

La fertilización mineral de primavera

Crterios, factores y fórmulas a considerar

Es de gran interés realizar fertilizaciones a la salida del invierno. En este artículo se expone cómo realizar una fertilización equilibrada y con un fertilizante de calidad.

● **P. URBANO TERRON.** Dr. Ing. Agrónomo. Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid.

Las plantas cultivadas deben encontrar en el suelo los elementos minerales que necesitan para su crecimiento y desarrollo. Ello exige la presencia de estos elementos nutritivos en forma adecuada para poder ser absorbidos por las plantas y en cantidad suficiente para satisfacer el total de sus exigencias, a lo largo de las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin embargo, en estas épocas del año, después de un invierno frío y lluvioso, los suelos se encuentran generalmente con una aptitud bastante baja para poder efectuar por sí mismos este suministro de nutrientes. Ello es consecuencia, por una parte, de su reducida actividad biológica debido a las bajas temperaturas invernales y, por otra, del fuerte lavado a que han estado sometidos por las lluvias. Por estas razones presentan alto interés las fertilizaciones que se realizan a la salida del invierno y en principio de primavera.

En todos los casos, la fertilización debe ser completa y equilibrada. Las condiciones indicadas afectan a todos los elementos esenciales: macronutrientes (N, P y K), mesonutrientes (Ca, S y Mg) y micronutrientes (Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo y Cl). Por razones de espacio, en este artículo nos referiremos solamente a los aspectos de la fertilización mineral relacionados con los macronutrientes (NPK).

Cuando el agricultor se plantea realizar estas fertilizaciones, se encuentra con un enorme abanico de posibilidades que derivan de los propios cultivos, de las diferentes clases de suelos y de las variables condiciones climáticas que se presentan en nuestro país. Todo ello, sin perder de vista los condicionantes que obligan a tratar todos los temas relacionados con la ferti-

zación de los sistemas agrícolas, con las más estrictas exigencias de respeto al medio ambiente y con los criterios económicos que garanticen su rentabilidad.

Por ello, es inevitable que en cualquier programa de fertilización que pueda plantearse para ser aportado en primavera queden determinadas, con la mayor precisión posible, la cantidad y clase de fertilizante que se aporta.

Es, quizás, en la determinación de la cantidad de fertilizante a aportar, donde se

han generado mayores controversias y donde, a la luz de las más recientes investigaciones, se han producido variaciones más importantes en los criterios de fertilización.

En los criterios tradicionales, cuando en una agricultura eminentemente productivista, se trataban de garantizar elevados rendimientos sin tener apenas en cuenta los criterios de sostenibilidad económica, ni otros condicionantes de índole ecológica, se calculaban las cantidades de fertilizantes a aportar en función de objetivos de producción.

Cuando, para determinar las cantidades de nitrógeno, se hacían los balances de este elemento en el suelo, se solía prescindir de las partidas de difícil cuantificación o de impredecible significación en un momento determinado del cultivo, de manera que el resultado del balance asegurara, a lo largo el desarrollo del cultivo, la pre-

CUADRO I. NECESIDADES DE ELEMENTOS NUTRITIVOS PARA OBTENER LAS COSECHAS INCLUYENDO LAS PARTES NO COSECHADAS

Cultivos	Cosecha expresada en	Elementos nutritivos (%)		
		N	P2O2	K2O
Cereales invierno	Grano	26-30	14-18	24-28
Cereales verano	Grano	20-30	10-14	20-30
Leguminosas grano	Grano	40-50	20-30	40-50
Leguminosas forrajeras	Forraje fresco	4-6	1,5-2,5	4-6
Praderas mixtas	Hierba fresca	2-2,5	1,2-1,8	2-3
Patata	Tubérculos	5-6	3-4	6-8
Remolacha	Raíces	3-4	2-3	4-5
Girasol	Pipas	50-65	40-50	50-65
Frutales hueso	Frutos	5-8	3-6	6-9
Frutales pepita	Frutos	4-6	2-5,4	5-7
Vid (vinificación)	Frutos	8-12	8-12	12-16
Olivo	Frutos	15-20	10-15	15-20

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

Tipos de suelos y cultivos	Niveles de fertilidad (mg P kg ⁻¹)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Secano					
Ligeros	≤5	≤10	≤15	≤20	>29
Medios	≤6	≤12	≤18	≤28	>28
Pesados	≤8	≤16	≤24	≤40	>40
Regadio					
Ligeros	≤6	≤12	≤18	≤28	>28
Medios	≤8	≤16	≤24	≤32	>32
Pesados	≤10	≤20	≤30	≤40	>40

sencia en el suelo del N necesario para obtener las cosechas preestablecidas en los objetivos de producción.

