

## La fertilización nitrogenada en el trigo cultivado en siembra directa

R. Ordóñez\*

G. Martínez\*, \*\*

P. González\*



Finca las 80. Jerez (Cádiz)

### Introducción

En los últimos años se ha observado en el sector agrícola un incremento en la adopción de sistemas conservacionistas en respuesta a la necesidad de preservar el recurso suelo, reducir costes y pérdidas de nutrientes y aumentar los niveles de materia orgánica (Lal, 1997 a y b).

dad y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas.

Los cambios experimentados en un suelo cultivado en siembra directa afectan a su estructura, densidad, temperatura y a la distribución de la materia orgánica, humedad y nutrientes en el perfil. Esto determina diferencias en la distribución radicular de los cultivos y en la

### La siembra directa constituye una opción para el mantenimiento de la productividad y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas

Existen numerosos estudios que destacan la mejora de varias propiedades del suelo como consecuencia de sembrar sin labrar y usar coberturas vegetales. El sistema agrícola de manejo tradicional puede reducir el reciclado de nutrientes en el suelo, mientras que la siembra directa constituye una opción para el mantenimiento de la productivi-

eficiencia en la absorción de los nutrientes aplicados.

Al eliminarse la inversión del suelo, las únicas perturbaciones físicas se realizan en el surco de la siembra y cuando se aplican los fertilizantes por debajo de éste. La falta de volteo conduce a la disminución de la tasa de intercambio gaseoso, es decir de la aireación, y con-

secuentemente disminuye la oxidación de la materia orgánica y aumenta la tasa de inmovilización de los residuos orgánicos del cultivo.

El mayor efecto de los factores antes mencionados sobre los requerimientos de fertilización es la menor disponibilidad de nitrógeno para el cultivo, no sólo consecuencia de la menor mineralización/mayor inmovilización de los residuos, sino que también afecta a los fertilizantes aplicados, en particular cuanto más superficial sea esta aplicación (Rice y Smith, 1984).

Algunos autores indican que el aumento en la proporción de macroporos que esta técnica propicia como consecuencia de una mayor actividad biológica, facilitaría el lixiviado de los fertilizantes solubles aplicados en superficie (Ferreras et al., 1998). Sin embargo, el proceso del ciclo del nitrógeno que más influencia tiene en el manejo de la fertilización nitrogenada en suelos en siembra directa es la volatilización del N aplicado sobre la superficie, sobre todo si se trata de fertilizantes ureicos y amoniacales (Camaña y Melgar, 1998).

La elección del fertilizante, su cuantía y las técnicas de aplicación han de adaptarse en cada caso a las circunstancias específicas y el tipo de laboreo, entre otras, para intentar minimizar las pérdidas de nitrógeno procedente del abonado y hacer su uso más eficiente.

La eficacia de los abonos nitrogenados, depende en gran medida de la climatología de la zona. Se suelen añadir mediante dos o más aplicaciones para mejorar su uso. Una cantidad menor que se aplica previa a la siembra, permite a la planta disponer de nitrógeno suficiente para su correcto desarrollo en sus primeras etapas y evita el lavado de los ni-

\* Área de Producción Ecológica y Recursos Naturales, IFAPA, CIFA "Alameda del Obispo"

\*\* Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba

tratos no utilizados con las lluvias de otoño-invierno. El resto se añade a la salida del invierno con el fin de que las lluvias lo pongan a disposición de las plantas cuando estas presentan sus mayores necesidades.

Para estimar la respuesta en el rendimiento productivo y económico de un trigo en siembra directa se ha realizado un ensayo con distintas dosis de abono nitrogenado.

## Material y métodos

Durante tres campañas consecutivas, 2002/03, 2003/04 y 2004/05, se ha efectuado un ensayo de fertilización nitrogenada en siembra directa en la finca "Las 80", situada en la provincia de Cádiz, de coordenadas 6° 9' 12" W y 36° 44' 3" N en un suelo de textura arcillosa y contenido medio de materia orgánica cuyas características físico-químicas aparecen reflejadas en la **tabla 1**.

cas del ensayo aparecen reflejadas en la **tabla 2**.

