

Eficiencia del nitrógeno fertilizante en los cultivos de trigo harinero y duro

Luis López Bellido¹, Rafael J. López-Bellido²,
Ramón Redondo³ y Jorge Benítez¹.

¹ Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. Universidad de Córdoba.

² Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva.

³ Laboratorio de Isótopos Estables. Universidad Autónoma de Madrid.

Este artículo presenta los resultados de las investigaciones de campo sobre la utilización del ^{15}N en la determinación de la eficiencia del N fertilizante en los cultivos de trigo harinero y duro en las condiciones de secano de las campiñas andaluzas. Los ensayos se han realizado con diferentes dosis de nitrógeno en siembra y cobertera en condiciones semiáridas para establecer cuál de ellas es la más eficiente, en cuanto a la recuperación del nitrógeno por estos cereales de invierno.

Los estudios para incrementar la rentabilidad y la eficiencia de utilización del N por los cultivos son necesarios para desarrollar sistemas agrícolas más sostenibles. Maximizar la eficiencia en el uso de N es un aspecto cada vez más importante de los sistemas de gestión de cultivos, debido a presiones tanto económicas como ambientales.

La recuperación de ^{15}N por los cultivos es frecuentemente utilizada como una medida de la eficiencia de utilización del N fertilizante. En las condiciones de secano, la eficiencia de N en la recolección generalmente varía del 20 al 80%, dependiendo de factores tales como el tipo de fertilizante, método y época de aplicación, tipo de suelo y condiciones climáticas. Generalmente, los máximos valores de eficiencia obtenidos en la región mediterránea son más bajos que los correspondientes a las áreas de clima templado.

La mayoría de las investigaciones sobre el uso eficiente del N fertilizante se han realizado en los climas templados y únicamente sobre trigos harineros. Es necesario estudiar el comportamiento del N fertilizante en los climas semiáridos, como la región mediterránea. Falta información sobre la respuesta a la variación de la época de aplicación del N fertilizante en los trigos sembrados en otoño.

Metodología

Los experimentos de campo fueron realizados en Córdoba (España) durante un período de tres años (de 1999 a 2000 y de 2001 a 2002), en un suelo vertisol típico de la región mediterránea, bajo condiciones de cultivo de secano.

Para monitorizar la extracción del fertilizante marcado ^{15}N por el trigo, se establecieron microparcels de 2 m² (1 x 2 m) dentro de las parcelas de 50 m² de un experimento principal. El objetivo de éste fue estudiar la respuesta del trigo a diferentes épocas de aplicación y fraccionamiento de 150 kg/ha de N fertilizante convencional. Las microparcels fueron dispuestas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones de seis tratamientos, para cada tipo de trigo. Todas las microparcels recibieron 150 kg N/ha, con las siguientes épocas de aplicación:

(1) 100% siembra (^{15}N -marcado).



La recuperación y eficiencia del N fertilizante en el cultivo de trigo aumenta con la aplicación en cobertera, antes del encañado

- (2) 50% siembra (^{15}N -marcado) + 50% cobertera (^{14}N).
- (3) 50% siembra (^{14}N) + 50% cobertera (^{15}N -marcado).
- (4) 1/3 siembra (^{15}N -marcado) + 2/3 cobertera (^{14}N).
- (5) 1/3 siembra (^{14}N) + 2/3 cobertera (^{15}N -marcado).
- (6) 100% cobertera (^{15}N -marcado).

Todas las aplicaciones de cobertera se realizaron al comienzo del encañado del trigo. Los datos de los tratamientos (2), (3), (4) y (5) fueron combinados para determinar la contribución total del N fertilizante aplicado en siembra y cobertera en la correspondiente aplicación. Las soluciones fertilizantes fueron formuladas con urea 46% y urea enriquecida con ^{15}N (2,5 átomos ^{15}N en exceso) para la aplicación de siembra y nitrato amónico 27% y nitrato amónico enriquecido con ^{15}N (2,5 átomos ^{15}N en exceso) para la aplicación de cobertera. Las aplicaciones de siembra se realizaron inmediatamente después de ésta y las de cobertera al comienzo del encañado del trigo. Los tratamientos fueron aplicados a la superficie del suelo del área de la microparcela, utilizando 4 l de agua destilada por microparcela y un pulverizador manual.

