

CINCO AÑOS DE ENSAYOS EN TRIGO EN SIEMBRA DIRECTA EN CASTILLA Y LEÓN CONFIRMAN SU EFICACIA

# Resultados de los ensayos realizados con abonos de liberación lenta en trigo

El Centro Tecnológico Itagra.CT viene realizando desde hace varios años ensayos de fertilización en la región castellano-leonesa en varios cultivos extensivos de interés agronómico en siembra directa. El nitrógeno ha ocupado un lugar importante dentro de los experimentos

llevados a cabo en fertilización con elementos minerales que la planta necesita en mayor cantidad. En los ensayos se han empleado formulaciones de fertilizantes de liberación lenta o retardada y que se aportan al suelo en una sola aplicación.

M<sup>a</sup> A. Pérez, S. Del Cura, E. Sanz, J. Martín, R. Ibáñez, M. Sánchez y M. Calvo.

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

Un uso inadecuado de los fertilizantes y un aumento de las labores en las explotaciones se traduce en un desaprovechamiento energético y económico, ya que no sólo supone una inversión importante la compra de

los abonos, sino que además es necesario contar con maquinaria adecuada y realizar un gasto en combustible para su incorporación, además del trabajo que dichas labores suponen para el agricultor. Las experiencias

La siembra directa produce varios cambios en las condiciones del suelo y en el crecimiento de los cultivos, que afectan a la disponibilidad de los nutrientes a diferentes profundidades, a la temperatura y al contenido de agua en el suelo. También afecta al crecimiento y distribución del sistema radicular, a la absorción de nutrientes por parte de los cultivos y al uso de los fertilizantes aplicados (Bordoli, 1998).

En sistemas de no laboreo la mineralización de la materia orgánica del suelo se ve reducida y la no incorporación de los residuos ralentiza la mineralización de los mismos. La magnitud de la ralentización en la mineralización de los residuos dependerá de la cantidad y del tipo de residuos, tanto en su forma física (tamaño, densidad y diámetro) como en su composición química (relación C/N, contenido en lignina, etc.), y de las condiciones climáticas.



Estado del ensayo de abonos en una aplicación en marzo de 2008.

llevadas a cabo por otros grupos de investigación señalan que no hay un fertilizante de nitrógeno especial para siembra directa, sino un manejo adecuado de los fertilizantes. En particular, el manejo del nitrógeno es mucho más sensible que otros minerales, debido a la posibilidad de perder eficiencia, es decir kg de grano por kg de nutriente aplicado.

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 liberándose a un ritmo similar a las exigencias del cultivo. La siembra directa es un caso especial en el manejo de los fertilizantes, ya que los nutrientes aportados quedan en la superficie localizados en muchos de los casos lejos de la semilla por lo que no se sabe hasta qué punto se compensan las necesidades nutritivas de la planta. En experiencias llevadas a cabo en esta mismas condiciones edafoclimáticas el empleo de fertilizantes con inhibidores de la nitrificación tanto en trigo como en cebada incrementa la eficacia en el uso de la fertilización, pudiéndose reducir los aportes de nitrógeno e ir a dosis más bajas, disminuyéndose así el potencial de riesgo por contaminación de nitratos (Pérez *et al*, 2008).

**Los pesos específicos para los distintos tratamientos han sido muy similares, no existiendo apenas diferencias entre los tratamientos que han recibido una aportación adicional de nitrógeno**

En un análisis más pormenorizado de los costes en una explotación cerealista, los fertilizantes nitrogenados representan una de las partidas más elevadas, llegando a superar el 50% de los mismos y, en el caso de querer reducir los costes fijos, habría que emplear todas aquellas técnicas culturales que garanticen un buen desarrollo de las plantas como la siembra directa, que en estas últimas décadas ha experimentado un incremento importante en la región castellano-leonesa con la pretensión de ahorrar costes en las labores y contribuir a mejorar el desarrollo del sector.

## CUADRO I.

Descripción de las características de los ensayos.