Las cantidades de fósforo y potasio se calculaban en función de la riqueza del suelo haciendo fertilizaciones de fondo para aumentar la de los suelos pobres y, de esta manera, garantizar que las plantas cultivadas irían tomando estos elementos nutritivos al ritmo y medida marcados por sus necesidades. De esta forma, el suelo era una «despensa cuanto más repleta mejor» de elementos nutritivos que garantizaba la alimentación sin restricciones de la planta.

Siguiendo estos criterios, los programas de fertilización se confeccionaban apoyándose en dos pilares fundamentales:

a) **Necesidades de los cultivos**, calculadas de acuerdo con objetivos de producción (cuadro I).

b) **Fertilidad del suelo**, determinada mediante el análisis físico-químico de muestras de tierra. Estos análisis deben incluir, al menos, las siguientes determinaciones:

- Textura.
- pH, al agua o al cloruro.
- Caliza total.
- Caliza activa.
- Contenido de materia orgánica.
- Relación C/N.
- Capacidad de cambio catiónico.
- Fósforo asimilable.
- Potasio asimilable.
- Magnesio asimilable.
- Relación K/Mg.
- Conductividad eléctrica (extracto a saturación).
- Porcentaje de sodio intercambiable.

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

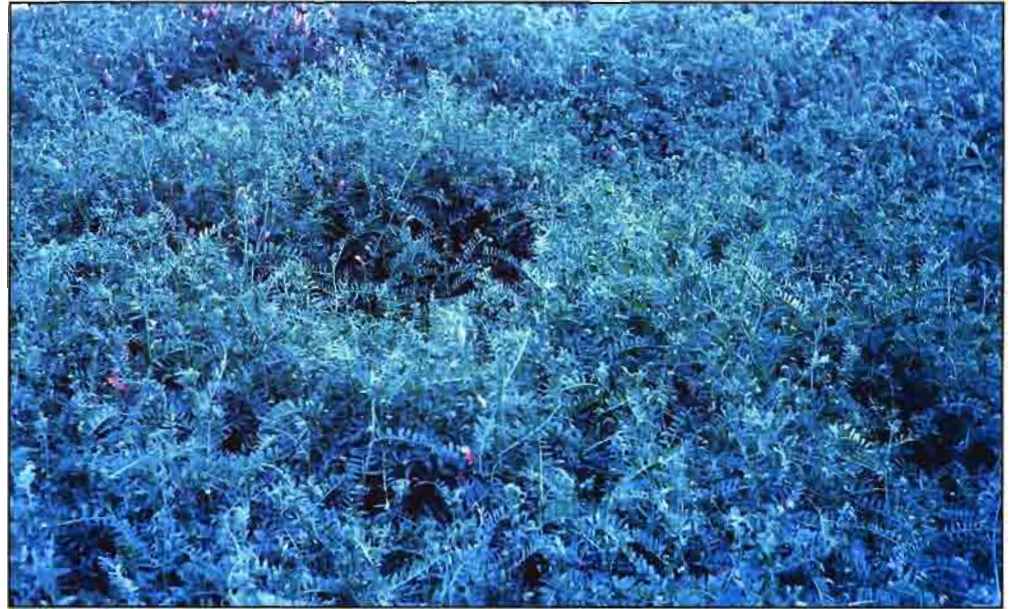
Esta forma de actuar conducía, generalmente, a una sobreestimación de las dosis a aplicar, con los consiguientes costos y riesgos de contaminación y eutrofización de las aguas superficiales y profundas por nitratos y fosfatos.

Actualmente, con objeto de mantener la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en su consideración más amplia, se recomienda revisar los antiguos criterios y sustituirlos por otros nuevos que, si bien suponen una forma de pensar diferente, al final no presentan contradicciones importantes con las cantidades calculadas siguiendo los criterios antiguos, siempre que estos estuvieran aplicados juiciosamente.

