

EN LA EXPERIENCIA SE HAN UTILIZADO ABONOS CONVENCIONALES Y ABONOS DE NUEVA GENERACIÓN

# Disminución de la pérdida de abono mediante la aplicación de **nuevos fertilizantes** en siembra directa

La Unión Europea se hizo eco del problema de la lixiviación de nitratos, promulgando la Directiva 91/676, relativa a la contaminación producida por nitratos de origen agrícola. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto

de distintas tesis de abonado sobre la evolución temporal del contenido de nitrógeno en forma nítrica en el suelo en cultivos de trigo bajo sistemas de agricultura de conservación, como la siembra directa.

Márquez, F.<sup>1,2</sup>; Ordóñez, R.<sup>3,2</sup>; Gil, J.<sup>1,2</sup>; González, E.<sup>2,1</sup> y Veroz, O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Grupo de investigación de mecanización y tecnología rural, AGR126. Departamento de ingeniería rural. Universidad de Córdoba.

<sup>2</sup> Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos Vivos (AEAC/SV). IFAPA Alameda del Obispo. Córdoba.

<sup>3</sup> Área de Producción Ecológica y Recursos Naturales. IFAPA Alameda del Obispo. Córdoba.

La armonía entre la producción agraria y el entorno es fundamental para evitar su degradación. Por este motivo, la preservación del medio ambiente es una preocupación cada vez más tenida en cuenta en las políticas europeas, nacionales y regionales. Sin embargo, aún se continúan realizando prácticas de cultivo inapropiadas. Entre otros efectos nocivos, las labores mullen el suelo, aumentando la relación entre los macro y microporos del mismo, lo que disminuye su capacidad de retención de agua y nutrientes en las capas superficiales (Márquez *et al.*, 2009 a), favoreciendo la pérdida de humedad por evaporación y la de nitrógeno por percolación profunda (Márquez, 2008).

La Unión Europea se hizo eco del problema de la lixiviación de nitratos, promulgando la Directiva 91/676, relativa a la contaminación producida por nitratos de origen agrícola. Dicho documento establece los



criterios para designar como zonas vulnerables aquellas superficies cuyo drenaje pueda dar lugar a la contaminación de masas de agua por nitratos y la obligación para los Estados miembros de identificar las aguas que se hallen afectadas por esta contaminación. Así por ejemplo, gran parte del Valle del Guadalquivir, una de las mayores regiones productoras de cereal de España, se encuentra incluida dentro de estas zonas, estando muy restringido el uso de fertilizantes nitrogenados.

La implantación de nuevas técnicas como la siembra directa, ayudan a frenar es-

tos procesos contaminantes, pues reducen la escorrentía y mejoran la estructura y distribución porosa del suelo (Triplet y Warren, 2008). Además, la aparición de nuevos abonos, como los de liberación lenta, o de efecto *starter*, permiten hacer un uso más racional y adecuado de las sustancias nitrogenadas, que junto con el fósforo son los principales contaminantes del agua derivados de la fertilización (Rodríguez *et al.*, 2008).

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de distintas tesis de abonado sobre la evolución temporal del contenido de nitróge-





Cultivos extensivos en siembra directa protegiendo y mejorando el suelo de nuestra explotación.



Trigo sobre barbecho de girasol en el campo experimental de Las Cabezas de San Juan.

## CUADRO I.

Fertilizantes utilizados en los ensayos.

| Abono                  | Composición (N-P-K) |
|------------------------|---------------------|
| Urea                   | 46-0-0              |
| Nitrato amónico        | 27-0-0              |
| Sulfato amónico        | 21-0-0              |
| Solución nitrogenada   | 32-0-0              |
| Fosfato diamónico      | 18-46-0             |
| Microgranulado starter | 11,5-50-0           |
| Liberación lenta       | 20-10-10            |

no en forma nítrica en el suelo en cultivos de trigo bajo sistemas de agricultura de conservación, como la siembra directa.

## Material y métodos

El estudio se ha realizado durante las campañas 2006/07 y 2007/08, en dos fincas situadas en zonas cerealistas de Andalucía, con clima típicamente mediterráneo. Más concretamente en los municipios de Las

Cabezas de San Juan (Sevilla) y Jerez de la Frontera (Cádiz). Las características físico-químicas de ambas parcelas aparecen descritas en Márquez *et al.* (2009 c); aunque cabe destacar que en la zona de Las Cabezas, el suelo tiene un marcado carácter vértico, fértil y profundo, mientras que en la de Jerez, el terreno es muy calizo asentado en una zona relativamente montañosa. Ambos poseen valores de materia orgánica, fósforo y potasio en el suelo considerables, fruto del manejo continuado en siembra directa durante ocho campañas.

