

# Fertilización de presembr

Aporta a los cultivos otoñales los nutrientes necesarios para su desarrollo

Todos los años hay que preparar el suelo para la siembra de los cultivos otoñales y, dentro de las operaciones a realizar presenta especial relevancia la fertilización de presembr, también denominada, aunque sin mucho rigor, fertilización de fondo.

● **PEDRO URBANO TERRON.** Catedrático de la Univ. Politécnica de Madrid

El objetivo básico de la fertilización es garantizar que la planta encuentre en el suelo los nutrientes que necesita para un desarrollo equilibrado y sano, que proporcione, al final, adecuados rendimientos. Sin embargo, el empleo de fertilizantes minerales y orgánicos se considera potencialmente agresivo desde el momento que puede provocar contaminación difusa de las aguas superficiales y profundas por aporte de nitratos, y eutrofización de ríos, lagos, embalses, etc. por el conjunto de nutrientes aportados, de los que el fósforo suele ser el elemento que se considera más peligroso. Por ello, actualmente se considera no sólo la productividad agrícola sino que también se prima (Reglamento CE N.º 2078/92) la menor agresión al medio ambiente comprometiéndose el agricultor con la conservación del patrimonio ambiental y ecológico.

Existen dos exigencias que es necesario compatibilizar: de una parte, hay que mantener la fertilidad del suelo en condiciones que las plantas puedan proporcionar importantes rendimientos con el menor coste y, de otra, hay que aportar los nutrientes estrictamente necesarios en las cantidades, forma y época que produzcan mínimos impactos en el suelo y en el ambiente.

Como nos estamos ocupando de la fertilización otoñal de presembr, el factor época queda definido, por lo que nos limitaremos a analizar los otros dos factores: cantidad y forma. Para caracterizarlos proponemos seguir estas tres etapas:

- 1.ª Interpretación de la fertilidad del suelo
- 2.ª Consideración del sistema de cultivo a desarrollar
- 3.ª Establecimiento de un programa integral de fertilización

## Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo es un concepto bastante complejo ya que en él suelen integrarse un número de propiedades del

suelo (físicas, químicas y biológicas), cuyo conocimiento se obtiene, primero, a partir de análisis realizados por laboratorios competentes y, segundo, de la interpretación de estos factores según condiciones climáticas y sistemas de cultivo.

Por salirse del ámbito de este trabajo y por ser suficientemente conocido, no consideraremos aquí ninguna normativa para la toma de muestras y su envío al laboratorio. Admitiendo que se hizo una toma correcta y que la muestra de análisis es suficientemente representativa de los suelos que se trata de fertilizar, se empezará a partir de los datos contenidos en los análisis del suelo.

En el **cuadro I** se incluyen los datos que deben recoger los boletines de análisis y las unidades en que habitualmente se expresan.

A veces, los laboratorios incluyen en los boletines una interpretación del análisis e, incluso, en ocasiones hacen las propuestas de abonado. Para los casos en que no sea así, proponemos a continuación una interpretación muy elemental que sirva de base para establecer el programa de fertilización.

Con el contenido de arena, limo y arcilla se definirá la textura del suelo. El suelo es arenoso o suelto, si tiene menos del 10% de arcilla; es franco o medio, entre el 10 y 30% de arcilla; y es arcilloso o pesado, si el contenido en arcilla supera el 30%. Lógicamente, existen todo tipo de

texturas intermedias que no podemos detenernos aquí a desarrollar.

La acidez del suelo se mide por su pH. Valores inferiores a 5,5 corresponden a suelos muy ácidos; entre 5,5 y 6,5 se trata de suelos ácidos; entre 6,5 y 7,2 suelen definirse suelos neutros; entre 7,2 y 8,5 son suelos básicos y para valores de pH superiores a 8,5 los suelos son muy básicos.

Los suelos españoles son, generalmente, pobres en materia orgánica. Para cultivos extensivos y en condiciones de regadío o secanos húmedos nos contentamos con contenidos del orden del 2%. Esta cifra para las explotaciones de secano puede re-

**CUADRO I. DATOS DE ANALISIS DE SUELOS PARA PROGRAMAS DE FERTILIZACION**

Dato	Unidad
Arena	%
Limo	%
Arcilla	%
pH	
Materia orgánica	%
Relación C/N	
Caliza total	%
Caliza activa	%
Capacidad de cambio catiónico	meq/100 g
Porcentaje de saturación de bases	%
Nitrógeno total	%
Fósforo asimilable	mg/kg
Potasio asimilable	mg/kg
Conductividad eléctrica ext. sat.	dS/m
Sodio intercambiable	%