En los modernos criterios de fertilización se recomienda:

1. En relación con la cantidad de fertilizantes a aportar.

a) Para los nitrogenados, se tiene en cuenta la evolución del N en el suelo, $N_{\text{orgánico}}$ a N_{mineral} (mineralización) y



Dosis equilibradas de P y K en presiembra favorecen el desarrollo de las leguminosas forrajeras.

N_{mineral} a $N_{\text{orgánico}}$ (inmovilización), y los flujos de N en el continuo suelo-planta-atmósfera. Existen numerosos programas que tratan de cuantificar estos flujos en función del contenido de materia orgánica del suelo, ritmo estacional de su mineralización en función de las condiciones agro-

climáticas, contenido de N mineral en el suelo en determinadas épocas del año, contenido de N en los jugos de las plantas, contenido de clorofila, etc.

Estos programas están desarrollados en condiciones edafoclimáticas muy concretas y para sistemas de cultivo muy definidos.

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

Tipos de suelos y cultivos	Niveles de fertilidad (mg P kg ⁻¹)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Secano					
Ligeros	≤50	≤90	≤130	≤180	>180
Medios	≤65	≤130	≤200	≤260	>260
Pesados	≤80	≤140	≤220	≤330	>330
Regadío					
Ligeros	≤60	≤80	≤120	≤240	>240
Medios	≤75	≤140	≤220	≤280	>280
Pesados	≤90	≤150	≤240	≤350	>350

CUADRO IV. FACTORES DE AJUSTE APPLICABLES AL CALCULO DE LA FERTILIZACION FOSFATADA

Tipos de suelos y cultivos	Niveles de fertilidad (mg P kg ⁻¹)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Secano y regadío					
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

CUADRO V. FACTORES DE AJUSTE APPLICABLES AL CALCULO DE LA FERTILIZACION POTASICA

Tipos de suelos y cultivos	Niveles de fertilidad (mg P kg ⁻¹)				
	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
Pesados	1,2	1,1	0,8	0,4	0,0

En tanto no se validen los programas para que puedan ser aplicados con suficiente garantía en condiciones particularizadas, recomendamos seguir el criterio siguiente: calcular las necesidades totales de nitrógeno siguiendo los métodos tradicionales basados en balances de nitrógeno y en funciones de producción, pero reduciendo la cantidad total calculada, entre 30 y 50 unidades ha⁻¹. Este N se reservará para la última cobertera y sólo se aplicará si las condiciones de escasa mineralización o fuertes lavados manifiestan un contenido bajo en el suelo (< 25 mg kg⁻¹ NO₃-N, generalmente) o en la planta.

b) Para los fosfatados y potásicos, determinar las necesidades de los cultivos de acuerdo con las funciones de producción (**cuadro I**) y, de acuerdo con la fertilidad del suelo (**cuadros II y III**), aplicar coeficientes de ajuste (**cuadros IV y V**) que tengan en cuenta las condiciones del suelo.

2. En relación con la forma en que se hará el aporte de los fertilizantes.

a) Debe fraccionarse la cantidad calculada de N y aplicarse en varias dosis: pre-siembra y coberteras.

b) Para el P y K puede optarse por aportar todas las necesidades de una sola vez, en pre-siembra, y hacer las coberteras sólo con nitrogenados (ésta suele ser la opción más frecuente cuando se utilizan abonos simples), o dar una parte en pre-siembra (entre el 50 y 70% de las necesidades calculadas) y el resto en cobertera unido al nitrógeno (ésta suele ser la opción cuando se aplican abonos complejos).

c) El equilibrio de la fertilización exige que las fórmulas fertilizantes se calculen «a la medida» de las exigencias de los cultivos en las condiciones precisas en que se esté desarrollando el sistema de producción. Para el nitrógeno, estas exigencias se ajustarán para cada uno de los cultivos y, para el fósforo y potasio, las exigencias pueden ajustarse para el conjunto de la rotación.



La fertilización de pre-siembra primaveral permite obtener girasoles de calidad.