La recuperación del N fertilizante marcado por la planta (N_R) fue

calculada según la **ecuación 1**, donde N_t = N total de la planta en maduración en kg/ha, a = % átomos ^{15}N en el fertilizante, b = % átomos ^{15}N en las plantas no fertilizadas, c = % átomos ^{15}N en las plantas fertilizadas, y f = dosis fertilizante en kg N/ha.

El porcentaje del N total de la planta derivado del ^{15}N fertilizante (N_F) se calcula según la **ecuación 2**.

Ecuación 1: $N_R = N_t \times (c - b) / (a - b)$ y $\%N_R = (N_R / f) \times 100$.

Ecuación 2: $N_F = N_R / N_t \times 100$.

Las variedades de trigo utilizadas fueron Gazul (T. harinero) y D. Pedro (T. duro). El cultivo precedente fue siempre el girasol.

Resultados

La recuperación de N fertilizante fue significativamente diferente entre las aplicaciones realizadas en otoño, antes de la siembra, y en cobertera, en el encañado del trigo, tanto en el trigo harinero como en el trigo duro (**figura 1**). Según la dosis de N aplicada en siembra, el porcentaje de recuperación del fertilizante ^{15}N marcado (N_R) fue de 20,9; 12 y 9,3% en el trigo harinero y de 19,4; 11,2 y 7,6 en el trigo duro, para las dosis de 150, 75 y 50 kg N/ha, respectivamente. En la aplicación en el encañado del trigo, el N_R fue del 68,3; 51,5 y 44,6 en el trigo harinero y del 49,6; 38,2 y 35,4% en el trigo duro, para las dosis de 150, 75 y 50 kg N/ha, respectivamente. El N_R promedio en las aplicaciones del otoño fue del 14% en el trigo harinero y del 12,7 en el trigo duro; y en las aplicaciones de cobertera, en el encañado, fue

Saleplas COVERLINE

Tecnología



Calidad



Innovación



Servicio



Saleplas
sistemas de riego irrigation systems

diseñamos soluciones

del 54,8% en trigo harinero y del 41% en trigo duro; es decir, un valor entre tres y cuatro veces superior al de la siembra.

El N derivado del fertilizante marcado también mostró una diferencia altamente significativa entre las aplicaciones en siembra y en encañado. Según la dosis de N fertilizante aplicada en siembra, el porcentaje de N derivado del ^{15}N fertilizante (N_F) fue en el trigo harinero del 16,8; 8,9 y 6,8 y en el trigo duro del 19,6, 10,5 y 6,7%, para las dosis 150, 75 y 50 kg N/ha, respectivamente. En la aplicación en el encañado del trigo, el N_F en el trigo harinero fue de 50,6; 38,3 y 33% y en el trigo duro del 43,7; 34,7 y 32,9%, para las dosis 150, 75 y 50 kg N/ha, respectivamente. El N_F medio en las aplicaciones de otoño fue del 10,8% en el trigo harinero y del 12,3% en el trigo duro, y en las aplicaciones de primavera fue del 40,6% y del 37,1% para ambos tipos de trigos, respectivamente.

El trigo harinero fue más eficiente que el trigo duro en la recuperación y translocación del N fertilizante al grano

Cuadro I.

Recuperación del nitrógeno marcado (^{15}N) por el trigo harinero (cv. Gazul), según la época y fraccionamiento de fertilizante nitrogenado.

Dosis Na (kg/ha)	Recuperación de N fertilizante marcado		N derivado del fertilizante ^{15}N (%)
	Kg/ha	%	
150 ^{15}N -0	31,9 c	20,9 c	16,8 c
75 ^{15}N -75 ^{15}N	81,1 b	56,6 b	41,8 b
50 ^{15}N -100 ^{15}N	91,6 ab	60,8 ab	45,1 b
0-150 ^{15}N	102,5 a	68,3 a	50,6 a

^a época aplicación: siembra-encañado

Media de tres años. Para cada columna, letras diferentes indican diferencias significativas al 95%, según el test de mínima diferencia significativa.

Cuadro II.