	Campaña 2003-04	Campaña 2005-06	Campaña 2006-07	Campaña 2007-08	Campaña 2008-09
Fecha de siembra	24-10-03	15-11-05	15-10-06	10-10-07	22-10-08
Fecha recolección	07-07-04	14-07-06	25-07-07	22-07-09	8-07-09
Cultivar (trigo)	Tremie	Berdun	Berdun	Guru	Craklin
Precipitaciones mm	410	427	504	350	220
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 (cob.)		Noviembre/ febrero	Noviembre/ enero	Noviembre/ febrero	Noviembre/ febrero
Testigo convencional NAC 27 (fondo)		Febrero	Noviembre	Febrero	Febrero
Azolon 15-10-15 +2MgO	Finales enero	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Nitrosulfato 21-10-5 + Mg,S Blending	Finales enero	Febrero	Enero	Febrero	Febrero
Entec 20-10-10	Finales enero				
Entec 20-12-12	Finales enero				
Multigrano 20-5-10 + 2MgO	Finales enero				
Bioactil 17-10-12 (2) MgO (27) SO3	Finales enero	Febrero			
Eurocereal Ulises 21-8-10 (2) MgO (20) SO3 (0-1) Cu	Finales enero	Noviembre	Enero		
Eurocereal Anibal 17-8-10 + Mg, S			Enero		
Eurocereal Neptuno 23-0-5 + Mg, S		Febrero	Enero		
D-Coder 8 18-5-8					Noviembre
D-Coder 8 18-5-8					Febrero
Nitrotech 20-8-10			Noviembre	Noviembre	
Nitrotop 20-8-10 + DCD, S, Mg, B, Ca		Noviembre			
Fertipark 50 20-6-6					Febrero
Sulfazoto Duplo 20-12-8 + Mg, S, B, Zn, Ca	-	Noviembre	Enero		
Sulfazoto 20-12-8		Noviembre	Enero	Enero	
Sportsmarsters 26-5-11 + Mg	Finales enero	Noviembre	Noviembre	Febrero	Febrero
Achyva 20-7-10 + Mg, S	Finales enero	Marzo	Enero	Febrero	Febrero
Blending 22-6-6					Febrero
CUF-Adp 20-8-10					Diciembre
CUP-Adp 17-8-10					Diciembre

## Material y métodos

El Centro Tecnológico Itagra.CT viene realizando desde hace varios años ensayos de fertilización en la región castellano-leonesa en varios cultivos extensivos de interés agrónomo en siembra directa. El nitrógeno ha ocupado un lugar importante dentro de los experimentos llevados a cabo en fertilización con elementos minerales que la planta necesita en mayor cantidad.

Los ensayos estuvieron ubicados en su mayor parte en el sur de la provincia de Palencia y algunos de estos se han venido realizando a lo largo de varias campañas en régimen de secano en trigo. El diseño experimental fue en todos los ensayos en bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento y de cada unidad experimental se recolectó una longitud de 12 m en una banda centrada de 1,2 m (anchura de la cosechadora). Las siembras se realizaron en octubre para el trigo y a principios de noviembre en

**CUADRO II.**

Componentes del rendimiento: número de espigas por metro cuadrado.

Fertilizante ensayado	Espigas·m <sup>-2</sup> 2003-04	Espigas·m <sup>-2</sup> 2005-06	Espigas·m <sup>-2</sup> 2006-07	Espigas·m <sup>-2</sup> 2007-08	Espigas·m <sup>-2</sup> 2008-09
Testigo sin fertilizante	611	325	440	431	536
Testigo convencional 8-15-15 (fondo) y NAC 27 (cob.)		393	600	476	588
Testigo convencional NAC 27 (fondo)		359	687	574	551
Azolon 15-10-15 +2MgO	833	328	848	642	
Nitrosulfato 21-10-5 + Mg,S Blending	856	363	754	535	516
Entec 20-10-10	856				
Entec 20-12-12	1.111				
Multigro 20-5-10 + 2MgO	856	408			
Bioactil 17-10-12 (2) MgO (27) SO3	967	380			
Eurocereal Ulises 21-8-10 (2) MgO (20) SO3 (0-1) Cu	844	428	672		
Eurocereal Anibal 17-8-10 + Mg, S			842		
Eurocereal Neptuno 23-0-5 + Mg, S		385	585		
D-Coder 8 18-5-8					592
D-Coder 8 18-5-8					599
Nitrotech 20-8-10			701	574	
Nitrotop 20-8-10 + DCD, S, Mg, B, Ca		427			
Fertipark 50 20-6-6					579
Sulfazoto Duplo 20-12-8 + Mg,S,B,Zn,Ca		365	727		
Sulfazoto 20-12-8		325	734	521	
Sportsmarsters 26-5-11 + Mg	744	475	686	536	611
Acthyva 20-7-10 + Mg, S	833	380	707	561	492
Blending 22-6-6					548
CUF-Adp 20-8-10					548
CUP-Adp 17-8-10					565

