

# Recomendaciones de fertilización para la siembra de otoño

Resultados de los ensayos realizados por el ITG Agrícola sobre cereales de invierno

El ITG agrícola ha desarrollado, durante veinte años, un plan de experimentación continuada en fertilización sobre cereales de invierno, en todas las áreas agroclimáticas de Navarra, fruto del cual se pueden establecer unas recomendaciones fiables que permitan a los agricultores cerealistas abordar las estrategias de abonado más eficientes desde el punto de vista técnico, económico y medioambiental.

Iosu Irañeta, Alberto Lafarga, Berta Lasa, Angel Santos.

ITG Agrícola. Navarra.

La experimentación realizada se ha basado en la aplicación de diferentes protocolos de ensayo y en el uso de las metodologías más apropiadas en cada caso. En conjunto, se ha completado una amplia red experimental de más de 2.300 ensayos distribuidos por toda la geografía agrícola en la cual se han contemplado distintas casuísticas en función de cultivos, zonas, áreas, cultivos precedentes, nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio), y distintos factores estudiados: dosis, reparto, tipo de abono y frecuencia de aporte.

Navarra presenta fuertes contrastes agroclimáticos de unas



Muestreo de suelo para conocer su nivel de fertilidad.

zonas a otras. Ciñéndonos a la zona cerealista, la pluviometría anual oscila desde los 900 l/m<sup>2</sup> en la baja montaña (zona de Pamplona), hasta menos de los 300 l/m<sup>2</sup> en la zona árida (sur de Navarra). Estas diferencias, unidas a los distintos tipos de suelos, precedentes, etc., provocan respuestas al nitrógeno enormemente dispares, y que a su vez condicionan recomendaciones muy diversas en cuanto a la dosis y a la forma de reparto.

Exponemos a continuación las recomendaciones de fertilización de otoño para cereales de invierno que realizamos para los agricultores navarros, que podrán ser utilizadas como referencia en zonas climáticas similares, siempre teniendo muy en cuenta que no se puede extrapolar directamente, sino considerando las posibles diferencias de tipo de suelo, clima, potencial productivo, etc.

La fertilización tiene como objetivo garantizar una correcta nutrición del cultivo manteniendo el nivel de fertilidad del suelo.

Con los abonos tradicionales aportamos al suelo nitrógeno, fósforo y potasio, considerando que el resto de elementos extraídos por el cultivo los aporta el suelo en cantidades suficientes.

En primer lugar, vamos a analizar el papel de los diferentes elementos nutritivos aportados con el abonado de fondo previo a la siembra.

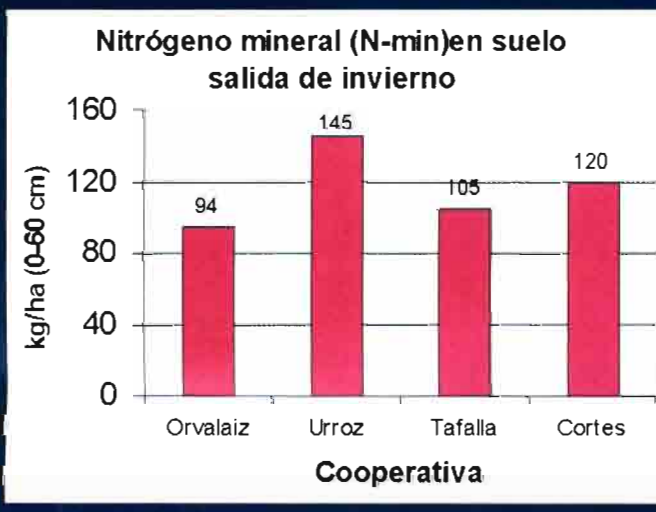
## El papel del nitrógeno en la siembra

En las siembras de otoño tiene poco sentido realizar aportes de nitrógeno en fechas tan tempranas porque las necesidades del cultivo son prácticamente nulas y el contenido del suelo en este elemento es suficiente. Este nitrógeno procede principalmente de la mineralización de la materia orgánica. En nuestros suelos el contenido medio de materia orgánica se sitúa en torno a 1,5-2%.

Como se ve en la **figura 1**, el suelo dispone de importantes

FIGURA 1.