El abonado de fondo se incorporó, utilizando fosfato diamónico (PDA). Para las coberturas se ha empleado urea aplicada a voleo.

Una vez concluidas las campañas, se estimó la producción de biomasa y grano para las distintas variables consideradas.

## Resultados y discusión

La **figura 1** representa la distribución temporal de la pluviometría y la temperatura para las distintas campañas consideradas en la zona de estudio. En ella se puede observar que en los dos primeros años la cantidad de lluvia caída es similar a la media de la zona, entre

meras campañas, mejor que la disponibilidad de agua, ya que la pluviometría registrada en las campañas 02/03 y 03/04 fue similar (**figura 1**).

## Niveles adecuados de lluvia acumulados en el otoño, facilitan que un trigo pueda afrontar mejor el periodo invernal

**Tabla 1.** Características del suelo utilizado en el ensayo en la finca "Las 80"

Prof (cm)	MO (%)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (%)	CIC (mol <sub>c</sub> /kg)	P (ppm)	K (ppm)	pH (H <sub>2</sub> O)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
0-3	1,64	24,3	0,495	16,07	809,2	8,45	18,1	32,7	49,2
3-13	1,60	26,7	0,551	5,97	498,4	8,50	18,2	32,6	49,2
13-26	1,46	28,2	59,5	3,89	464,0	8,59	17,8	32,3	49,9
26-52	0,94	31,7	50,3	3,24	293,0	8,68	17,5	33,1	49,4

En la primera campaña se sembró trigo duro de la variedad "simeto", trigo blando de variedad "galeón" en la siguiente y en la última trigo duro de la variedad "simeto".

El ensayo consistió en la aplicación de un abonado (NP) de fondo común a todos los tratamientos y dosis crecientes de nitrógeno en la cobertura; la cual se fraccionó en dos aplicaciones. Las características

560 y 600 mm. En la última campaña, muy seca, sólo se han registrado 196 mm, lo que supone un tercio de la media en la zona.

La **figura 2** muestra la producción de grano para los distintos tratamientos y años agrícolas considerados. Independientemente de la dosis de abonado, los mejores resultados se alcanzan en la campaña 03/04, con un valor medio en la producción de grano superior en aproximadamente 1.000 y 2.000 kg/ha con respecto a 02/03 y 04/05 respectivamente. El trigo blando, más productivo que el trigo duro, especie sembrada los años 02/03 y 04/05, podría explicar las diferencias encontradas entre las dos pri-

**Tabla 2.** Dosis de N aplicadas en los distintos tratamientos y distribución de la aplicación

Tratamiento	Fondo	Ahijado	Encañado
1	20 U.F.N.	0 U.F.N.	0 U.F.N.
2	20 U.F.N.	50 U.F.N.	50 U.F.N.
3	20 U.F.N.	50 U.F.N.	100 U.F.N.

