

Influencia de la fertilización con un inhibidor de la nitrificación en siembra directa y convencional

M^a A. Pérez, M. Calvo, S. Del Cura, E. Sanz.

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



En lo que al cultivo se refiere, lo ideal es que la planta vaya tomando los nutrientes según los vaya necesitando. En este sentido, encontramos en el mercado numerosas formulaciones que permiten inhibir la nitrificación. Esta inhibición temporal de la nitrificación permite a la planta una nitrificación mixta amonio-nitrato, ventajosa en aspectos energéticos, hormonales y nutricionales. En el presente artículo se ha utilizado como inhibidor de la nitrificación el 3,4 dimetil pirazol fosfato, más conocido como (DMPP), y también se ha visto la posibilidad de aplicarlo a dos dosis diferentes en programas de siembra directa y siembra convencional.

No es casual que después de periodos de crisis económicas se tome especial conciencia de la situación en la que se encuentra el sector agrario y se trate de hacer entender al empresario agrícola cerealista a donde nos lleva una mala gestión de la explotación sin tener en cuenta técnicas tan elementales como son la planificación de los cultivos, el riego, la fertilización, etc. para optimizar los rendimientos de sus producciones agrarias.

Un uso inadecuado de fertilizantes en las explotaciones supone un desaprovechamiento energético y económico, ya que no sólo supone una inversión importante la compra de estos productos, sino que además es necesario contar con maquinaria adecuada y realizar un gasto en combustible para su administración, además del trabajo que dichas labores suponen para el agricultor.

Tanto el exceso como la insuficiencia de aportes nutricionales externos a los suelos que se cultivan pueden provocar pérdidas económicas para el agricultor, además de tener consecuencias medioambientales nefastas para el entorno difíciles de corregir.

Existe una asociación entre fertilización y producción, de forma que se relaciona una mayor cantidad de abono

con una mayor cosecha. Sin embargo, la realidad es que el abuso de abonos puede llevar al empobrecimiento de los suelos, y como consecuencia directa, al incremento de las necesidades de fertilizantes de manera progresiva e imparable, necesitando el cultivo cada vez mayor cantidad de nutrientes externos, formándose un círculo vicioso de difícil salida si no se ataja a tiempo.

Sin embargo, la optimización de las dosis de fertilizante en los cultivos permite mantener, e incluso aumentar las reservas nutricionales que el suelo tiene per se, con lo que la necesidad de recurrir a elementos externos se reduciría, o al menos, se mantendría estable en unos niveles sostenibles en todos los sentidos.

En lo que al cultivo se refiere, lo ideal es que la planta vaya tomando los nutrientes según los vaya necesitando, para ello el fertilizante debe ir liberando esos nutrientes a un ritmo similar a las exigencias del cultivo. En este sentido, las investigaciones llevadas a cabo en esta materia han evolucionado tan rápidamente que encontramos en el mercado numerosas formulaciones que permiten inhibir la nitrificación, inhibiendo la acción de las bacterias nitrosomas y ralentizando la transformación en el suelo del NH_4^+ a NO_3^- (Bañuls et al, 2000; Serna et al 2000 y Trenkel, 1997). Esta inhibición temporal de la nitrificación permite a la planta una nitrificación mixta amonio-nitrato, ventajosa en aspectos energéticos, hormonales y nutricionales (Irigoyen et al, 2003 y Zerulla et al, 2001). En el presente artículo se ha utilizado como inhibidor de la nitrificación el 3,4 dimetil pirazol fosfato, más conocido como (DMPP), y también se ha visto la posibilidad de aplicarlo a dos dosis diferentes en programas de siembra directa y siembra convencional.