De acuerdo con estas consideraciones, las diferentes posibilidades que se presentan en nuestra agricultura a la hora de plantear los programas de fertilización mineral en primavera, pueden presentarse en tres grupos en función de los cultivos:

- Fertilización de cobertera para los cultivos anuales que fueron sembrados en el otoño e invierno anteriores.

- Fertilización de pre-siembra para los cultivos anuales que van a sembrarse durante la primavera.
- Fertilización de cobertera para cultivos polianuales.

Las fórmulas fertilizantes que se proponen a continuación, con la única finalidad de servir de apoyo a las anteriores consideraciones, están calculadas para rendimientos de tipo medio y cultivos desarrollados en suelos arcillosos de baja fertilidad fosfatada y pH básico (factor de ajuste 1.5), y fertilidad potásica media (factor de ajuste 0.8).

Fertilización de cobertera para cultivos anuales

Incluimos en este grupo todos los cereales de invierno, la mayor parte de las leguminosas de grano, algún cultivo industrial de siembra otoñal (remolacha en la zona Sur) y las hortalizas de siembra otoñal (habas y guisantes de verdeo, tomate, patata extratemprana, etc. en nuestras zonas de cultivo de primor).

Para este grupo de cultivos es frecuente haber incluido en los programas de pre-siembra todo el fósforo y el potasio que el cultivo necesita, haciendo las fertilizaciones de cobertera exclusivamente a base de nitrogenados. Si no se hubiera aportado

todo el fósforo y el potasio en pre-siembra deberá completarse ahora el necesario.

En la **cuadro VI** se resumen las necesidades calculadas y las posibles soluciones adoptadas. En el caso de hacer las coberteras solamente con nitrogenados, se ha tomado como base el nitrato amónico (NA, 33,5%) y cuando se aporta en cobertera P y K, se han elegido diferentes fórmulas de abonos complejos.

CUADRO VI. FORMULAS FERTILIZANTES DE COBERTERA A APLICAR EN PRIMAVERA EN LOS SUELOS CONSIDERADOS EN ESTE TRABAJO

Cultivos	Rendimiento kg ha ⁻¹	Unidades fertilizadas ha ⁻¹		Fertilización propuesta ha ⁻¹
		Necesarias	A aportar	
a) Todo P-K pre-siembra				
Cereales invierno	4.000	100-90-80	70-0-0	2x100 kg NA
Remolacha seco	30.000	90-90-96	40-0-0	100 kg NA
Remolacha regadío	50.000	150-150-160	60-0-0	200 kg NA
Patata primor	25.000	150-150-140	60-0-0	200 kg NA
b) Fraccionando P y K				
Cereales de invierno	4.000	100-90-80	30-30-30	100 kg 15-15-15
Remolacha seco	30.000	90-90-96	30-30-30	200 kg 15-15-15
Remolacha regadío	50.000	150-150-160	45-45-45	300 kg 15-15-15
Patata primor	25.000	150-150-140	45-45-45	300 kg 15-15-15

CUADRO VII. FORMULAS FERTILIZANTES DE PRE-SIEMBRA A APORTAR EN PRIMAVERA EN LOS SUELOS CONSIDERADOS EN ESTE TRABAJO

Cultivos	Rendimiento kg ha ⁻¹	Unidades fertilizadas ha ⁻¹		Fertilización propuesta ha ⁻¹
		Necesarias	A aportar	
a) Todo P-K pre-siembra				
Maíz	10.000	240-180-190	100-180-190	1.200 kg 8-15-15
Remolacha	60.000	150-150-160	80-150-160	700 kg 0-14-7 + + 500 kg 12-12-24
Girasol	3.000	150-180-144	60-180-144	800 kg 8-24-16
Patatas	30.000	180-180-168	80-180-168	1.000 kg 8-15-15
b) Fraccionando P y K				
Maíz	10.000	240-180-190	100-125-130	400 kg 12-12-24 + + 400 kg 8-24-16
Remolacha	60.000	150-150-150	50-100-100	600 kg 8-15-15
Girasol	3.000	150-180-144	50-125-100	600 kg 8-24-16
Patatas	30.000	180-180-168	80-125-115	400 kg 0-14-7 + + 500 kg 15-15-15

Fertilización de pre-siembra para cultivos anuales

Se incluyen en este grupo los cultivos anuales que se siembran en pri-

Fertilizantes Fertiberia



LA FUERZA DE LA TIERRA

La fuerza de una empresa netamente española y una de las más importantes de su sector en Europa. La fuerza del líder de fertilizantes en España. La fuerza de una compañía con vocación de futuro y de servicio a la agricultura y economía españolas. La fuerza de la tierra... De nuestra tierra.