En la experiencia se han empleado tanto abonos convencionales (urea, sulfato amónico, etc.), como de nueva generación (liberación lenta, microgranulados con efecto *starter* y líquidos). Los productos utilizados y su composición se detallan en el **cuadro I**.

Los campos experimentales se han sembrado con variedades de trigo duro (Simeto) y blando (Ánapo). La densidad de siembra elegida fue de 360 semillas/m<sup>2</sup>, utilizando parcelas de gran dimensión, 50 x 7,5 m<sup>2</sup>, distribuidas en bloques al azar, con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Las diferentes tesis de abonado, dosis de aplicación, unidades fertilizantes de nitrógeno (UFN) y de fósforo (UFF) de cada tratamiento se encuentran resumidas en el **cuadro II**. Reseñar que la primera cobertera se realizó ambos años en enero y la segunda en marzo.

## CUADRO II.

Tipo de abono y dosis de aplicación en los diferentes tratamientos.

| Tratamiento | Presiembra     | Siembra            | Incorporado                 | 1ª cobertera              | 2ª cobertera              | UFN | UFF  |
|-------------|----------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|-----|------|
| 1           | 0              | 0                  | 0                           | Urea<br>227 kg            | Urea<br>109 kg            | 150 | 0    |
| 2           | 0              | 0                  | Fosfato<br>diamónico 125 kg | Urea<br>168 kg            | Urea<br>109 kg            | 150 | 57,5 |
| 3           | 0              | 0                  | Fosfato<br>diamónico 125 kg | Nitrato<br>amónico 287 kg | Nitrato<br>amónico 185 kg | 150 | 57,5 |
| 4           | 0              | 0                  | Fosfato<br>diamónico 125 kg | Sulfato<br>amónico 369 kg | Sulfato<br>amónico 238 kg | 150 | 57,5 |
| 5           | Urea<br>109 kg | 0                  | Fosfato<br>diamónico 125 kg | Urea<br>168 kg            | 0                         | 150 | 57,5 |
| 6           | 0              | 0                  | Starter<br>43 kg            | Urea 46% N<br>200 kg      | S.N.<br>100 kg            | 130 | 21,5 |
| 7           | 0              | 0                  | Starter<br>43 kg            | Sulfato<br>amónico 425 kg | S.N.<br>100 kg            | 130 | 21,5 |
| 8           | 0              | L. lenta<br>310 kg | 0                           | Sulfato<br>amónico 320 kg | 0                         | 130 | 31   |



Para estimar la distribución del nitrato en el perfil, se han realizado mensualmente muestreos del contenido de este anión en el suelo de los diferentes tratamientos. En cada salida y siempre en la misma zona,

se tomaron dos muestras con barrena Edelman de 6 cm de diámetro, a 20 y 40 m del inicio de la parcela, mezclando éstas en una bolsa y obteniendo una compuesta. Las profundidades estudiadas son: 0-3 cm, 3-13

cm, 13-26 cm, 26-52 cm y 52-70 cm.

El análisis de nitrato se ha realizado reduciendo el anión en una columna de cadmio cuperizado, por el método de Griess-Illosva y modificado. Para el estudio estadístico de los datos se ha recurrido a un análisis Anova, realizando el test de Tukey.

Por último, para conocer la variación en el contenido de nitrato del suelo de cada tratamiento con respecto a las demás tesis de abonado, se ha recurrido al concepto conocido como estabilidad temporal, definido por Vachaud *et al.* (1985) como el mantenimiento de unos parámetros de la distribución temporal de una propiedad del suelo. Usando la media y la desviación típica de la diferencia relativa  $\delta_{ij}$  (**ecuación 1**), en la que el índice  $j$  representa la variable tiempo, en este caso días, y la  $i$  el tratamiento muestreado.