**CUADRO II. CONTENIDOS DEL SUELO EN CALIZA TOTAL Y ACTIVA**

Caliza total		Caliza activa	
Contenido	Clase	Contenido	Clase
<10%	Bajo	<6%	Bajo
10-20%	Medio	6-9%	Medio
>20%	Alto	>9%	Alto

**CUADRO III. CRITERIOS PARA INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE FOSFORO (Método de Olsen)**

Tipo de suelos y cultivos	Niveles de fertilidad mg P kg <sup>-1</sup>				
	Muy bajo	bajo	Normal	Alto	Muy alto
<b>Secano</b>					
Ligeros	≤5	≤10	≤15	≤20	≤20
Medios	≤6	≤12	≤18	≤28	≤28
Pesados	≤8	≤16	≤24	≤40	≤40
<b>Regadío</b>					
Ligeros	≤6	≤12	≤18	≤28	≤28
Medios	≤8	≤16	≤24	≤32	≤32
Pesados	≤10	≤20	≤30	≤40	≤40

bajarse al 1.5%. Valores inferiores a los señalados corresponden a suelos pobres en materia orgánica. La relación C/N (carbono orgánico/nitrógeno total) expresa el grado de humificación de la materia orgánica que, a su vez, es un índice de la actividad microbiana del suelo. Para niveles adecuados este valor debe estar próximo a 10.

Para los contenidos en caliza total y caliza activa pueden utilizarse los valores que se incluyen en el **cuadro II**.

La capacidad de intercambio catiónico indica la aptitud del suelo para retener elementos nutritivos (cationes) y ponerlos a disposición de la planta. Depende del contenido y tipo de arcillas y materia orgánica. Suele considerarse bajo, hasta 20 meq/100 g; medio, entre 20 y 35 meq/100 g; y alto para valores superiores a 35 meq/100 g.

El porcentaje de saturación de bases señala las posiciones de cambio ocupadas por bases y el resto, hasta completar la capacidad de intercambio, estará ocupado por hidrogeniones. Es un indicador de acidez potencial, también denominada acidez de cambio, y de contenido en elementos nutritivos cambiables.

Suelos con niveles de saturación de bases inferiores al 50%, suelen ser suelos ácidos y pobres que generalmente hay que encalar; entre el 50 y 80% son suelos medios, neutros o ligeramente básicos; y para valores superiores al 80%, los suelos presentan alto nivel de saturación, son básicos o salinos.

Generalmente, cuando el objetivo de un análisis de suelo es apoyar los programas de fertilización, se suele prestar la mayor importancia al contenido de los tres



El cultivo cerealista exige buena fertilización en presiembra.

elementos fertilizantes mayores (N-P-K). Los datos de Nitrógeno total corresponden a la suma de nitrógeno orgánico y nitrógeno mineral. Dada la movilidad de esta última forma de nitrógeno en el suelo, el valor del análisis es poco representativo de su posible actuación como elemento de fondo y por esta razón, y por facilidad y economía en el análisis, se hace una determinación del nitrógeno total. De éste, la cifra más alta (en ocasiones puede superar el 95%) es nitrógeno orgánico.

Los criterios más utilizados para la interpretación de la fertilidad fosfopotásica del suelo pueden verse en los **cuadros III y IV**.

Los valores de conductividad eléctrica (CE) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) indican el estado de salinización o alcalinización del suelo. Son salinos los suelos con  $CE \geq 4$  dS/m (mmho/

cm) y son alcalinos para  $PSI \geq 15\%$ .

## Sistema de cultivo

Una vez conocido e interpretado convenientemente el análisis del suelo, se considerará el sistema de cultivo de la explotación. El sistema incluye todas las especies que se cultivan, su rotación y las prácticas de cultivo que se realizan. Por su interés en la fertilización, es importante considerar:

- 1.º Las exigencias específicas de cada una de las especies a cultivar y su carácter de planta mejorante (como las leguminosas) o esquilante.
- 2.º Orden en la rotación. Para la fertilización de presiembra se considerará el cultivo anterior (precedente cultural).
- 3.º Desarrollo del cultivo en seco, seco húmedo o regadío.
- 4.º Rendimientos esperados en el cultivo
- 5.º Sistema de labranza para la preparación del suelo: convencional, reducido o no laboreo.
- 6.º Enterramiento o exportación de residuos y rastrojos del cultivo anterior.
- 7.º Posibles aportes de fertilizantes orgánicos: estiércoles, purines, basuras, etc.