cebada, con una sembradora de siembra directa de discos.

Los ensayos que se plantearon en su día, contaron con la participación de varias casas comerciales, que colaboraron con las formulaciones de fertilizantes que tenían de liberación lenta o retardada y que se aportan al suelo en una sola aplicación. Dichas formulaciones se han modificado en las distintas campañas, atendiendo a lo que existía en el mercado. Para poderlos comparar, también se incluyó en el experimento la fertilización convencional donde se realizan dos aplicaciones, una en fondo y otra en cobertura. La dosis de nitrógeno fue la misma para todos los tratamientos (90 kgN·ha<sup>-1</sup>) y se aplicaron en la fecha y en el momento fenológico que indicó la casa comercial. El diseño se completó con un tratamiento sin abonar para comprobar el potencial del suelo sobre el que se desarrollaron los ensayos (cuadro I).

**Puede observarse una respuesta positiva a la fertilización nitrogenada (90 kgN·ha<sup>-1</sup>), con diferencias de más de 2.000 kg·ha<sup>-1</sup> (campaña 2003-04), de 550 kg·ha<sup>-1</sup> (campaña 2005-06), 1.200 kg·ha<sup>-1</sup> (2006-07) y 700 kg·ha<sup>-1</sup> (2007-08)**

**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 los cuadros IV y V las producciones medias y la proteína obtenidas a lo largo de las cinco campañas ensayadas. Conviene destacar que no todas las formulaciones de los distintos fertilizantes se han aplicado todos los años.

Es notorio que la fertilización nitrogenada ha ocasionado diferencias en el número de espigas por metros cuadrado los 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.



Ensayo de abonos de una aplicación en Viñalta en abril de 2009.



Visita a los campos de Viñalta, en el mes de junio de 2009.

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. Los pesos específicos para los distintos tratamientos han sido muy 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. En general, 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),  $1.200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (2006-07) y  $700 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (2007-08), aunque en la campaña 2008-09 las mayores producciones se han encontrado en el tratamiento testigo, sin abonar.

Se ha determinado el porcentaje en proteína en el grano de trigo, y como se puede observar en el **cuadro V**, sólo en las campañas 2006-07 y 2008-09 parece existir una relación entre la fertili-



# MAYOR RESISTENCIA

Salud Interior, Belleza Exterior

**YaraLiva™** es una gama de **Nitratos de Calcio** de muy alta calidad. Está compuesta por Nitratos de Calcio para aplicación al suelo (Nitabor y Tropicote) y por Nitrato de Calcio 100% soluble (Calcinit). Los productos **YaraLiva™** mantienen la fruta y la verdura fresca durante más tiempo, mejorando la estructura celular y la calidad del fruto.

No sólo se alarga la vida postcosecha, sino que también se consigue mayor resistencia a enfermedades criptogámicas, más firmeza del fruto, mayor desarrollo de las raíces y un cultivo de mejor calidad en general. El aumento de la calidad del cultivo hará aumentar la rentabilidad.



**YaraLiva™**

## CUADRO III.

Componentes del rendimiento: peso específico kg·HI<sup>-1</sup>.