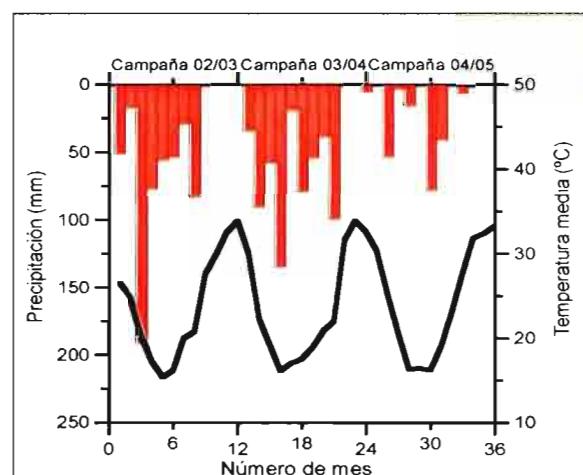


Figura 1. Temperatura media y precipitación mensual en el Rancho de la Merced

En la última campaña, además del efecto de la variedad cultivada, la escasez de lluvia registrada determinó la menor cosecha de grano de todo el estudio. Niveles adecuados de lluvia acumulados en el otoño, facilitan que un trigo pueda afrontar mejor el periodo invernal, generalmente más seco, y en el que se producen el ahijado y el encañado. Las lluvias primaverales potencian una disponibilidad de agua suficiente para abastecer el llenado del grano. De ahí la importancia, no sólo de la cantidad de lluvia caída sino de la distribución de la precipitación en el ciclo del cultivo. Efecto éste que también influye sobre la disponibilidad del nitrógeno aportado con la fertilización.

Para todas las campañas, el efecto de la fertilización se hace sentir en el rendimiento de grano, que aumenta sus nive-

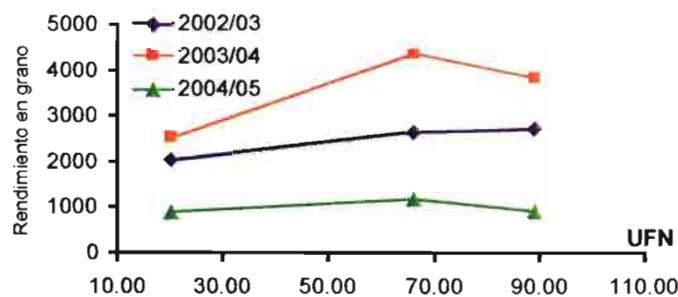


Figura 2. Producción de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para dosis crecientes de abonado nitrogenado

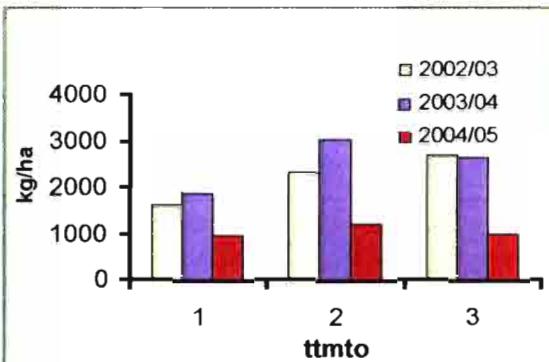


Figura 2. Producción de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para dosis crecientes de abonado nitrogenado.

les en las parcelas en las que se aplicó abono de cobertura con respecto a las que sólo se fertilizaron de fondo (figura 2). El óptimo de producción se alcanzó con el tratamiento de 100 kg de N/ha en dos aplicaciones de cobertura, salvo en 02/03, cuando se consiguió a la dosis máxima. No obstante el sobrecoste del fertilizante no compensa el incremento en la producción (tabla 3). Cantidad mayores como las del tratamiento 3 se muestran ineficaces para incrementar la cosecha de grano y en algunos casos hasta la desciende en un 20 %.

Estos valores son coincidentes con los señalados por González et al. (2004) en un ensayo con dosis crecientes de nitrógeno, de 0 a 250 UF, sobre un suelo arcilloso en el que se estimó el efecto del

abono nitrogenado sobre un trigo duro cultivado en siembra directa y laboreo convencional.

valores más bajos de este parámetro se han registrado en la campaña 04/05, en la que se acumula la menor pluviometría

## Si se da un otoño seco, la fertilización nitrogenada en cobertura no produce grandes cambios en la producción de grano y biomasa obtenida

La producción de biomasa parece estar más influenciada por la disponibilidad de agua que por la variedad de trigo cultivada (figura 3). De hecho, los

de todo el periodo considerado (figura 1). Al igual que ocurriría con el grano, la aplicación de nitrógeno en el ahijado y el encañado tiene un efecto positivo en el rendimiento de paja, pero en este caso el óptimo de producción se encuentra en el tratamiento 3 para el ensayo del año 02/03 y en el tratamiento intermedio para el del año 03/04. En la última campaña, la escasez de agua anula el efecto del fertilizante y la paja cosechada es similar para todos los tratamientos.