La variable  $\delta_{ij}$  es el valor normalizado de la desviación de los valores medidos de nitrato,  $S_{ij}$  (**ecuación 2**), con respecto a la media,

$$\text{Ecuación 1. } \delta_{ij} = S_{ij} - S_j / S_j$$

$$\text{Ecuación 2. } S_j = (1/N) * \sum S_{ij}$$

Su media es  $\delta_j$  y su desviación típica  $\sigma(\delta_j)$ , se muestran en las **ecuaciones 3 y 4** respectivamente.

$$\text{Ecuación 3. } \delta_j = (1/m) \sum \delta_{ij}$$

$$\text{Ecuación 4. } \sigma(\delta_j) = [1/m - 1 \sum (S_{ij} - S_j)^2]^{1/2}$$

## Resultados y discusión

El **cuadro III** muestra el contenido medio de nitrato por centímetro para cada profundidad muestreada y tratamiento. La cuantía de este anión en la primera campaña en ambas fincas es más baja a la medida en la segunda, debido posiblemente a que la primavera de la campaña 2007-08 fue más cálida, pudiendo haber favorecido un posible incremento en la tasa de mineralización de la materia orgánica. Además, se aprecia como la riqueza de este nutriente decrece conforme aumentamos la profundidad de muestreo, pues con la siembra directa, las mejoras estructurales y en la distribución porosa hacen que aumente la capacidad de retención de agua y sustancias solubles en superficie, favoreciendo su asimilación por la planta y disminuyendo el riesgo de lavado de elementos contaminantes como el nitrógeno.



Campo experimental de Jerez antes de la siembra.

### CUADRO III.

Contenido medio de nitrógeno nítrico por centímetro en cada profundidad.

|             |                 |          | Tratamiento |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|-----------------|----------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
|             |                 |          | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| JEREZ       | Campaña 2006-07 | 0-3 cm   | 2,10        | 1,92 | 1,56 | 2,33 | 2,33 | 1,40 | 2,78 | 1,54 |
|             |                 | 3-13 cm  | 1,32        | 1,26 | 1,55 | 1,22 | 1,22 | 1,03 | 1,17 | 1,17 |
|             |                 | 13-26 cm | 0,91        | 0,91 | 1,10 | 1,03 | 0,87 | 1,01 | 0,95 | 0,85 |
|             |                 | 26-52 cm | 0,65        | 0,70 | 0,61 | 0,65 | 0,54 | 0,54 | 0,58 | 0,53 |
|             |                 | 52-70 cm | 0,40        | 0,41 | 0,47 | 0,57 | 0,47 | 0,40 | 0,35 | 0,40 |
|             | Campaña 2007-08 | 0-70 cm  | 0,79        | 0,80 | 0,84 | 0,85 | 0,76 | 0,70 | 0,77 | 0,69 |
|             |                 | 0-3 cm   | 6,12        | 4,61 | 5,21 | 6,56 | 3,53 | 2,94 | 3,75 | 2,74 |
|             |                 | 3-13 cm  | 3,44        | 2,45 | 3,41 | 4,04 | 2,51 | 1,83 | 2,12 | 2,25 |
|             |                 | 13-26 cm | 1,72        | 2,11 | 2,31 | 2,21 | 1,71 | 1,79 | 1,71 | 1,63 |
|             |                 | 26-52 cm | 1,17        | 1,59 | 1,69 | 1,84 | 1,46 | 1,11 | 0,96 | 1,70 |
| LAS CABEZAS | Campaña 2006-07 | 52-70 cm | 1,03        | 1,33 | 1,64 | 1,35 | 1,25 | 1,13 | 0,97 | 1,04 |
|             |                 | 0-70 cm  | 1,77        | 1,87 | 2,19 | 2,30 | 1,69 | 1,42 | 1,39 | 1,64 |
|             | Campaña 2007-08 | 0-3 cm   | 0,82        | 1,14 | 1,57 | 1,75 | 3,34 | 0,98 | 0,82 | 2,10 |
|             |                 | 3-13 cm  | 0,59        | 0,67 | 1,29 | 0,75 | 0,77 | 0,53 | 0,54 | 0,82 |
|             |                 | 13-26 cm | 0,52        | 0,49 | 0,53 | 0,51 | 0,49 | 0,41 | 0,46 | 0,47 |
|             |                 | 26-52 cm | 0,34        | 0,37 | 0,40 | 0,37 | 0,32 | 0,31 | 0,29 | 0,32 |
|             |                 | 52-70 cm | 0,21        | 0,25 | 0,26 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,20 | 0,23 |
|             | Campaña 2006-07 | 0-70 cm  | 0,39        | 0,44 | 0,56 | 0,47 | 0,52 | 0,37 | 0,36 | 0,48 |
|             |                 | 0-3 cm   | 2,44        | 3,55 | 2,62 | 3,38 | 1,94 | 3,18 | 3,31 | 2,02 |
|             |                 | 3-13 cm  | 1,99        | 2,02 | 1,89 | 1,48 | 1,37 | 1,70 | 2,24 | 1,51 |
|             |                 | 13-26 cm | 1,46        | 1,40 | 1,62 | 1,25 | 1,23 | 1,24 | 1,69 | 1,21 |
|             |                 | 26-52 cm | 0,89        | 0,79 | 0,76 | 0,82 | 0,79 | 0,85 | 0,96 | 0,82 |
|             |                 | 52-70 cm | 0,77        | 0,62 | 0,58 | 0,85 | 0,77 | 0,68 | 0,74 | 0,67 |
|             | Campaña 2007-08 | 0-70 cm  | 1,19        | 1,15 | 1,11 | 1,11 | 1,00 | 1,10 | 1,32 | 1,01 |
|             |                 | 0-70 cm  | 1,19        | 1,15 | 1,11 | 1,11 | 1,00 | 1,10 | 1,32 | 1,01 |

