

# NUTRICIÓN Y SANIDAD VEGETAL

[METODOLOGÍA PARA UNA CORRECTA APLICACIÓN]

## Fertilización fosfo-potásica de los cultivos extensivos

La fertilización de fondo de los cultivos extensivos debe cubrir tres grandes objetivos. El primero, garantizar una alimentación mineral fosfo-potásica no limitante de la producción de los cultivos. El segundo, conservar la fertilidad del suelo a medio y largo plazo y el tercero, evitar el impacto medioambiental de la aplicación indiscriminada de fertilizantes.

Para realizar una fertilización razonada de estos elementos fertilizantes es necesario conocer las exigencias de los cultivos y el balance reciente de aportaciones y exportaciones de fósforo y potasio, para de este modo restituirlas de un modo apropiado en función de los índices de fertilidad del suelo.

Jesús Irañeta  
Ana Pilar Armesto  
Lucía Sánchez  
Alberto Lafarqa  
ITG Agrícola

Las bases del razonamiento de la fertilización de fondo, fosfo-potásica, han evolucionado durante estos últimos años. Si fijamos como objetivo garantizar una alimentación no limitante de los cultivos, es decir sin penalizar la producción, este razonamiento debe basarse en: la exigencia del cultivo, el análisis de suelo y el balance de aportaciones y exportaciones reciente.

### LA EXIGENCIA DE LA ESPECIE CULTIVADA

La exigencia de una especie no debe confundirse con sus necesidades: un cereal puede absorber 300 kg/ha de  $K_2O$  y permanece, sin embargo, poco sensible al hecho de haberse suministrado un abonado potásico.

Para un cultivo exigente, suprimir una vez la fertilización originará fuertes pérdidas de produc-

ción. 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. En la **Tabla 1** mostramos el grado de exigencia de algunos de los cultivos más extendidos. Los cultivos hortícolas son en general muy exigentes en P y K.

### DEFINICIÓN DE CONCEPTOS UTILIZADOS

- Las necesidades de un cultivo (extracciones). Son las cantidades que un cultivo utiliza o extrae de un elemento fertilizante para alcanzar un rendimiento determinado.

- La exportación. Significa la cantidad de un elemento contenida en los productos vegetales que nos llevamos de la parcela: grano, paja... Parte de las extracciones realizadas por el cultivo, como las raíces y los rastrojos, las dejamos en el campo. (Se presentan las exportaciones de los cultivos extensivos más adelante en la **Tabla 4**).

- La exigencia. Esta noción explica la sensibilidad de las especies a una restricción de abonado en un elemento fertilizante determinado. Se debe a una mayor o menor aptitud del cultivo para extraer un elemento nutritivo del suelo en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades. Un cultivo poco exigente será capaz de satisfacer sus necesidades con un contenido en suelo relativamente bajo, es decir que tiene mayor capacidad de absorción de ese elemento..



Abonadora para el reparto de los fertilizantes en cereal

**TABLA 1 / Clasificación de exigencia de los cultivos COMIFER. 1995 (Comité francés para el estudio de la fertilización racional)**

FÓSFORO	
Muy exigentes	Colza, alfalfa, remolacha.
Medianamente exigentes	Trigo tras trigo, trigo duro, maíz cebada, guisante, sorgo.
Poco exigentes	Avena, trigo blando, girasol.
POTASIO	
Muy exigentes	Remolacha
Medianamente exigentes	Colza, alfalfa, maíz, guisante, girasol.
Poco exigentes	Avena, trigo duro, trigo blando, cebada, sorgo.

### EL ANÁLISIS DE SUELO

Resulta una herramienta indispensable para racionalizar el abonado en función del contenido del suelo. Sin embargo, para que sea fiable, requiere ser muy meticuloso en el proceso: toma de muestras representativas, análisis de laboratorio e interpretación de resultados (metodología en Navarra

Agraria, Mayo-Junio 2000. <http://www.navarraagraria.com/n120/fertifosfo.pdf>).

#### ► Análisis de laboratorio

Los métodos de análisis utilizados en los laboratorios intentan medir el fósforo y potasio utilizable en el suelo por los cultivos o biodisponible.