Estudiando, la relación entre el rendimiento de grano y paja en función de la cantidad de nitrógeno aplicado (figura 4), los peores resultados los presenta la última campaña. En ella la producción de paja ha ido en detrimento de la de grano. El caso más desfavorable es el del tratamiento con un único abonado de fondo, en el que por cada kg de biomasa se obtienen 0,9 kg de grano. No obstante, en todas las campañas esta relación se sitúa cercana o por encima de la unidad.

Los valores más altos de esta relación

Tabla 3. Análisis económico e incremento del beneficio económico con respecto al tratamiento de abonado en presiembra

Tratamiento	Valor grano	Coste fertilizante	Incremento Rendto. Econ.
	euro/ha	euro/ha	euro/ha
<b>Campaña 02/03</b>			
20+0+0 U.F.N.	265	26,7	0,0
20+50+50 U.F.N.	346	81,0	27,0
20+50+100 U.F.N.	355	108,2	8,9
<b>Campaña 03/04</b>			
20+0+0 U.F.N.	329	26,7	0,0
20+50+50 U.F.N.	568	81,0	184,7
20+50+150 U.F.N.	497	108,2	86,5
<b>Campaña 04/05</b>			
20+0+0 U.F.N.	120	26,7	0,0
20+50+50 U.F.N.	160	81,0	- 14,2
20+50+150 U.F.N.	125	108,2	- 76,3

-Coste medio del fertilizante 0,24 euro/Kg para PDA y 0,25 euro/Kg para urea

-Valor medio del grano 0,13 euro/Kg

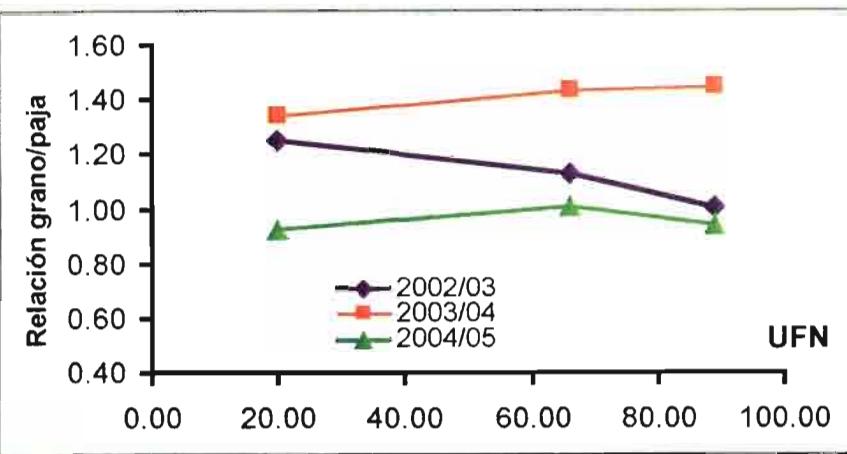


Figura 4. Relación entre la producción de grano y paja según la cantidad de unidades fertilizantes de nitrógeno (UFN) aplicadas

(figura 4), indicativos de la mejor eficiencia en la producción de grano, se aprecian en la campaña 03/04, con un cociente entre ambos parámetros próximo a 1,4; siendo el caso más favorable el tratamiento con 170 UFN en el que por cada kg de paja se obtiene una producción de 1,5 kg de grano.

Suponiendo que todas las operaciones realizadas en el ensayo tienen el mismo coste para los diferentes tratamientos, se ha realizado un estudio económico que tenga en cuenta el beneficio de la producción y los gastos imputables al fertilizante aplicado. El incremento de rendimiento económico (en euro/ha) se ha referido a la media de las parcelas que únicamente se abonaron de fondo, como se observa en la tabla 3.

Para las dos primeras campañas el óp-

timo económico se alcanza con el empleo de 120 kg de N/ha, que supone un beneficio de 27,0 y 185 euro/ha respectivamente, con respecto al trigo sólo abonado de fondo. Los peores resultados se obtienen en la última campaña, en la que la dosis máxima de abono aplicada supone para el agricultor una pérdida de 76 euros por cada hectárea cultivada.