Fertilizante ensayado	kg·HI <sup>-1</sup> 2003-04	kg·HI <sup>-1</sup> 2005-06	kg·HI <sup>-1</sup> 2006-07	kg·HI <sup>-1</sup> 2007-08	kg·HI <sup>-1</sup> 2008-09
Testigo sin fertilizante	67,4	71,0	76,6	77,3	75,4
Testigo convencional 8-15-15 (fondo) y NAC 27 (cob.)		69,6	76,4	77,4	75,0
Testigo convencional NAC 27 (fondo)		65,2	76,2	77,2	73,4
Azolon 15-10-15 +2MgO	68,9	67,7	76,5	79,0	
Nitrosulfato 21-10-5 + Mg,S Blending	70,3	67,7	76,1	77,9	75,9
Entec 20-10-10	66,9				
Entec 20-12-12	69,9				
Multigro 20-5-10 + 2MgO	72,8	69,9			
Bioactil 17-10-12 (2) MgO (27) SO <sub>3</sub>	68,8	66,7			
Eurocereal Ulises 21-8-10 (2) MgO (20) SO <sub>3</sub> (0-1) Cu		71,8	67,9	75,7	
Eurocereal Anibal 17-8-10 + Mg, S			74,5		
Eurocereal Neptuno 23-0-5 + Mg, S		64,1	75,0		
D-Coder 8 18-5-8					76,7
D-Coder 8 18-5-8					73,4
Nitrotech 20-8-10			75,7	78,3	
Nitrotop 20-8-10 + DCD, S, Mg, B, Ca		65,4			
Fertipark 50 20-6-6					74,3
Sulfazoto Duplo 20-12-8 + Mg,S,B,Zn,Ca		67,5	76,2		
Sulfazoto 20-12-8		68,9	75,1	76,7	
Sportsmarsters 26-5-11 + Mg	67,2	62,8	76,2	78,4	75,6
Acthyva 20-7-10 + Mg, S	66,6	66,5	77,0	78,3	74,7
Blending 22-6-6					76,3
CUF-Adp 20-8-10					75,7
CUP-Adp 17-8-10					76,9

zación y la cantidad de proteína en grano, siendo mayor la proteína en aquellos tratamientos fertilizados a una dosis de 90 kgN·ha<sup>-1</sup>. 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. Asimismo, en las últimas campañas el contenido en proteína se ha incrementado ligeramente en el tratamiento donde se ha hecho un fraccionamiento del fertilizante en dos aportaciones.

## Conclusiones

Por lo general, 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 en prácticamente todas las campañas. 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 se han visto influenciado por la fórmula utilizada del fertilizante y el modo y

## CUADRO IV.

Componentes del rendimiento: producción media k·ha<sup>-1</sup>.

Fertilizante ensayado	kg·HI <sup>-1</sup> 2003-04	kg·HI <sup>-1</sup> 2005-06	kg·HI <sup>-1</sup> 2006-07	kg·HI <sup>-1</sup> 2007-08	kg·HI <sup>-1</sup> 2008-09	Fertilizante ensayado	kg·HI <sup>-1</sup> 2003-04	kg·HI <sup>-1</sup> 2005-06	kg·HI <sup>-1</sup> 2006-07	kg·HI <sup>-1</sup> 2007-08	kg·HI <sup>-1</sup> 2008-09
Testigo sin fertilizante	4.347 b	1.156 c	4.158 b	3.744 b	4.489 a	Eurocereal Neptuno 23-0-5 + Mg, S		1.614 b	6.050 a		
Testigo convencional 8-15-15 (fondo) y NAC 27 (cob.)		1.897 ab	5.912 a	5.122 a	3.893 a	D-Coder 8 18-5-8					4.128 a
Testigo convencional NAC 27 (fondo)		1.819 ab	6.136 a	4.508 ab		D-Coder 8 18-5-8					4.241 a
Azolon 15-10-15 +2 MgO	7.519 a	1.965 ab	5.371 ab	4.475 ab	3.872 a	Nitrotech 20-8-10			5.696 a	4.709 ab	
Nitrosulfato 21-10-5 + Mg,S Blending	6.418 a	1.845 ab	6.139 a	4.806 ab	3.743 a	Nitrotop 20-8-10 + DCD, S, Mg, B, Ca		1.998 a			
Entec 20-10-10	7.349 a					Fertipark 50 20-6-6					3.680 a
Entec 20-12-12	6.992 a					Sulfazoto Duplo 20-12-8 + Mg,S,B,Zn,Ca		1.991 a	6.220 a		
Multigro 20-5-10 + 2MgO	6.970 a	1.820 ab				Sulfazoto 20-12-8		1.821 ab	5.857 a	4.517 ab	
Bioactil 17-10-12 (2) MgO (27) SO <sub>3</sub>	7.038 a	1.734 ab				Sportsmarsters 26-5-11 + Mg	7.011 a	1.987 ab	5.499 ab	4.841 ab	4.268 a
Eurocereal Ulises 21-8-10 (2) MgO (20) SO <sub>3</sub> (0-1) Cu	7.582 a	1.923 ab	5.877 a			Acthyva 20-7-10 + Mg, S	7.199 a	1.968 ab	6.132 a	4.457 ab	4.146 a
Eurocereal Anibal 17-8-10 + Mg, S			5.994 a			Blending 22-6-6					4.126 a
						CUF-Adp 20-8-10					4.101 a
						CUP-Adp 17-8-10					4.091 a