Características generales de los ensayos

En la comarca del Cerrato en la provincia de Palencia, el Centro Tecnológico Itra-gra.CT, realizó durante las campañas 2005-2006 y 2006-2007 ensayos para la optimización de la fertilización nitrogenada en trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.), en secano, en programas de siembra directa y de laboreo convencional (**cuadro I**). En todas las pruebas realizadas, el diseño experimental ha sido el mismo, en bloques al azar, con ocho tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Los tratamientos comparados se detallan en el **cuadro II** y el inhibidor de la nitrificación con el que se trabajó fue el DMPP (3,4 dimetilpirazol fosfato). La parcela elemental fue de 1,2 m de ancho por 15 m de largo, con una densidad de siembra de aproximadamente 200 kg de semilla \cdot ha⁻¹. En todos los ensayos se determinaron la producción, la humedad y la proteína. Las características termoplumiométricas en las campañas citadas se muestran en el **cuadro III**.



Final del encañado del trigo en siembra directa con inhibidores de nitrificación.

Cuadro I.

Variedades y fechas de siembra en los ensayos realizados en laboreo convencional y siembra directa durante las campañas 2005-2006 y 2006-2007.

	2005-2006		2006-2007	
	Trigo	Cebada	Trigo	Cebada
Laboreo convencional	Marius 12-nov-05	Ainsa 12-nov-05	Marius 3-nov-06	Ainsa 13-oct-06
Siembra directa	Tremir 11-nov-05	Magestic 18-nov-05	Cracklin 8-nov-06	Natural 4-nov-06

Cuadro II.

Tratamientos comparados en los ensayos realizados durante las campañas 2005-2006 y 2006-2007.

Tratamiento	Dosis de N en kg·ha ⁻¹			Tipo de Fertilizante	
	Fondo	1º Cob	Total	Fert. Fondo	Fert. Cob
T1 Testigo sin fertilizante	-	-	-	-	-
T2 Tradicional	32	95	127	8-15-15	NAC 27
Tratamientos con fertilizantes con el inhibidor de la nitrificación DMPP:					
T3 En fondo a dosis baja	100	-	100	20-10-10	-
T4 En fondo a dosis alta	120	-	120	24-8-7	-
T5 Un mes tras siembra dosis baja	100 ⁽¹⁾	-	100	20-10-10	-
T6 Un mes tras siembra dosis alta	120 ⁽¹⁾	-	120	24-8-7	-
T7 Tres meses tras siembra dosis baja	100 ⁽²⁾	-	100	20-10-10	-
T8 Tres meses tras siembra dosis alta	120 ⁽²⁾	-	120	24-8-7	-

⁽¹⁾ Aplicado un mes después de la siembra.

⁽²⁾ Aplicado dos meses después de la siembra.

Resultados en trigo en siembra directa y siembra convencional

En el **cuadro IV** se muestran las producciones en trigo de las dos últimas campañas. Como puede observarse, en general la producción de trigo tanto en siembra directa como en convencional se ha visto ligeramente incrementada con la aportación de fertilizante, a excepción de la campaña 2005-2006 en siembra directa, donde se ha recogido mayor cantidad de grano por hectárea en el tratamiento testigo sin abonar, debido posiblemente a que la parcela presentaba un nivel de materia orgánica mayor (2,2%) y por ello el abonado no ha tenido el efecto deseado.

En el resto de las pruebas realizadas en trigo y años ensayados, los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos donde se aplicaron los fertilizantes con el inhibidor de la nitrificación DMPP (3,4 dimetilpirazol fosfato) en una única dosis y se podría aplicar tanto en fondo como a los tres meses tras la siembra coincidiendo con el ahijado del trigo. Además para los dos sistemas de siembra ensayados perfectamente podría irse a dosis baja (100 kg N·ha⁻¹).

El contenido de proteína en el trigo está muy influenciado por la disponibilidad de nitrógeno en el último tramo de su ciclo de cultivo, y tal y como se puede observar en la mayoría de los ensayos realizados, el contenido en proteína se ha visto incrementado en aquellos tratamientos que han recibido una fertilización nitrogenada. Asimismo, en los tratamientos con fertilizantes con inhibidor de la nitrificación aplicado en fondo, la disponibilidad de nitrógeno en la fase final del ciclo fue suficiente como

para dar una buena producción con un mayor contenido en proteína. No obstante, si las condiciones meteorológicas después de la siembra impiden la entrada en la parcela, cabe la posibilidad de aplicar el fertilizante tres meses después, tanto en siembra directa como en laboreo convencional.