**// CUANDO UNA ESPECIE ES CULTIVADA POR SU GRANO, LA MAYOR PARTE DEL FÓSFORO EXTRAÍDO POR EL CULTIVO ESTÁ PRESENTE EN DICHO GRANO Y EN CONSECUENCIA ES EXPORTADO //**

En ese sentido, se entiende por biodisponible toda la especie química presente en el suelo que puede ser absorbida por un vegetal. Dicho de otra forma, se admite que la reserva biodisponible está constituida por el conjunto de iones fosfóricos y potásicos susceptibles de unirse a la solución del suelo en un espacio de tiempo compatible con la duración de la actividad radicular.

Para medir esta biodisponibilidad, los laboratorios utilizan unos reactivos que imitan la capacidad de extracción de las plantas. Es el dato que se nos presenta en los análisis como

fósforo o potasio asimilable. Pueden utilizar distintos reactivos más o menos agresivos que originarán distintos resultados.

En nuestro caso vamos a utilizar siempre el método **Olsen para el fósforo y Acetato amónico para el potasio**. Se han elegido éstos por resultar adecuados a nuestras condiciones de suelo con pH alcalino cercano a 8. Son los métodos que utilizan los laboratorios de nuestro entorno.

Debemos tener en cuenta que para interpretar un análisis de suelo resulta imprescindible que la muestra haya sido analizada con el mismo método con el que



**EMPRESA ESPECIALIZADA EN TRIGOS DE CALIDAD**  
**ASESORAMOS SOBRE SU CULTIVO Y COMPRAMOS LAS PRODUCCIONES**

#### TRIGOS DE PRIMAVERA DE FUERZA

ESTERO (mejor relación producción/calidad del mercado)  
 ZARCO (gran producción, harinas blancas)

#### TRIGOS DE INVIERNO

PR22R58 (trigo estrella para siembras de otoño)  
 CHAMORRO

#### CEBADAS

ALBACETE  
 ANACONDA (cebada alternativa, siembras de otoño)  
 PRESTIGE (cebada maltera)  
 SCARLETT (cebada maltera, siembras tardías)

#### AVENAS

PREVISION  
 NORLYS (muy productiva en siembras tempranas)

#### TRITICALES

SENATRIT  
 SECONSAC  
 FRONTEIRA  
 AMARILLO

#### VEZAS

MARIANNA

#### GUISANTES

MESSIRE (ciclo alternativo)  
 LIVIA (primavera)

**PARA LLENAR EL GRANERO LA SEMILLA LO PRIMERO CON PROVASE TU EXPLOTACIÓN SERÁ LÍDER**

PROVASE S.A. Avda. Pedro Manuel Vila, 2. 02600 Villarobledo (Albacete)

Tlf.: 96 714 33 00 • Móviles 630 960 367 - 606 923 270

[www.provase.com](http://www.provase.com) • [jfprovase@gmail.com](mailto:jfprovase@gmail.com)

se ha elaborado la norma de interpretación, de lo contrario ésta no es válida.

Para elaborar la norma de interpretación se parte de ensayos a largo plazo con más de 15 años de historia realizados por el ITG Agrícola.

## BALANCE DE LAS APORTACIONES Y EXPORTACIONES EN LA ROTACIÓN

Es el principio básico de la fertilización fosfo-potásica. Debemos equilibrar las aportaciones con las exportaciones del cultivo a lo largo de una rotación, 4 ó 5 años. Resulta fundamental para valorar si las aportaciones que venimos haciendo sistemáticamente resultan excesivas, equilibradas o deficitarias. Las exportaciones de los diferentes cultivos deberán cubrirse con aportaciones minerales u orgánicas, excepto cuando partamos de suelos ricos.

### ► La restitución de los restos de cosecha

Cuando una especie es cultivada por su grano, la mayor parte del fósforo extraído por el cultivo está presente en dicho grano y en consecuencia es exportado. Por el contrario la mayor parte del potasio (80-90%) está contenido en los tallos y en las hojas bajo una forma muy soluble. La restitución de los residuos de la cosecha anterior equivale a un aporte importante de potasio. Durante las primeras fases de descomposición del residuo se libera potasio en una forma idéntica a la de un abono potásico. Por ejemplo, si incorporamos la paja, un trigo de 4.000 kg/ha restituye en torno a 80 Unidades Fertilizantes, UF, de K<sub>2</sub>O.