Muestreo de suelo y contenido de nitrógeno del mismo a la salida del invierno.



cantidades de nitrógeno cuando las necesidades del cultivo son muy escasas.

Solamente pueden ser interesantes pequeños aportes de nitrógeno, no superiores a 25-30 unidades/ha, previamente a la siembra, en los siguientes casos:

- Cuando se trate de zonas secas sin riesgo de pérdidas por lixiviación.
- Cuando la unidad fertilizante de nitrógeno sea muy barata.
- Cuando el cultivo precedente sea girasol.
- Cuando se trate de cereales de primavera o siembras muy tardías.

## Fertilización fosfopotásica

Con las aplicaciones de fósforo y potasio se consigue un bajo aprovechamiento de la aportación del año y el cultivo depende en gran medida del nivel de estos elementos en el suelo. Esto origina que la fertilización en estos elementos no se plantee rigurosamente para cubrir las necesidades del cultivo implantado, sino para lograr un nivel de fósforo y potasio asimilables en el suelo que permita una correcta nutrición del cultivo y que mantenga su nivel de fertilidad (véase el artículo de Navarra Agraria nº 120: "Fertilización fosfo-potásica de cultivos extensivos").

La elección del abonado de fondo se realiza en función de las necesidades del cultivo y de la fertilidad del suelo, siempre en relación al fósforo y al potasio.

### Exigencias del cultivo

No todos los cultivos son igual de exigentes respecto a la fertilización fosfopotásica (**cuadro I**). Para un cultivo exigente, suprimir una vez la fertilización puede originar fuertes pérdidas de producción. Por tanto, resulta obligatoria la aportación de fertilizantes, incluso en cantidades superiores a sus exportaciones.

Para un cultivo poco exigente, suprimir una vez la fertilización no provocará pérdidas o éstas serán muy escasas. Pequeñas dosis de fertilizante serán suficientes para asegurar una alimentación correcta.

Una vez conocida la exigencia de los cultivos, podemos ajustar la fertilización fosfopotásica siguiendo uno de estos dos criterios siguientes:

- 1.- Según el análisis de suelo.
- 2.- Según el balance aportaciones-exportaciones.

### CUADRO I. CLASIFICACIÓN DE EXIGENCIA DE LOS CULTIVOS. COMIFER, 1995 (COMITÉ FRANCÉS PARA EL ESTUDIO DE LA FERTILIZACIÓN RACIONADA).

Fósforo	
MUY EXIGENTES	Colza, alfalfa, remolacha, cultivos hortícolas.
Medianamente exigentes	Trigo tras trigo, trigo duro, maíz, cebada, guisante, sorgo.
Poco exigentes	Avena, trigo blando, girasol.
Potasio	
MUY EXIGENTES	Remolacha, cultivos hortícolas.
Medianamente exigentes	Colza, alfalfa, maíz, guisante, girasol.
Poco exigentes	Avena, trigo duro, trigo blando, cebada, sorgo.

### Fertilización según el análisis de suelo

Para desarrollar este sistema de fertilización, que puede suponer un gran ahorro por parte de los agricultores en fertilizantes, es preciso tener en cuenta varios aspectos muy importantes:

- Es imprescindible el análisis de suelo de las parcelas de cultivo.

- No es válido cualquier análisis. El laboratorio deberá ser homologado y utilizar el método de análisis Olsen para el fósforo y Acetato Amónico para el potasio.

- Debe respetarse una metodología de muestreo precisa, tanto en la fecha de muestreo como en el modo de realizarlo.

Una amplia experimentación a largo plazo nos ha permitido establecer un plan de fertilización en función del análisis de suelo para cultivos poco y medianamente exigentes como el cereal. Este sistema se basa en la experiencia de los ensayos de fertilización fosfopotásica a largo plazo realizados por el ITG agrícola desde hace quince años, con cuyos resultados se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El análisis de suelo y la respuesta de los cultivos nos han permitido clasificar los suelos en pobres, medios y ricos. En ningún caso se justifican aportaciones muy por encima de las necesidades del cultivo (**cuadros II y III**).

### CUADRO II. CLASIFICACIÓN DEL SUELO EN FUNCIÓN DE SU CONTENIDO EN FÓSFORO PARA CEREAL.

#### Contenido en suelo de fósforo ppm P (Olsen)

Inferior a 12	Suelo pobre. Exportaciones x 1.2.
Entre 12 y 18	Suelo medio. Exportaciones.
Superior a 18	Suelo rico. cinco años sin aportar. Después repetir análisis.