## Programa integral de fertilización

La fertilización de presiembra no debe calcularse pensando solamente en el cultivo que va a sembrarse sino que deben considerarse todos los cultivos integrados en la rotación, de manera que durante un ciclo completo queden totalmente equilibradas las exigencias y los aportes de fertilizantes. Debido a la movilidad del nitrógeno y a los riesgos de contaminación, el nitrógeno se ajustará para cada cultivo, y el fósforo y el potasio se equilibrarán para el conjunto de la rotación.

Con estas ideas previas, el programa de fertilización otoñal de presiembra puede establecerse reuniendo los siguientes criterios individualizados:

### CUADRO IV. CRITERIOS PARA INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE POTASIO CAMBIABLE (Extracción con acetato amónico)

Tipo de suelos y cultivos	Niveles de fertilidad mg K kg <sup>-1</sup>				
	Muy bajo	bajo	Normal	Alto	Muy alto
<b>Secano</b>					
Ligeros	≤50	≤90	≤130	≤180	≤180
Medios	≤65	≤130	≤200	≤260	≤260
Pesados	≤80	≤140	≤220	≤330	≤330
<b>Regadío</b>					
Ligeros	≤60	≤80	≤120	≤240	≤240
Medios	≤75	≤140	≤220	≤280	≤280
Pesados	≤90	≤180	≤240	≤350	≤350

### CUADRO V. FACTORES DE AJUSTE APLICABLES AL CALCULO DE LA FERTILIZACION FOSFATADA

Tipo de suelos y cultivos	Niveles de fertilidad				
	Muy bajo	bajo	Normal	Alto	Muy alto
<b>Secano y regadío</b>					
pH ≤5,5	1,9	1,7	1,3	0,7	0,5
pH ≤6,5	1,8	1,4	1,1	0,5	0,0
pH ≤7,5	1,5	1,3	0,9	0,3	0,0
pH ≤8,5	1,7	1,5	1,1	0,5	0,3
pH >8,5	1,9	1,7	1,3	0,8	0,5

## Nitrógeno

• Se determinarán las necesidades totales de nitrógeno para el cultivo de acuerdo con los rendimientos esperados.

• Si se aporta estiércol u otros fertilizantes orgánicos se deducirá, de la cantidad calculada, el nitrógeno que contengan estos fertilizantes y que puede esperarse quede liberado durante su mineralización.

• La diferencia resultante se fraccionará en dosis de siembra y coberteras.

• Generalmente, la dosis de siembra variará desde formulaciones pobres o incluso exentas de nitrógeno (climas fríos, húmedos y suelos ricos en materia orgánica), hasta formulaciones ricas en nitrógeno (climas secos y suelos de escasa fertilidad). Los valores más habituales incluyen en siembra entre el 20 y 30% de las necesidades totales, pudiendo llegar, aunque sólo en casos excepcionales, al 50%.

• Teniendo en cuenta las necesidades de nuestros cultivos de siembra otoñal, pueden recomendarse, a modo de orientación, las siguientes cantidades a aportar en la fertilización de siembra: 20 kg N/ha en leguminosas y cereales en secano; 30 kg N/ha en cereales de zonas húmedas y regadío, y remolacha de siembra otoñal en secano, 40 kg/ha remolacha de siembra otoñal en regadío y 50-60 kg/ha N para las hortalizas.

## Fósforo

• Como para el nitrógeno, se calcularán primero las necesidades de fósforo del cultivo en función de los rendimientos esperados y se deducirán los aportes por fertilizantes orgánicos, en el caso en que se apliquen estos fertilizantes.

• Las cantidades resultantes pueden aportarse de una sola vez en siembra.

• Cifras medias orientativas para suelos de riqueza media, no calizos, pueden ser del orden de 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha para las leguminosas, cereales y remolacha de secano, y 60-80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha para la remolacha de regadío y hortalizas.

• Según la riqueza (**cuadro III**) y reacción del suelo (básicos o con elevada proporción de calcio activo), es recomendable multiplicar las cifras anteriores por los coeficientes de el **cuadro V**. Puede observarse que, aún en las condiciones más desfavorables (suelos muy pobres o que precipitan muchos fosfatos), no llegan a duplicarse las necesidades estrictas del cultivo.

## Potasio

• Se seguirán, en principio, los mismos criterios que para el fósforo.