Resultados en cebada en siembra directa y siembra convencional

La producción de cebada claramente aumenta al aportar fertilizante tanto en siembra directa como en siembra convencional (**cuadro V**), llegando a obtener en algunos de los ensayos realizados en cebada el

Del análisis de estos dos años de ensayo en cebada se puede deducir que el aporte en fondo o en postsiembra (en ahijado) con este tipo de fertilizantes ha proporcionado gradualmente a la planta el nitrógeno necesario para su desarrollo, con una mayor efectividad que con el abonado convencional, entendiéndose ésta como la relación entre el N aportado y el rendimiento obtenido

Cuadro III.

Características termoplumiométricas, campañas 2005-2006 y 2006-2007.

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Tª °C 2005-2006	12,2	5,8	2,8	2,1	2,3	8,0	10,2	14,6	19,1	20,6
Tª °C 2006-2007	13,6	9,3	2,8	3,1	6,4	5,7	10,2	12,6	15,9	19,4
P mm 2005-2006	111,6	58,4	26,6	31,4	39,6	55	35,4	21,6	47,8	0
P mm 2006-2007	92,2	67,6	26,4	27,4	58,2	21,0	49,0	80,0	43,2	1,6

Estación meteorológica P01 de Torquemada (Palencia). Altitud 780 m, latitud 41° 42' N y longitud 04° 40' W. Tª m: Temperatura media en °C y P: Precipitación media en mm.

Cuadro IV.

Producción media de trigo al 14% de humedad en kg·ha⁻¹ y proteína en grano en porcentaje de materia seca (%) en siembra directa y siembra convencional.

Tratamiento	Siembra directa				Siembra convencional			
	2005-2006		2006-2007		2005-2006		2006-2007	
	kg·ha ⁻¹	P %	kg·ha ⁻¹	P %	kg·ha ⁻¹	P %	kg·ha ⁻¹	P %
T1 Testigo sin fertilizante	4.149 A	12,7	2.958 C	5,7	2.466 A	8,2	3.705 B	8,4
T2 Tradicional	2.892 A	16,0	4.133 B	6,8	2.660 A	12,0	4.529 A	8,2
Tratamientos con fertilizantes con el inhibidor de la nitrificación DMPP:								
T3 En fondo a dosis baja	2.932 A	13,5	5.050 A	7,2	3.367 A	12,5	4.455 AB	9,5
T4 En fondo a dosis alta	3.525 A	15,5	4.871 A	7,5	3.826 A	12,0	4.437 AB	9,1
T5 Un mes tras siembra dosis baja	2.865 A	15,4	4.785 AB	6,9	3.380 A	13,3	4.289 AB	8,5
T6 Un mes tras siembra dosis alta	3.478 A	14,8	4.821 AB	7,2	3.272 A	12,1	4.602 A	8,4
T7 Tres meses tras siembra dosis baja	3.327 A	16,1	5.049 A	8,0	3.202 A	11,4	4.653 A	8,1
T8 Tres meses tras siembra dosis alta	3.437 A	15,3	4.853 AB	7,9	3.130 A	12,3	4.629 A	8,9
Media ensayo	3.325	14,9	4.565	7,2	3.163	11,7	4.412	8,6

Columnas con letras distintas difieren significativamente (p < 0,05).

Cuadro V.

Producción media de cebada al 14% de humedad en kg·ha⁻¹ y proteína en grano en porcentaje de materia seca (%) en siembra directa y siembra convencional.

