	5.371 ab	2/3
Coop. AGROPAL	Nitrosulfato 20-10-10 + Mg,S Blending	6.418 a	1.845 ab	6.139 a	2/3
COMPO	Entec 20-10-10	7.349 a			1/1
	Entec 20-12-12	6.992 a			1/1
FERQUISA	Multigro 20-5-10 + 2MgO	6.970 a	1.820 ab		1/2
INABONOS	Bioactil 17-10-12 (2) MgO (27) S03	7.038 a	1.734 ab		1/2
	Eurocereal Ulises 21-8-10 (2) MgO (20) S03 (0-1) Cu	7.582 a	1.923 ab	5.877 a	3/3
	Eurocereal Anibal 17-8-10 + Mg, S			5.994 a	1/1
	Eurocereal Neptuno 23-0-5 + Mg, S		1.614 b	6.050 a	1/2
INTERGAL ESPAÑOLA	Nitrotech 20-8-10			5.696 a	0/1
	Nitrotop 20-8-10 + DCD, S, Mg, B, Ca		1.998 a		1/1
	Sulfazoto Duplo 20-12-8 + Mg,S,B,Zn,Ca		1.991 a	6.220 a	2/2
	Sulfazoto 20-12-8		1.821 ab	5.857 a	2/2
SCOTTS	26-5-11 + Mg	7.011 a	1.987 ab	5.499 ab	2/3
YARA	Acthya 20-7-10	7.199 a	1.968 ab	6.132 a	3/3

similares, no existiendo apenas diferencias entre los tratamientos que han recibido una aportación adicional de nitrógeno frente al testigo sin fertilizar. Tampoco se han encontrado diferencias en el peso del grano cuando se ha modificado la fórmula del fertilizante, ni cuando se ha cambiado el modo (en una o dos pasadas) o el momento de aplicación del abono (fondo o cobertera).

Como se puede observar, las condiciones ambientales han sido decisivas en la producción final del grano y en campañas como la de 2005-06 disminuyeron los rendimientos considerablemente, posiblemente debido a la escasez de lluvias primaverales que ocasionaron una menor respuesta a la fertilización nitrogenada. No obstante, en el **cuadro IV**, puede observarse una respuesta positiva a la fertilización nitrogenada ( $90 \text{ kgN}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), con diferencias en la producción de trigo a  $p < 0,05$  % con respecto al tratamiento no fertilizado de más de  $2.000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (campaña 2003-04), de  $550 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (campaña 2005-06) y de  $1.200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (2006-07).

Se ha determinado el porcentaje en proteína en el grano de trigo, y como se puede observar en el **cuadro V**, sólo en la última campaña parece existir una relación entre la fertilización y la cantidad de proteína en grano, siendo mayor la proteína en aquellos tratamientos fertilizados a una dosis de  $90 \text{ kgN}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Así mismo, los valores de proteína tanto de los abonos aportados en una sola aplicación, como en los abonos convencionales no guardan una tendencia claramente definida, aunque en la campaña 2005-06 parece intuirse que un retraso en la aplicación del abono, aumenta ligeramente la concentración de proteína en el grano de trigo.



## Conclusiones

La aplicación de fertilizantes en una misma dosis de 90 kgN·ha<sup>-1</sup> ha originado un incremento en la producción de cereal con respecto al testigo sin fertilizar, como era de esperar. Así mismo, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la producción entre los fertilizantes de liberación lenta o retardada con respecto a los fertilizantes convencionales. En cuanto al contenido en proteína apenas ha estado influenciado por la fórmula utilizada del fertilizante y el modo y el momento de aplicación del abono.

La diferencia entre cada tratamiento puede radicar en el coste del producto aplicado por hectárea, factor que no ha sido analizado en el presente estudio, en cuyo sentido conviene señalar que los abonos de lenta liberación o retardada presentes en el mercado tienen un comportamiento similar a los abonos complejos o a los *blending*, con la diferencia de que los convencionales son aplicados en dos operaciones: fondo y cobertera mientras que los de liberación lenta se aplican en una sola vez.

## Cuadro V.

Proteína en porcentaje sobre materia seca, y número de veces que el tratamiento ensayado ha superado la media del ensayo.

Casa comercial	Fertilizante ensayado	% sms 2003-04	% sms 2005-06	% sms 2006-07	Veces se supera media
	Testigo sin fertilizante	9,6	8,0	6,6	1/3
	Testigo convencional 8-15-15 (fondo) y NAC 27 (cobertera)		8,0	8,7	1/2
	Testigo convencional NAC 27 (fondo)		10,0	7,7	2/2
AGLUKON	Azolon 15-10-15 + 2MgO	9,0	9,0	7,9	3/3
Coop. AGROPAL	Nitrosulfato 20-10-10 + Mg,S Blending	8,8	9,2	8,2	3/3
COMPO	Entec 20-10-10	7,7			0/1
	Entec 20-12-12	8,2			0/1
FERQUISA	Multigro 20-5-10 + 2MgO	9,2	9,1		2/2
INABONOS	Bioactil 17-10-12 (2) MgO (27) SO3	9,2	8,9		2/2
	Eurocereal Ulises 21-8-10 (2) MgO (20) SO3 (0-1) Cu	8,2	8,4	8,2	1/3
	Eurocereal Anibal 17-8-10 + Mg, S			7,4	0/1
	Eurocereal Neptuno 23-0-5 + Mg, S		9,5	7,6	1/2
INTERGAL ESPAÑOLA	Nitrotech 20-8-10			7,8	0/1
	Nitrotop 20-8-10 + DCD, S, Mg, B, Ca		8,9		1/1
	Sulfazoto Duplo 20-12-8 + Mg,S,B,Zn,Ca		8,5	8,0	1/2
	Sulfazoto 20-12-8		8,5	8,3	1/2
SCOTTS	26-5-11 + Mg	8,3	9,1	7,8	1/3
YARA	Acthyva 20-7-10	8,6	9,5	8,3	2/3

A la vista de los resultados, la fecha de aplicación del fertilizante puede retrasarse y aportar el fertilizante en una sola labor a la salida del invierno, en cobertera temprana. ■