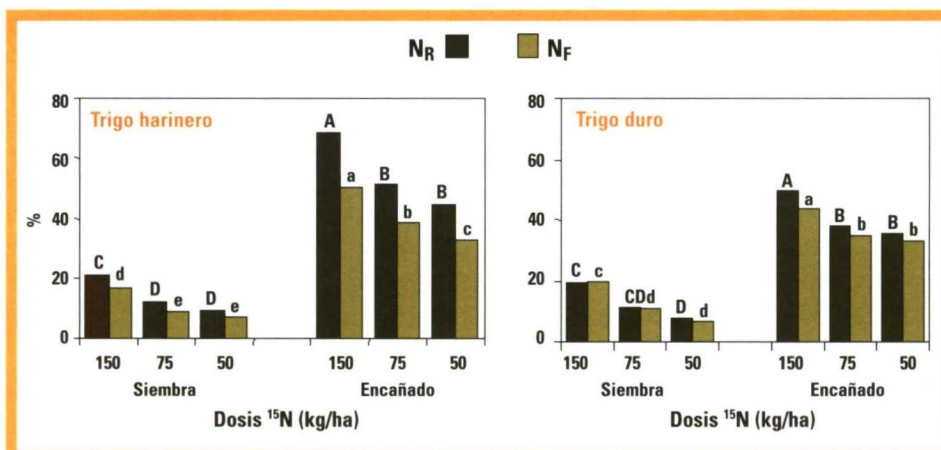
Recuperación del nitrógeno marcado (^{15}N), por el trigo duro (cv. D. Pedro), según la época y fraccionamiento de fertilizante nitrogenado.

Dosis Na (kg/ha)	Recuperación de N fertilizante marcado		N derivado del fertilizante ^{15}N (%)
	Kg/ha	%	
150 ^{15}N -0	33,1 b	22,3 b	19,6 b
75 ^{15}N -75 ^{15}N	71 a	47,6 a	43,4 a
50 ^{15}N -100 ^{15}N	68,9 a	46,1 a	41,4 a
0-150 ^{15}N	78 a	52,2 a	43,7 a

^a época aplicación: siembra-encañado

Media de tres años. Para cada columna, letras diferentes indican diferencias significativas al 95%, según el test de mínima diferencia significativa.

Figura 1.



Influencia de la época de aplicación y del fraccionamiento en la recuperación del ^{15}N marcado (N_R) y en el N derivado del ^{15}N fertilizante (N_F) en el trigo. Media de tres años. Para cada especie de trigo, letras mayúsculas y minúsculas diferentes indican diferencias significativas al 95% para los índices N_R y N_F , respectivamente, según el test de mínima diferencia significativa.

La aplicación del N fertilizante (150 kg N/ha) al comienzo del encañado del trigo indujo la tasa de recuperación más alta de N por el trigo, aunque en el trigo harinero no difirió significativamente del tratamiento fraccionado 50 + 100 kg N/ha (siembra + comienzo encañado) (**cuadro I**); y en el trigo duro, en dicho tratamiento, y en el 75 + 75 kg N/ha (**cuadro II**). La aplicación única de los 150 kg N/ha de N fertilizante en siembra registró la recuperación más baja de N fertilizante por el trigo (**cuadros I y II**).

La comparación entre ambos tipos de trigo bajo en las mismas condiciones experimentales, muestra que el trigo harinero registró una recuperación media del ^{15}N fertilizante más alta que el trigo duro (51,7% frente al 42,1%). También el porcentaje de N fertilizante marcado translocado al grano, respecto al total extraído por la planta, fue superior en el trigo harinero respecto al trigo duro (promedio de 76,3% y 69,4%, respectivamente). Según la época de aplicación del fertilizante, ambos tipos de trigo tuvieron una eficiencia de recuperación del ^{15}N fertilizante más o menos similar cuando toda la aplicación de N se realizó en la siembra; mientras que se manifestaron diferencias cuando la aplicación tuvo lugar en cobertera. Estas diferencias fueron máximas cuando todo el ^{15}N fertilizante fue aplicado en el encañado del trigo (un 23,6% superior en el trigo harinero).

Conclusiones

La recuperación y eficiencia del N fertilizante en el cultivo de trigo aumenta con la aplicación en cobertera, antes del encañado, en los vertisoles de secano mediterráneos. Por el contrario, la aplicación de N en siembra (otoño) muestra una pobre eficiencia.

El uso de ^{15}N marcado sugiere realizar la aplicación del N fertilizante al trigo preferentemente sólo en cobertera, entre el ahijado y el encañado. Bajo estas condiciones es posible una importante reducción de la dosis total de N fertilizante aplicada, teniendo en cuenta el importante papel del N residual del suelo y de la mineralización del N en la predicción de las necesidades del cultivo. ■

Agradecimientos

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