Cada dato representa la media de las siete salidas de muestreo. Unidades kg/ha



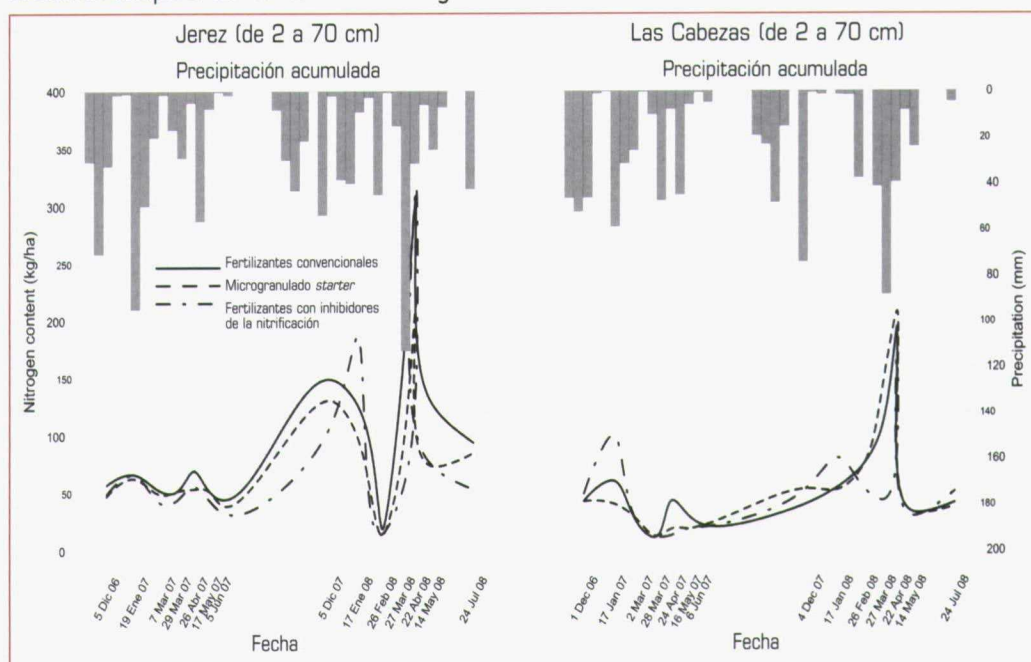
En cuanto a los distintos tratamientos, aparecen algunas diferencias entre ellos. En la **figura 1** se aprecia cómo en el campo experimental de Jerez la evolución en el contenido de nitrógeno en los suelos tratados con abono convencionales (media de los cinco primeros tratamientos), está por encima de las combinaciones con *starter* (media de los tratamientos 6 y 7) y los de liberación lenta (tratamiento 8). En el caso del campo experimental de las Cabezas esta situación no es tan acentuada.