• Las necesidades de los cultivos en suelos de riqueza media son del orden de 60-80 kg K<sub>2</sub>O/ha para cereales y leguminosas de secano, 120 kg K<sub>2</sub>O/ha para remolacha en secano y 150-200 kg K<sub>2</sub>O/ha

para remolacha de regadío y hortalizas.

• Según la riqueza (**cuadro IV**) y textura de los suelos, es recomendable multiplicar las cifras anteriores por los factores que se incluyen en el **cuadro VI**.

## Fórmulas N-P-K

Con los cálculos anteriores se llegará a una fórmula compuesta por tres números que indican las necesidades de nitrógeno (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y potasio (K<sub>2</sub>O). Es previsible que, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el número posible de fórmulas sea bastante alto.

A modo de ejemplo, manteniendo el fraccionamiento del nitrógeno, que nos obliga a dar una dosis pequeña en siembra, y optando por aplicar todo el fósforo y potasio en siembra, algunas fórmulas tipo pueden ser las que se indican en la **cuadro VII**.

Para aplicar estas fórmulas hay que transformar las unidades fertilizantes en abonos comerciales teniendo en cuenta la riqueza de éstos últimos. Si se eligen abonos simples, los más recomendables para esta época del año pueden ser los amoniacales o mixtos entre los nitrogenados, los solubles o hiposolubles entre los fosfatados y el cloruro, por su menor precio, para los potásicos. Si se eligieran abonos complejos se tomarán formulaciones pobres en nitrógeno con equilibrios ferti-

zantes para el fósforo y potasio variando entre uno, dos y tres.

Al pasar a las fórmulas con abonos comerciales se producirán diferencias que hay que procurar minimizar. En todo caso, el nitrógeno debe quedar ajustado para cada cultivo entre la siembra y las coberteras: si se dio algo más de lo previsto en siembra, se reducirán las coberteras. Para el fósforo y el potasio, el ajuste se hace para el conjunto de la rotación.

Con este criterio, analicemos posibles fórmulas para fertilizar en siembra unos cereales de invierno en zona húmeda y suelos calizos, pobres en fósforo y bien provistos de potasio.

Possible fórmula con abonos simples:

- 150 kg/ha sulfato amónico (21%).
- 200 kg/ha superfosfato triple (46%).
- 150 kg/ha cloruro potásico (60%).

Possible fórmula con abonos complejos: 400 kg/ha 8-24-16

La fórmula con abonos simples aporta 32-92-90 unidades fertilizantes y la del abono complejo aporta 32-96-64 unidades fertilizantes, que se ajustarán en posteriores fertilizaciones en la forma que se ha indicado.

Con estos criterios pueden establecerse las fórmulas para una fertilización de siembra racional que compatibilice las necesidades de los cultivos y las exigencias medioambientales. ■

**CUADRO VI. FACTORES DE AJUSTE APLICABLES AL CALCULO DE LA FERTILIZACION POTASICA**

Tipo de suelos y cultivos	Niveles de fertilidad				
	Muy bajo	bajo	Normal	Alto	Muy alto
Secano y regadío					
Ligeros	1,4	1,2	1,0	0,7	0,3
Medios	1,3	1,2	1,1	0,5	0,0
Pobres	1,2	1,1	0,8	0,4	0,0

**CUADRO VII. ALGUNAS FORMULAS TIPO PARA FERTILIZACION DE SIEMBRA (Unidades fertilizantes)**

Cultivos	Fórmula	Para suelos:
Cereales y leguminosas en secano	20-30-60	Medios
	20-60-60	Pobres en fósforo o fuertemente básicos
	20-30-80	Pobres en potasio
	20-60-80	Pobres en fósforo y potasio
Cereales y leguminosas en secano húmedo y regadío	30-60-80	Medios
	30-100-80	Pobres en fósforo o fuertemente básicos
	30-60-120	Pobres en potasio
	30-100-120	Pobres en fósforo y potasio
Remolacha en secano	30-30-120	Medios
	30-60-120	Pobres en fósforo o fuertemente básicos
	30-30-180	Pobres en potasio
	30-60-180	Pobres en fósforo y potasio
Remolacha en regadío	40-80-150	Medios
	40-150-150	Pobres en fósforo o fuertemente básicos
	40-80-200	Pobres en potasio
	40-150-200	Pobres en fósforo y potasio
Hortalizas de siembra otoñal	60-80-150	Medios
	60-150-150	Pobres en fósforo o fuertemente básicos
	60-80-200	Pobres en potasio
	60-150-200	Pobres en fósforo y potasio