### CUADRO III. CLASIFICACIÓN DEL SUELO EN FUNCIÓN DE SU CONTENIDO EN POTASIO PARA CEREAL.

#### Contenido en suelo de potasio ppm K

Inferior a 100	Suelo pobre. Exportaciones x 1.2.
Entre 100 y 150	Suelo medio. Exportaciones.
Superior a 150	Suelo rico. De tres a cinco años sin aportar. Después repetir análisis.

- **Suelos pobres.** Resulta obligatoria la aportación anual de fósforo y potasio. La respuesta del cultivo es prácticamente segura. No interesan aportaciones masivas con el objetivo de subir el nivel del suelo porque el riesgo de bloqueo del elemento fertilizante es alto. Simplemente incrementaremos las exportaciones en un 20% para asegurar la productividad.

- **Suelos de contenido medio.** La respuesta productiva del cultivo al aporte es incierta. Debemos restituir exportaciones del cultivo. Nos permite realizar un balance de abonado plurianual.

- **Suelos ricos.** Es posible reducir las dosis fertilizantes e incluso suprimirlas durante dos o tres años en zonas húmedas y cuatro o cinco en zonas secas sin riesgo de perder productividad. Al cabo de este período es necesario realizar un nuevo análisis de suelo para adaptar la estrategia de fertilización en función del contenido del suelo en ese momento. Los ensayos muestran cómo unos suelos se empobrecen mientras otros mantienen sus contenidos sin aportaciones.

• En cuanto a la respuesta del cereal a las aportaciones de fósforo y potasio (**figuras 2 y 3**), en ninguno de los ensayos implantados hemos encontrado respuesta a la aportación de potasio. Como el nivel más bajo de dichas parcelas se sitúa en 120 ppm de K, de momento, establecemos el rango 100-150 como suelo medio y por debajo de 100 como suelo pobre.

• Presentamos en la **figura 4** los resultados obtenidos en un muestreo realizado en la cooperativa de Arroniz durante el otoño

FIGURA 2.

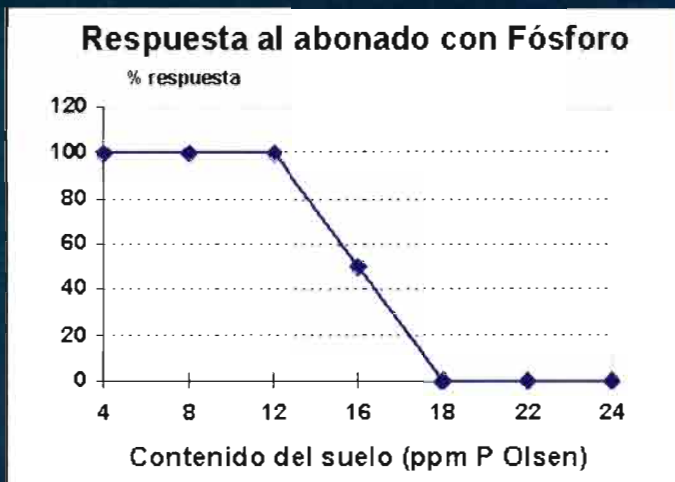


FIGURA 3.