En el **cuadro IV** se muestran los resultados obtenidos al realizar el estudio de la estabilidad temporal, siendo los tratamientos con menos cantidad de nitrógeno en el suelo los que ocupan las posiciones más a la izquierda. Se aprecia cómo para la mayoría de los casos, los tratamientos con nitrógeno en forma de nitrato (tratamiento 3) o amonio (tratamiento 4) son los que mayores concentraciones de nitrato aportan al suelo, ya que en la mayoría de las profundidades estos tratamientos ocupan las posiciones más a la derecha. Los tratamientos 1, 2 y 5 con nitrógeno en forma de urea, ocupan posiciones intermedias, salvo en el tratamiento 5, en el que se aplica abonado de fondo, y que produce un incremento de la concentración de este nutriente en capas profundas (52-70 cm), disminuyendo la efectividad del abonado, al incrementar su lixiviación. Por otra parte, los abonados *starter* combinados con fertilizante líquido en segunda cobertera, tratamientos 6 y 7, y el que posee inhibidores de la nitrificación, tratamiento 8, son los que menos cantidad de nitrógeno poseen en prácticamente todas las profundidades muestreadas, y en la total 0-70 cm, salvo para la segunda campaña en el campo experimental de Las Cabezas en el que se invierte esta tendencia, especialmente en el tratamiento 7.

En la **figura 2** se observa como las diferencias relativas respecto a la media sufren importantes variaciones entre los campos experimentales y años, tal y como sucede con otras propiedades del suelo, como la humedad (Martínez-Fernández y Ceballos, 2003).

**FIGURA 1.**

Evolución temporal del contenido de nitrógeno nítrico.



**CUADRO IV.**

Posición ocupada por cada tratamiento en cada profundidad muestreada, campo experimental y campaña de muestreo.

|             |                 |          | Cantidad de nitrógeno - Posición |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|-----------------|----------|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|             |                 |          | 1                                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| JEREZ       | Campaña 2006-07 | 0-3 cm   | 6                                | 8 | 3 | 7 | 5 | 4 | 2 | 1 |
|             |                 | 3-13 cm  | 6                                | 7 | 8 | 4 | 2 | 5 | 1 | 3 |
|             |                 | 13-26 cm | 8                                | 7 | 5 | 1 | 2 | 4 | 3 | 7 |
|             |                 | 26-52 cm | 8                                | 6 | 5 | 1 | 7 | 3 | 2 | 4 |
|             |                 | 52-70 cm | 6                                | 7 | 8 | 2 | 1 | 3 | 5 | 4 |
|             |                 | 0-70 cm  | 8                                | 6 | 5 | 7 | 2 | 1 | 3 | 4 |
|             | Campaña 2007-08 | 0-3 cm   | 6                                | 7 | 5 | 8 | 2 | 3 | 1 | 4 |
|             |                 | 3-13 cm  | 6                                | 7 | 2 | 8 | 5 | 1 | 4 | 3 |
|             |                 | 13-26 cm | 8                                | 1 | 7 | 6 | 5 | 2 | 4 | 3 |
|             |                 | 26-52 cm | 7                                | 6 | 1 | 8 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|             |                 | 52-70 cm | 7                                | 8 | 1 | 2 | 6 | 4 | 5 | 3 |
|             |                 | 0-70 cm  | 7                                | 6 | 8 | 1 | 2 | 5 | 3 | 4 |
| LAS CABEZAS | Campaña 2006-07 | 0-3 cm   | 6                                | 7 | 1 | 2 | 8 | 5 | 3 | 4 |
|             |                 | 3-13 cm  | 6                                | 7 | 1 | 8 | 5 | 2 | 4 | 3 |
|             |                 | 13-26 cm | 6                                | 8 | 7 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 |
|             |                 | 26-52 cm | 5                                | 7 | 6 | 8 | 1 | 4 | 2 | 3 |
|             |                 | 52-70 cm | 7                                | 1 | 8 | 4 | 6 | 2 | 3 | 5 |
|             |                 | 0-70 cm  | 6                                | 7 | 1 | 8 | 5 | 2 | 4 | 3 |
|             | Campaña 2007-08 | 0-3 cm   | 1                                | 5 | 6 | 3 | 8 | 4 | 2 | 7 |
|             |                 | 3-13 cm  | 4                                | 5 | 6 | 2 | 8 | 1 | 3 | 7 |
|             |                 | 13-26 cm | 5                                | 4 | 8 | 6 | 2 | 1 | 7 | 3 |
|             |                 | 26-52 cm | 2                                | 5 | 6 | 3 | 1 | 8 | 4 | 7 |
|             |                 | 52-70 cm | 2                                | 3 | 7 | 8 | 6 | 1 | 5 | 4 |
|             |                 | 0-70 cm  | 5                                | 2 | 4 | 8 | 6 | 1 | 3 | 7 |