Columnas con letras distintas difieren significativamente (p &lt; 0,05).

BUENAS NOTICIAS PARA LOS AGRICULTORES

# Te garantizamos

que vas a abonar tu cereal

por menos de

# 60 €/ha. (\*)

(Abonado de sementera)

(\*) Consultar dosis y fórmulas según producciones.

"En nuestro accionariado participan más de 25.000 agricultores.

Por eso, nuestros márgenes son mínimos y  
nuestros precios muy competitivos"

Empresas colaboradoras:



## *Siempre al lado del agricultor*

Consulte a su proveedor habitual o entre en la página web [www.abonarbiensucereal.com](http://www.abonarbiensucereal.com)

**CUADRO V.**

Componentes del rendimiento: proteína en % sobre materia fresca (smf).

Fertilizante ensayado	% smf 2003-04	% smf 2005-06	% smf 2006-07	% smf 2007-08	% smf 2008-09
Testigo sin fertilizante	9,6	8,0	6,6	9,7	10,6
Testigo convencional 8-15-15 (fondo) y NAC 27 (cob.)		8,0	8,7	9,6	13,1
Testigo convencional NAC 27 (fondo)		10,0	7,7	9,1	12,9
Azolon 15-10-15 +2MgO	9,0	9,0	7,9	9,6	
Nitrosulfato 21-10-5 + Mg,S Blending	8,8	9,2	8,2	9,6	13,1
Entec 20-10-10	7,7				
Entec 20-12-12	8,2				
Multigro 20-5-10 + 2MgO	9,2	9,1			
Bioactil 17-10-12 (2) MgO (27) SO3	9,2	8,9			
Eurocereal Ulises 21-8-10 (2) MgO (20) SO3 (0-1) Cu	8,2	8,4	8,2		
Eurocereal Anibal 17-8-10 + Mg, S			7,4		
Eurocereal Neptuno 23-0-5 + Mg, S		9,5	7,6		
D-Coder 8 18-5-8					12,4
D-Coder 8 18-5-8					12,1
Nitrotech 20-8-10			7,8	9,6	
Nitrotop 20-8-10 + DCD, S, Mg, B, Ca		8,9			
Fertipark50 20-6-6					11,5
Sulfazoto Duplo 20-12-8 + Mg,S,B,Zn,Ca		8,5	8,0		
Sulfazoto 20-12-8		8,5	8,3	9,0	
Sportsmarsters 26-5-11 + Mg	8,3	9,1	7,8	9,5	11,8
Acthya 20-7-10 + Mg, S	8,6	9,5	8,3	9,4	12,4
Blending 22-6-6					11,3
CUF-Adp 20-8-10					11,9
CUP-Adp 17-8-10					12,9

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 lenta liberación se aplican en una sola vez.

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. ●

**REFERENCIAS**

Bordoli, J.M. 1998. fertilización de NP de trigo en siembra directa. Resultados de 1997. En resumen de trabajos de la 6ª Jornada Nacional de Siembra Directa. Mercedes, Uruguay.

Pérez, M<sup>a</sup>.A., S. del Cura, E. Sanz, J. Martín y M. Calvo. 2008. Efecto de la fertilización en cereales de invierno en siembra directa. Rev. Tierras n° 149.