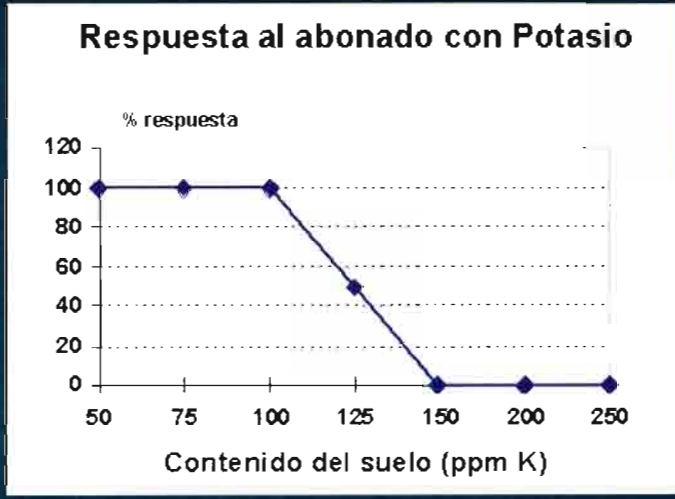
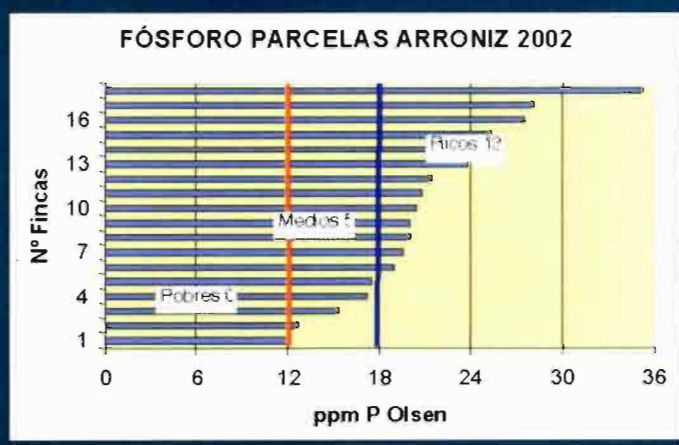


FIGURA 4.

Niveles de fósforo del muestreo de Arroniz 2002



2002, donde puede observarse que todos los suelos analizados se muestran como ricos o medios respecto a su contenido en fósforo. Habitualmente encontramos niveles más elevados en zonas secas donde las extracciones son menores.

**Fertilización según el balance aportaciones-exportaciones**

Es el principio básico de la fertilización fosfopotásica. Debemos equilibrar las aportaciones realizadas con los fertilizantes, residuos, etc., con las exportaciones del cultivo, tanto del grano como de la paja, a lo largo de una rotación de cultivos de 4 ó 5 años. Es fundamental para valorar si las aportaciones que venimos haciendo sistemáticamente resultan excesivas, equilibradas o deficitarias.

Para la realización del balance, debemos conocer las exportaciones de los cultivos y los aportes realizados:

- Exportaciones de fósforo = (Exportaciones por cada 100 kg de grano)\* (Producción de grano en quintales por ha).

(Quintal = producción en kg/100).

- Exportaciones de potasio = (Exportaciones por cada 100 kg de grano)\* (Producción de grano en quintales por ha).

(Quintal = producción en kg/100).

Estimación del potencial productivo de la parcela.

Vamos a estimar, con realismo, el potencial productivo de la parcela para valorar las exportaciones que el cultivo va a realizar. Esta estimación tiene mayor riesgo de error en la medida que la zona climática sea más seca, por su variabilidad entre campañas. Pero es en estas zonas donde nos va a resultar más útil para realizar un balance plurianual. De forma que si un año aportamos abono y la cosecha es baja, al año siguiente prácticamente no será necesario abonar.

Cálculo de las exportaciones del cultivo en fósforo y potasio.

Se trata de valorar las exportaciones del cultivo en estos elementos fertilizantes por cada 100 kg de cosecha, de forma que con la estimación de cosecha realizada podamos calcular las cantidades que debemos restituir al suelo (cuadro IV).



Los ensayos de fertilización permiten ajustar las dosis a las necesidades de cultivo.

# FERTILIZACIÓN OTOÑAL dossier

**CUADRO IV. EXPORTACIONES DE FÓSFORO Y POTASIO EN UF/HA POR CADA 100 KG DE COSECHA**

		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Trigo y cebada	Paja	0.8	0.6
	Grano	0.3	1.2
	<b>Total</b>	<b>1.1</b>	<b>1.8</b>
Colza	<b>Total</b>	<b>1.5</b>	<b>1</b>
Guisante	Grano	1	1.3
	Paja	0.5	2.3
	<b>Total</b>	<b>1.5</b>	<b>3.5</b>



La observación sobre el terreno de las técnicas novedosas les aporta gran credibilidad.

**CUADRO V. EXPORTACIONES Y APORTACIONES DE FÓSFORO EN FUNCIÓN DE LA COSECHA ESPERADA**

		Cosecha	Exportaciones	Aportaciones (kg/ha)* (Super 45% ó DAP)
Zona	kg/ha	UF P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	
Semiárida	2.000	20	44	
Intermedia	3.000	30	67	
Media	4.000	40	89	
Baja montaña	5.000	50	111	
	6.000	60	133	
	7.000	70	156	

\* Para restituir aportaciones debemos aportar 1 UF por 100 kg de grano.