Tratamiento	Siembra directa				Siembra convencional			
	2005-2006		2006-2007		2005-2006		2006-2007	
	kg·ha ⁻¹	P %	kg·ha ⁻¹	P %	kg·ha ⁻¹	P %	kg·ha ⁻¹	P %
T1 Testigo sin fertilizante	2.310 B	8,31	4.712 A	8,2	2.248 A	7,9	2.452 A	9,4
T2 Tradicional	3.980 A	11,1	5.488 A	8,9	4.197 A	9,8	2.890 A	9,1
Tratamientos con fertilizante con el inhibidor de la nitrificación DMPP:								
T3 En fondo a dosis baja	4.625 A	9,84	5.130 A	9,5	4.103 A	9,3	3.108 A	9,6
T4 En fondo a dosis alta	4.205 A	10,6	5.118 A	11,2	3.829 A	10,3	3.001 A	9,8
T5 Un mes tras siembra dosis baja	4.193 A	10,1	5.008 A	11,3	4.097 A	10,0	3.528 A	10,4
T6 Un mes tras siembra dosis alta	4.347 A	10,8	5.048 A	12,0	4.296 A	10,0	3.093 A	8,1
T7 Tres meses tras siembra dosis baja	4.477 A	10,22	5.455 A	11,7	4.017 A	8,4	3.445 A	9,2
T8 Tres meses tras siembra dosis alta	4.285 A	11,7	5.609 A	9,4	3.482 A	10,4	3.481 A	9,2
Media ensayo	4.053	10,3	5.196	10,3	3.784	9,5	3.125	9,4

Columnas con letras distintas difieren significativamente (p < 0,05).

doble de producción, si lo comparamos con el tratamiento sin fertilizante. Del análisis de estos dos años de ensayo se puede deducir que el aporte en fondo o en postsiembra (en ahijado) con este tipo de fertilizantes ha proporcionado gradualmente a la planta el nitrógeno necesario para su desarrollo, con una mayor efectividad que con el abonado convencional, entendiéndose ésta como la relación entre el N aportado y el rendimiento obtenido. También al igual que en el trigo no se han visto diferencias en la producción entre las dos dosis ensayadas, por lo que se estaría sobrefertilizando en el caso de la dosis alta (120 kg N·ha⁻¹) deduciéndose con ello que una buena estrategia de fertilización en muchos casos puede ayudar a ahorrar costes del cultivo.

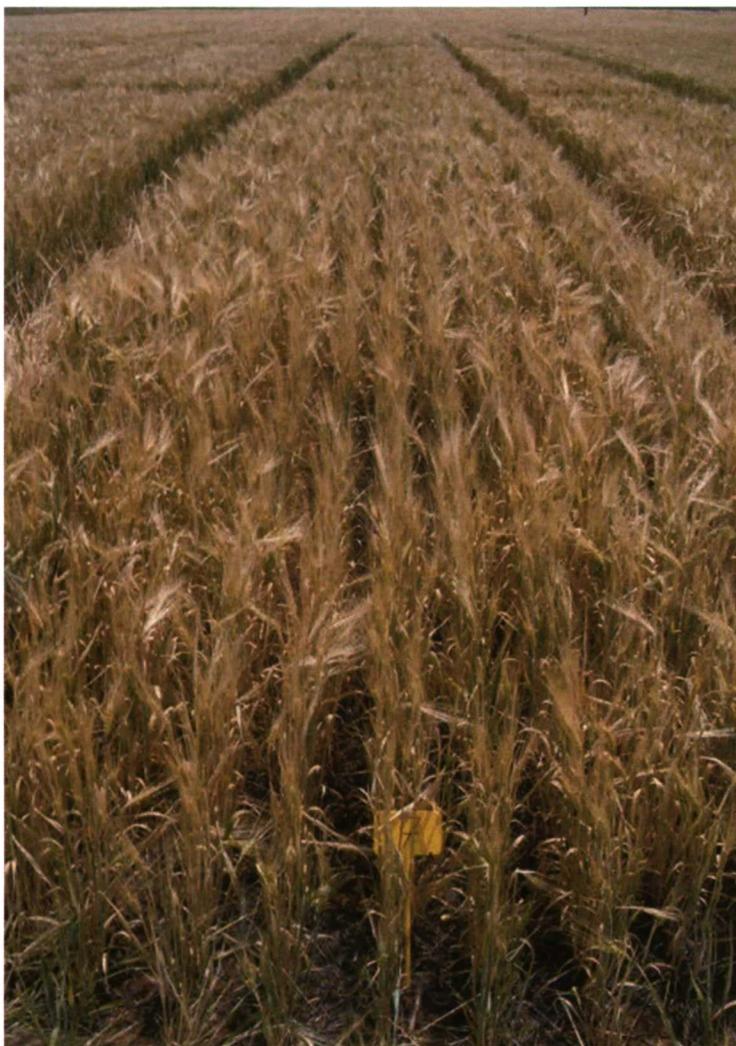
El contenido en proteína en grano de cebada guarda una correlación positiva entre la dosis de abonado nitrogenado y los valores de proteína en porcentaje. Es decir, que al aumentar la dosis de abonado aumenta en general el contenido en proteína, no viéndose una tendencia claramente definida en el porcentaje de proteína cuando se ha modificado la fecha de aplicación del fertilizante.