## CUADRO V.

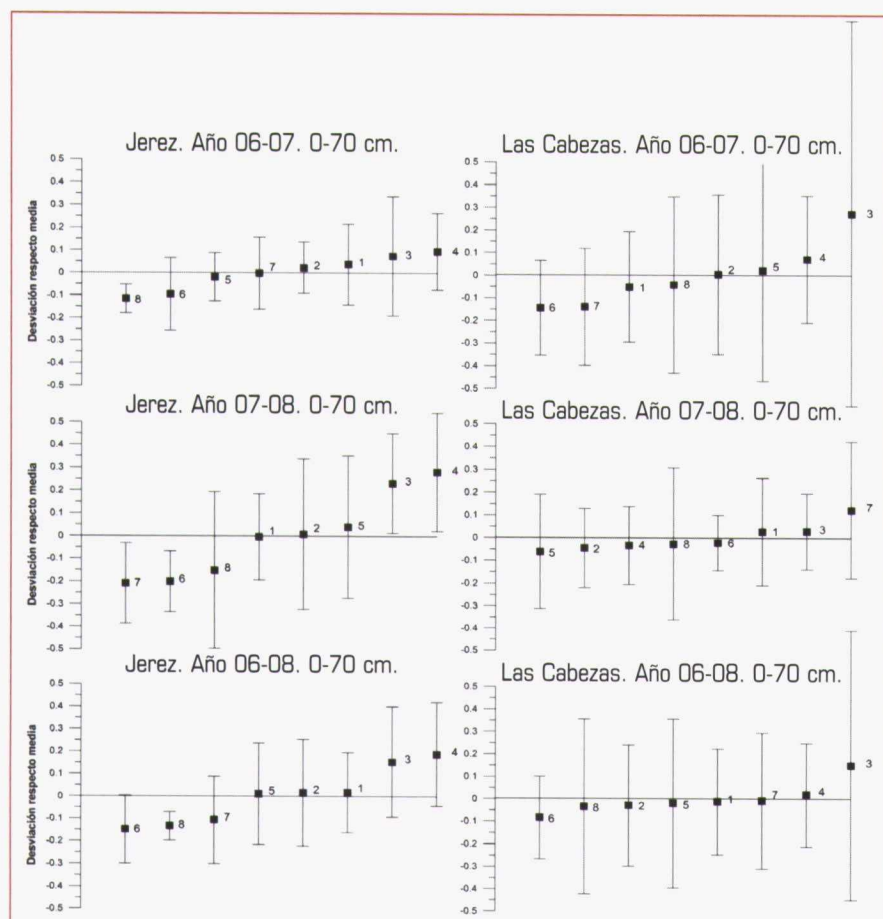
Resumen productivo (Prod., kg/ha) y de la calidad de grano (Prot., %).

|                                                                        |                 |       | Tratamiento |          |         |          |          |         |         |         |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|-------------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|
|                                                                        |                 |       | 1           | 2        | 3       | 4        | 5        | 6       | 7       | 8       |
| JEREZ                                                                  | Campaña 2006-07 | Prod. | 4.197 A     | 4.304 A  | 4.560 A | 4.057 A  | 4.356 A  | 4.651 A | 4.364 A | 4.334 A |
|                                                                        |                 | Prot. | 11,9 AB     | 12,5 A   | 12,2 AB | 11,5 AB  | 11,1 B   | 11,8 AB | 11,2 B  | 10,9 B  |
|                                                                        | Campaña 2007-08 | Prod. | 3.525 A     | 3.450 A  | 3.692 A | 3.130 A  | 3.405 A  | 3.597 A | 3.837 A | 3.632 A |
|                                                                        |                 | Prot. | 15,1 A      | 14,9 A   | 15,0 A  | 14,6 A   | 14,8 A   | 14,6 A  | 13,7 A  | 13,6 A  |
| LAS CABEZAS                                                            | Campaña 2006-07 | Prod. | 4.523 A     | 4.745 A  | 4.791 A | 4.909 A  | 4.948 A  | 4.535 A | 5.335 A | 4.888 A |
|                                                                        |                 | Prot. | 15,1 A      | 14,6 AB  | 14,8 A  | 15,3 A   | 14,3 AB  | 14,5 AB | 14,3 AB | 13 B    |
|                                                                        | Campaña 2007-08 | Prod. | 4.031 A     | 4.316 A  | 4.464 A | 4.117 A  | 3.995 A  | 4.103 A | 3.911 A | 4.361 A |
|                                                                        |                 | Prot. | 14,7 A      | 13,5 ABC | 13,9 AB | 13,4 ABC | 13,2 ABC | 12,6 BC | 12,7 BC | 11,8 C  |
| Letras distintas muestran diferencias estadísticamente significativas. |                 |       |             |          |         |          |          |         |         |         |