### ► Las aportaciones orgánicas

Debemos considerar los aportes de fósforo y potasio procedentes de los residuos ganade-

**TABLA 2 / Contenido de fósforo y potasio de distintos residuos por tonelada de producto bruto. Valores medios.**

Tipo de residuo	kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Kg/t de K <sub>2</sub> O
Estiércol de vacuno	3,5	6
Estiércol de ovino	4	11
Gallinaza	21	21
Purín de porcino	4	3
Purín de vacuno	2,8	5
Purín de gallinaza	12	7
Lodo de depuradora	11	1,3

**TABLA 3 / Equivalencia del fósforo procedente de los residuos con el abono mineral.**

Tipo de residuo	% de equivalencia
Estiércol de vacuno	100
Estiércol de ovino	100
Purín de porcino	85
Purín de vacuno	85
Purín de gallinaza	85
Lodo de depuradora	100

ros como equivalentes a los aportados con los abonos minerales. Por tanto, cuando aportemos estos residuos debemos reducir o eliminar la aportación mineral. Por ejemplo, como apareció publicado en el artículo sobre el valor agronómico de los purines de porcino (Navarra Agraria, nº 115.

<http://www.navarraagraria.com/n115/Purines.pdf>, con 50 m<sup>3</sup> del mencionado purín por hectárea, aportaremos fósforo y potasio para 3 años de cultivo de cereal, debiendo prescindir durante este período del abono mineral.

Para calcular el valor fertilizante de estos residuos es nece-

sario conocer su composición (Tabla 2), las dosis aportadas y la parte utilizable por los cultivos. De forma general la eficacia del potasio se considera equivalente a la del abono mineral.

Para el fósforo, ciertas formas orgánicas son difícilmente degradables a corto plazo y según el producto sólo una fracción de la aportación tiene el mismo efecto sobre el cultivo que un abono mineral, (Tabla 3).

Los abonos aportan los elementos bajo formas idénticas a las de la fase líquida del suelo, las más eficaces para la alimentación de los cultivos. Sin embargo, las leyes que rigen la dinámica de estos elementos en el suelo, muestran que el fósforo y potasio aportados por los abonos solubles evolucionan hacia formas cada vez menos disponibles.

Para no asumir ningún riesgo de penalización de la producción, no es aconsejable dejar sin aporte más de 3 años seguidos en las zonas de alta producción (más de 4.000 kg/ha) y 5 años en las de baja.

## RECOMENDACIONES

El razonamiento de la fertilización fosfo-potásica pretende en primer lugar garantizar una alimentación de los cultivos no limitante de la producción y en segundo, conservar la fertilidad del suelo evitando aportaciones excesivas que además de no ser rentables pudieran ocasionar problemas medioambientales.

Hemos visto como podemos ajustar las aportaciones utilizando las herramientas descritas en el presente artículo: necesidades del cultivo, análisis de suelo, aportaciones recientes... Sin embargo, somos conscientes de que no es posible realizarlo de forma inmediata en todos los casos. Por eso vamos a ofrecer dos opciones para razonar las aportaciones:

- Restituyendo al suelo los elementos extraídos por el cultivo.



Muestreo de suelo para su análisis

- Fertilización según la riqueza del suelo y las exigencias del cultivo a instalar.

► **Restitución de las exportaciones del cultivo**

Se trata de devolver al suelo los nutrientes que nos hemos llevado del suelo con la recolección de la cosecha precedente.

Necesitamos conocer para cada cultivo la cantidad de fósforo y potasio contenida tanto en grano como en la paja. De esta forma podremos valorar lo que hemos exportado.

Hemos visto la dinámica de estos elementos en el suelo. Vemos que el cultivo implantado depende muy poco del fósforo o potasio aportados durante la campaña. Esta característica nos permite realizar un balance de aportaciones exportaciones plurianual. De manera que si un año aportamos el abonado correspondiente y no llegamos a recolectar por sequía o la razón que sea, no hay exportaciones, por tanto tampoco debe haber restituciones, (Tabla 4).