**CUADRO VI. EXPORTACIONES Y APORTACIONES DE POTASIO EN FUNCIÓN DE LA COSECHA ESPERADA**

		Cosecha	Exportaciones	Aportaciones (kg/ha)* (Cloruro potásico 60%)
Zona	kg/ha	UF K <sub>2</sub> O	kg/ha	
Semiárida	2.000	12	20	
Intermedia	3.000	18	30	
Media	4.000	24	40	
Baja montaña	5.000	30	50	
	6.000	36	60	
	7.000	42	70	

\* Con paja incorporada aportaremos 0,6 UF por 100 kg de grano (Más de 2/3 se exportan con la paja.)

# VALTRA

Power Partner

[www.valtra.com](http://www.valtra.com)

Nuevos tractores Valtra Serie T,  
rendimiento en todo tiempo

## Versátil

- Diseñado para todos los trabajos agrícolas inclusive los forestales, municipales y maquileros
- TwinTrac, conducción reversible que incrementa su funcionalidad, su área de trabajo y eficiencia
- Amplias posibilidades de trabajos con distintos implementos tanto en su parte frontal como trasera
- Elevador frontal de gran utilidad
- Alas, suspensión neumática que incrementa el confort de conducción en los desplazamientos por carretera
- Valtra à la Carte, equípe su tractor como si lo fabricara usted mismo

- Versátil
- Efectivo
- Económico

Para más información  
llámanos a:

**Valtra Iberia, S.A.**

H. García Noblejas, 39  
Pta. 5 - Nave 4 y 5  
28037 Madrid  
Tel: 91 377 08 48  
Fax: 91 377 31 14

**CUADRO VII. FERTILIZACIÓN FOSFOPOTÁSICA EN CULTIVOS ALTERNATIVOS.**

Cultivo	Producción	Aportación UF/ha	
	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Colza	2.000	60	50
	3.000	80	60
Girasol	1.000	20	20
	2.000	40	40
Leguminosas grano	3.000	60	60
	2.000	30	50
Leguminosas forraje	3.000	50	70
	4.000	30	60
	5.000	50	90

Como puede observarse, se muestran separadas las extracciones de la paja y grano, de forma que las cantidades a restituir serán muy diferentes en función del destino final de la paja, especialmente para el potasio (cuadros V y VI). En función del manejo de la paja, las exportaciones de potasio pueden ser dobles o triples.

#### Fertilización PK en cultivos alternativos

Cuando se siembren cultivos alternativos, generalmente más exigentes en estos elementos, deberemos aportar sistemáticamente el abonado de fondo que requieren (cuadro VII). Son cultivos que extraen más fósforo y potasio del que exportan, de forma que aportamos una dosis superior a las exportaciones pero al final de ciclo restituyen al suelo ese exceso.

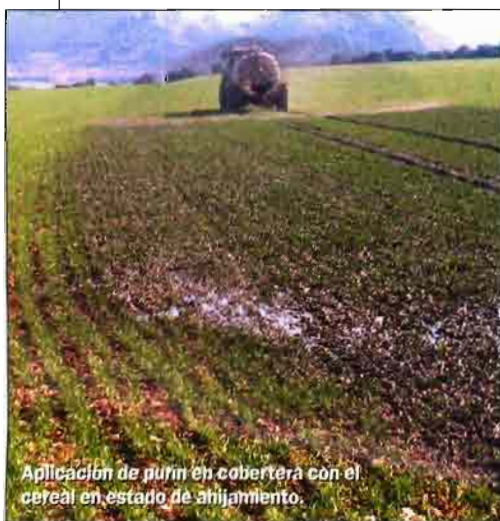
#### Recomendaciones en el caso de uso de abonos orgánicos

Cuando aplicamos abonos orgánicos como estiércol, purín, lodo, ... deberemos valorar los nutrientes útiles aportados por los mismos para descontarlos de los abonos minerales.