### Conclusiones

En años con un otoño y principio de invierno seco, la fertilización nitrogenada en cobertura no produce grandes cambios en la producción de grano y biomasa obtenida.

Si el año es hidrológicamente favorable, la aplicación de nitrógeno en cober-

tera supone incrementos en el rendimiento del cultivo y consecuentemente en el beneficio para el agricultor. En nuestro caso, el empleo de 120 Kg de N/ha repartidos en tres aplicaciones muestra los mejores resultados.

Campañas como la 04/05 con pluviometría escasa, determinan una tendencia en el cultivo hacia la producción de paja en detrimento del grano.

### Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo recibido del Ministerio de Ciencia y Tecnología mediante el proyecto nacional AGL 2002-04283.

### Bibliografía

- Caamaño, A. y Melgar, R.J., 1998. Fertilizantes nitrogenados: Fuentes y momentos de aplicación en trigo. Rev. Tecn. Agrop., Vol. III, Nº 7, 36-38.
- Ferreras, L.A., De Batista, J.J., Ausilio, A. y Pecorari, C., 1998. Efecto de dos sistemas de labranza sobre las propiedades físicas de un Argiudol típico. XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Carlos Paz (Cdba), mayo.
- González, P., Ordóñez, R. y Perea, F., 2004. Respuesta del trigo duro a la fertilización nitrogenada en siembra directa y laboreo convencional. I Congreso Ibérico de la Ciencia del Suelo, 15 a 18 de junio, Bragança, Portugal, Pp. 228.

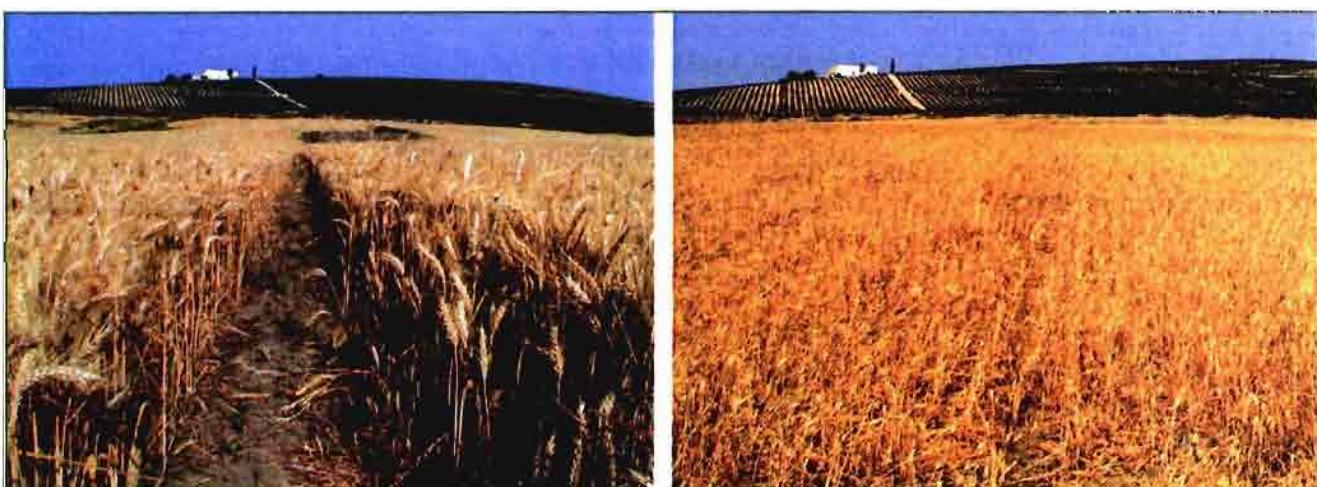


Figura 5. Estado del trigo antes de la recolección. 2003/04 (izqda); 2004/05 (dcha)