En consecuencia, para realizar la fertilización fosfo-potásica deberemos considerar las necesidades del cultivo y ajustar las dosis. Serán por tanto proporcionales a la capacidad productiva de la zona climática y la parcela.

**TABLA 4 / Exportaciones de la cosecha por cada 100 kg de grano recolectado.**

Cultivo	Por 100 kg de grano		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>TRIGO</b>			
Exportación del grano	1.9	0.9	0.6
Exportación de la paja	0.5	0.3	1.2
Exportación total	2.4	1.2	1.8
<b>CEBADA</b>			
Exportación del grano	1.5	0.8	0.7
Exportación de la paja	0.5	0.2	1.4
Exportación total	2	1	2.1
<b>COLZA</b>			
Grano	3.6	1.5	1
Paja	0.8		
Total	4.4-5	2-3	5
<b>GIRASOL</b>			
Grano	3.5	1.4	1
Paja	0.9	0.35	5
Total	4.4	1.7	6

**// DEBEMOS CONSIDERAR LOS APORTES DE FÓSFORO Y POTASIO PROCEDENTES DE LOS RESIDUOS GANADEROS COMO EQUIVALENTES A LOS APORTADOS CON LOS ABONOS MINERALES //**

- Para el **fósforo** las dosis de restitución según capacidad productiva de las diferentes zonas climáticas será la que aparece en la **Tabla 5**.

Como puede comprobarse en todos los casos hemos incrementado un 20% las aportaciones respecto a las exportaciones

para asegurarnos una buena alimentación del cultivo incluso en suelos deficitarios.

- Para el **potasio**, observamos en la **Tabla 4** que la mayor parte de este elemento se encuentra formando parte de la paja, aproximadamente 2/3. Por tanto las exportaciones serán muy

distintas si exportamos la paja o la incorporamos. De igual forma que para el fósforo, presentamos en la **Tabla 6** las extracciones medias del grano por cada 100 kg de cosecha por ha. Las extracciones serán el doble si exportamos la paja y pueden llegar al triple si quemamos el rastrojo.

Tanto en fósforo como en potasio, aunque agrónomicamente resultan preferibles las aportaciones anuales, en zonas secas como las cantidades a añadir son muy bajas, podemos ajustar el balance aportando cada dos años.

► **Aportación según la riqueza del suelo en fósforo y potasio**

Este sistema se basa en la experimentación llevada a cabo por el ITG Agrícola durante los últimos 20 años. También se han utilizado otros estudios extrapolables a nuestras condiciones, como los realizados por Arvalis de Francia.

En primer lugar vamos a clasificar los suelos en pobres, medios y ricos tanto para fósforo como para potasio. Recordemos que siempre nos estamos refiriendo a cultivos de cereal. El análisis de suelo y la respuesta de los cultivos nos permite clasificar los suelos en pobres, medios y ricos.

En **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 un 20% las exportaciones para asegurar la productividad.

En **suelos de contenido medio** la respuesta productiva del cultivo es incierta. Debemos restituir las exportaciones del cultivo. Nos permite realizar un balance de abonado plurianual.

En **suelos ricos** es posible reducir las dosis fertilizantes e inclu-

**TABLA 5 / Exportaciones del cereal y restituciones de fósforo**

Cosecha esperada kg/ha	Exportaciones UF P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Aportaciones UF P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ejemplo con Superfósforo 45% ó DAP (18-46-0) kg/ha
2000	20	30	67
3000	30	40	90
4000	40	50	111
5000	50	65	144
6000	60	80	177
7000	70	90	196

**TABLA 6 / Exportaciones del cereal y restituciones de potasio**

Cosecha esperada kg/ha	Exportaciones UF P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Aportaciones UF P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ejemplo Cloruro potásico 60 % kg/ha
2000	12	15	25
3000	18	22	37
4000	24	29	48
5000	30	36	60
6000	36	43	72
7000	42	50	84

so suprimirlas durante 2-3 años en zona húmedas y 4-5 en zonas secas sin riesgo de perder productividad. Al cabo de este período resulta 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 que, sin aportaciones, algunos suelos se empobrecen mientras que otros mantienen prácticamente invariables sus contenidos. De todas formas se trata de un proceso muy lento.