En el caso de utilizar purines de porcino, el residuo más abundante en nuestra comunidad y en muchas zonas españolas, podemos consultar el artículo "Purín de porcino: ¿fertilizante o contaminante?" en la revista Navarra Agraria nº 132 (mayo-junio, 2002), del que podemos destacar los siguientes aspectos:

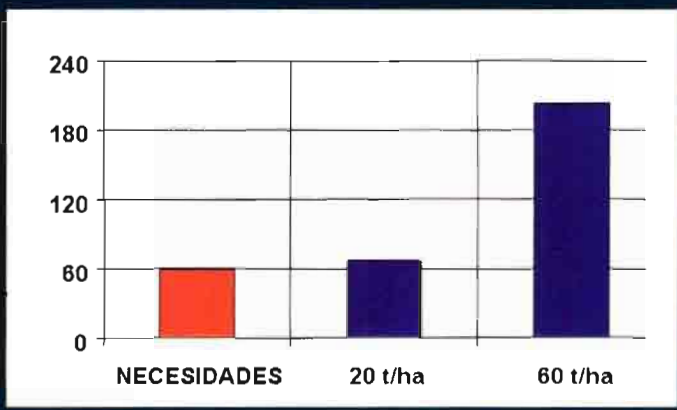
1.- Debemos conocer la composición de nuestro purín y en su defecto utilizaremos tablas de composición media.

2.- La eficiencia del fósforo y potasio aportados por el purín es similar a la de los abonos minerales. Si partimos de un purín con contenidos normales en estos elementos y aportamos 60 m<sup>3</sup>/ha cubrimos las necesidades del cultivo en fósforo y potasio para tres años de cultivo de cereal (figura 5). En el peor de los casos, un purín con bajo contenido en estos elementos cubre las necesidades



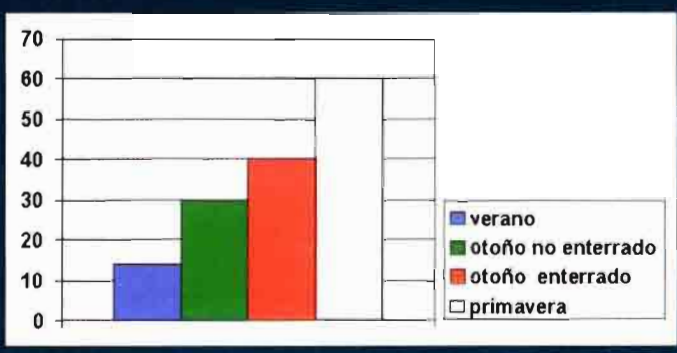
**FIGURA 5.**

Fósforo aportado con purines de cerdo para fertilización del cereal.



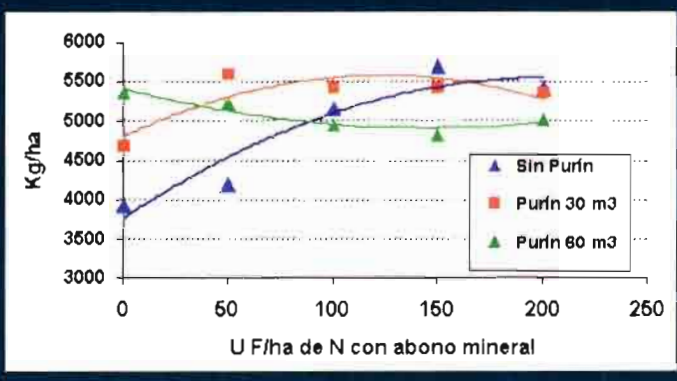
**FIGURA 6.**

Eficiencia teórica del N del purín en función de la época de reparto y periodo de incorporación



**FIGURA 7.**

Respuesta de un cultivo de trigo a la fertilización nitrogenada con distintas dosis de purín. Con 60 m<sup>3</sup> de purín no hemos necesitado nitrógeno mineral



de la campaña en curso. Por tanto, tras una aportación de purín, no debemos aportar fósforo ni potasio al cultivo siguiente.

3.- Respecto al nitrógeno, deberemos reducir o suprimir los aportes del abono mineral en función del nitrógeno aportado por el residuo y la eficiencia estimada para este elemento (figura 6 y 7).

En definitiva, debemos considerar los nutrientes útiles aportados por los abonos orgánicos para reducirlos del abonado mineral. ■