Conclusiones

De los resultados expuestos anteriormente con fertilizantes con inhibidores de la fertilización en los dos cereales más cultivados en la región se puede concluir lo siguiente:

- El empleo de este tipo de fertilizantes en trigo y en cebada además de aportar la ventaja de que en una sola labor se ha aportado los minerales que va a tomar la planta durante el ciclo, proporciona producciones y contenidos en proteína iguales o superiores a los que se obtienen con un abonado convencional.

- La utilización de los inhibidores de la nitrificación, tanto en siembra directa como en convencional, incrementa la eficacia en el uso de la fertilización, pudiéndose reducir los aportes de nitrógeno e ir a dosis más bajas (100 kg N·ha⁻¹), disminuyéndose así el potencial de riesgo por contaminación de nitratos.



Espigado de la cebada en siembra directa con inhibidores de la nitrificación.

• Finalmente, es interesante contar con la posibilidad de aplicar este tipo de fertilizantes en fondo o a los tres meses después de la siembra, si no ha sido posible aportarlos antes porque las condiciones edafoclimáticas no lo han permitido. ■

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa Compo Agricultura la colaboración en los ensayos y el aporte de los dos productos con inhibidores de la nitrificación ensayados. Además, se agradece a L. M. Muñoz Guerra y a C. Casar del departamento de Investigación y Desarrollo de Compo su especial colaboración durante los dos años de ensayos. El nombre comercial de los dos productos NPK-DMPP ensayados (20-10-10 y 24-8-7) es Entec.

Bibliografía

Bañuls J, Martín B, Monfort P y Legaz F 2000 mejora de la fertilización nitrogenada en el cultivo del tomate. *Agrícola Vergel*, octubre, 664-667.

Serna M, Bañuls J, Quiñones A, Primo-Millo E y Legaz F 2000 Evaluation of 3,4-dimethylpyrazole phosphate as a nitrification inhibitor in a Citrus-cultivated soil. *Biol. Fertil. Soils* 32, 41-46.

Trenkel M 1997 Controlled Release and Stabilized Fertilizers. International Fertilizer Industry Association, Paris, 106 pp.

Zerulla W, Barth T, Dressel J, Erhardt K, Horchler K, Pasda G, Rädle M y Wissemeier A 2001 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) - a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biol. Fertil. Soils* 34, 79-84.

27 feria de Maquinaria Agrícola

Recinto Ferial Ctra. Úbeda
Baeza, 18.000 m² de
Exposición



diseño: Juan de la Cruz Moreno Balboa

**Horario
ininterrumpido
de 11,00 a 20,00 horas**

Úbeda, 18 al 21 de septiembre de 2008

	AYUNTAMIENTO DE ÚBEDA CONCEJALÍA DE AGRICULTURA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO RURAL - ÁREA DE COMERCIO E INDUSTRIA		
ORGANIZA			
COLABORAN			
INFORMACIÓN			
AYUNTAMIENTO DE ÚBEDA - ÁREA DE COMERCIO E INDUSTRIA. PZ. DE JOSEFA MANUEL, S/N, PALACIO DE D. LUIS DE LA CUEVA, 23400 ÚBEDA, JAÉN. T.FNO. FAX: 953 75 40 26, E-MAIL: FERIASCOMERCIALES@UBEDAINTERESA.COM			