Letras distintas muestran diferencias estadísticamente significativas.

## FIGURA 2.

Valor normalizado de la desviación de los valores medidos de nitrato,  $S_{ij}$ , con respecto a la media,  $(\delta_{ij})$  y su desviación típica  $(\sigma(\delta_i))$ , para la totalidad de las profundidades muestreadas (0-70 cm).



Se aprecia cómo cuanto mayores son las desviaciones respecto a la media, más se incrementa la desviación típica, como sucede en la campaña 06-07 en Las Cabezas, 07-08 en Jerez y en conjunto de los dos años (06-08), en Las Cabezas.

Al estudiar los dos años en su conjunto, en ambos campos experimentales se observa como los tratamientos cuyo contenido de nitrógeno está más por debajo de la media son aquellos en los que se utilizan abonos de nueva generación, en los que se aplican 20

UF de nitrógeno menos a las utilizadas en las convencionales. Sin embargo, como se aprecia en el **cuadro V**, a pesar de aplicar menos nitrógeno al suelo, al utilizarlo de una manera más racional, no se observan diferencias estadísticamente significativas en la producción de grano respecto a los abonos convencionales. En cuanto a la calidad de grano, las tesis con abonos *starter* arrojan buenos resultados, aunque el tratamiento con abono de liberación lenta es el que peor se comporta en cuanto a cantidad de proteína en estas condiciones y suelos.

Por tanto, los estudios realizados parecen demostrar que la utilización de nuevos formulas de abonado no sólo permiten un considerable ahorro para el agricultor al mantener las producciones aplicando menos cantidad de nitrógeno, sino que reducen de manera notable la posible lixiviación de compuestos nitrogenados aportando claros beneficios medioambientales. ●

## Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la colaboración y financiación recibida por la empresa AgroQualità, para la realización de este estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

Márquez, F. 2008: La agricultura de conservación se presenta como un sistema de manejo de suelo eficaz para reducir la contaminación por nitratos de los acuíferos subterráneos. *Agríc. Conserv.* 9. 32-34.

Márquez, F., Gil-Ribes, J., Ordóñez, R., González, E. y Carrasco, E. 2009 a: Introducción a la agricultura de conservación. La sinergia entre la agricultura y medio ambiente. En: Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos Vivos Ed. Ficha técnica.

Márquez, F., Gil-Ribes, J., Ordóñez, R., González, E. y Gómez, M. 2009 b: Improving quality and productivity of wheat using different types of fertilizers in conservation agriculture. En: 18th CIEC Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers.

Márquez, F., Gil, J., Ordóñez, R., Pérez, J.J. y Gómez, M. 2009 c: Mejoras en la productividad y calidad de trigo en siembra directa bajo diferentes tesis de abonado. *Agríc. Conserv.* 12. 18-22.

Martínez-Fernández, J. y Ceballos, A. 2003: Temporal stability of soil moisture in a large-field experiment in Spain. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:1647-1656.

Rodríguez, A., Ordóñez, R., Repullo, M.A., Carbonell, R., Llanos, I. y Márquez, F. 2008: Calidad de las aguas y agricultura de conservación. Ensayos de simulación. En: Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos Vivos Ed. Ficha técnica.

Triplett, G.B. y Warren, A. 2008: No-tillage crop production: a revolution in agriculture. *Agron. J.* 100: S-153-S-165.

Vachaud, G., Passerat de Silans, A., Balabanis, P. y Vauclin, M. 1985: Temporal stability of spatially measured soil water probability density function. *Soli Sci. Soc. Am. J.* 49:822-828.