Los resultados del laboratorio de suelos pueden venir expresados en dos unidades diferentes tanto para el fósforo como para el potasio, (**Tablas 7 y 8**). Para el primero, puede ser P o  $P_2O_5$ ; mientras que para el potasio, K o  $K_2O$ . La equivalencia es sencilla.

Para pasar P a  $P_2O_5$  debemos multiplicar el valor de P por 2,29 ( $P \times 2,29 = P_2O_5$ ). Al contrario será el paso de  $P_2O_5$  a P dividiendo por 2,29 ( $P_2O_5 / 2,29 = P$ ).

El potasio puede venir expresado en K o  $K_2O$ . E el factor de conversión es 1,2. Así:  $K_2O = K \times 1,2$  y  $K = K_2O / 1,2$

En este caso cabe señalar que en ninguno de los ensayos instalados 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 estableceremos el rango entre 100 y 150 ppm como suelo medio y por debajo de 100 como suelo pobre.

## ► A tener en cuenta

Como hemos dicho con anterioridad, en suelos pobres deberemos aportar las exportaciones del cultivo incrementadas en un 20%. La aplicación debe ser previa a la siembra.

En suelos medios debemos restituir las exportaciones del cultivo. En este caso tiene poca importancia la época de aplicación y podemos supeditarla a las necesidades de la explotación.

En suelos ricos podemos pres-

**TABLA 7 / Clasificación de los suelos según su contenido en fósforo para cereal. Método de extracción Olsen**

Clasificación	ppm P	ppm $P_2O_5$
Suelo pobre	< 12	< 27
Suelo medio	12-18	27-40
Suelo rico	> 18	> 40

ppm = partes por millón, o gr de P o  $P_2O_5$  por tonelada de tierra seca.

**TABLA 8 / Clasificación de los suelos según su contenido en potasio para cereal. Método de extracción acetato amónico**

Clasificación	ppm K	ppm $K_2O$
Suelo pobre	< 100	< 120
Suelo medio	100-150	120-180
Suelo rico	> 150	> 180

ppm = partes por millón, o gr de K o  $K_2O$  por tonelada de tierra seca.

cindir del abonado fosfórico o potásico durante una serie de años. Para no asumir riesgos de penalizar la producción este período será más breve en zonas de alta productividad que en las de baja. De esta forma para las zonas secas cuya productividad media no supera los 4.000 kg/ha pueden ser 5 años, mientras que para las zonas húmedas se reducirán a 3. En ambos casos, al cabo de ese tiempo resulta imprescindible un nuevo análisis de suelo para comprobar la evolución del contenido en nutrientes. En función de los nuevos valores se establecerá una nueva estrategia de fertilización.

## CONCLUSIONES

La racionalización de la fertilización fosfo-potásica debe basarse en:

- Restituir al suelo las exportaciones efectuadas por los cultivos. Para mantener la fertilidad del suelo, si no conocemos la riqueza del mismo en fósforo y potasio, debemos devolverle los elementos que el cultivo se ha llevado.
- Si contamos con un análisis de tierra podremos clasificar los suelos en pobres, medios y ricos. Nos permitirá ajustar la fertilización en función de esta cla-

sificación y de las exigencias del cultivo. Recordemos que para cultivos exigentes resulta prohibitivo prescindir del abonado fosfo-potásico.

- Tanto el fósforo como el potasio, al ser elementos poco móviles en el suelo, nos permiten realizar un balance de aportaciones y exportaciones plurianual, por ejemplo en el curso de una rotación (4 ó 5 años).

- Debemos considerar en todos los casos las aportaciones orgánicas como parte del balance, de forma que si añadimos cualquier tipo de residuo, descontaremos del abonado mineral la parte correspondiente al fósforo y potasio asimilable incorporado.

- Cuando envolvemos la paja del cultivo precedente, restituimos al suelo como mínimo 2/3 del potasio extraído por el cultivo.

- Época de aplicación: en situaciones de suelos correctamente provistos, la elección de la fecha de aporte carece de importancia, no dependerá de aspectos agronómicos sino de la propia organización del trabajo de la explotación. En suelos pobres la aplicación deberá ser inmediatamente anterior a la siembra, puesto que en estados precoces del cultivo las carencias son más perjudiciales a los rendimientos.



*Equipo de tubos colgantes para el reparto de purines*