Fertiberia

CUADRO VIII. FORMULAS FERTILIZANTES A APLICAR EN PRIMAVERA A CULTIVOS POLIANUALES EN LOS SUELOS CONSIDERADOS EN ESTE TRABAJO

Cultivos	Rendimiento kg ha ⁻¹	Unidades fertilizadas ha ⁻¹		Fertilización propuesta ha ⁻¹
		Necesarias	A aportar	
a) Todo P-K presiembra				
Praderas mixtas	60.000	120-107-96	60-0-0	200 kg NA
Frutales de pepita	40.000	200-180-196	80-0-0	250 kg NA
Frutales de hueso	30.000	180-180-197	70-0-0	200 kg NA
Viñedo (vinificación)	8.000	1,2-1,2-1,1	0,7-0-0	2 kg NA/árbol
b) Fraccionando P y K				
Praderas mixtas	60.000	120-107-96	60-30-30	200 kg 15-15-15 + + 100 kg NA
Frutales de pepita	40.000	200-180-196	80-60-60	400 kg 15-15-15 + + 100 kg NA
Frutales de hueso	30.000	180-180-196	60-60-60	400 kg 15-15-15
Viñedo (vinificación)	8.000	80-120-96	30-30-30	200 kg 15-15-15
Olivar (kg/árbol)	70	1,2-1,2-1,1	0,7-0,7-0,7	2 kg 15-15-15/árbol

mavera para que se realice su desarrollo durante el verano. Como cultivos muy representativos se han elegido cereales de verano (maíz), remolacha de siembra primavera (zona Norte de cultivo), girasol y patatas de media estación y tardía.

Como en el caso anterior, se hacen dos consideraciones en función de que se aporte todo el P y K en presiembra o se deje parte para la primera cobertera. En el **cuadro VII** se resumen las necesidades

previstas y las posibles fórmulas fertilizantes a aportar.

Fertilización de cobertera para cultivos polianuales

Se consideran en este apartado los cultivos cuyo ciclo vegetativo tiene una duración superior a un año. En ellos se produce, generalmente, una acumulación de elementos nutritivos en sus órganos de re-

serva después de la maduración-recolección o del último corte, para poder atender a una demanda elevada cuando se produce la brotación en primavera.

Para estos cultivos, la fertilización en esta época reviste extraordinaria importancia para asegurar una brotación vigorosa y uniforme, así como el posterior desarrollo.

Se han considerado en este grupo las praderas (como ejemplo se ha considerado una pradera mixta de regadío) para representar los cultivos herbáceos y los frutales de pepita y de hueso, el viñedo de vinificación y el olivo, para los cultivos leñosos.

En el **cuadro VIII** se incluyen las necesidades y posibles fórmulas fertilizantes teniendo en cuenta las mismas consideraciones anteriores para el P y K.

En todas las fórmulas que se han propuesto se ha procurado ajustar el N a las necesidades de cada cultivo, mientras que las diferencias inevitables que aparecen para el P y K al utilizar abonos complejos, deberán compensarse entre los distintos cultivos para, de este modo, quedar ajustadas en el conjunto de la rotación. ■

Variedad y Eficacia

Nuestra gamma en protectores forestales es de fácil y rápida colocación.

La forma tubular es también determinante para garantizar una protección rígida, eficaz y de larga duración.

Ayudan y facilitan la repoblación, mejorando los porcentajes de desarrollo.

PROTECTORES FORESTALES



PROTECTOR VERDE

Fabricado con lámina de polipropileno tratado anti-U.V.



PROTECTOR DOBLE CAPA

Fabricado con placa celular de polipropileno tratado anti-U.V.



PROTECTOR DE MALLA

Fabricado con malla de polietileno de color negro.



ACUDAM

Ferrer i Busquets, 2
Tel. 973 - 60 26 84 / 71 04 52
Fax. 973 - 71 04 53
25230 MOLLERUSSA - Lleida -