

ES POSIBLE UN AHORRO CONSIDERABLE CALCULANDO EL ABONADO FOSFO-POTÁSICO CON UN ANÁLISIS DE SUELO

Estrategias de **abonado de fondo** del cereal de invierno

El alto precio de los abonos minerales nos obliga a razonar y ajustar el aporte de fertilizantes al mínimo coste económico, evidentemente cumpliendo los objetivos de la fertilización. Este artículo trata de razonar el abonado de fondo o sementera. Se presentan los criterios agronómicos que deben considerarse para decidir el abono y la dosis que debemos aportar, compatibilizando los objetivos agronómicos, económicos y medioambientales, que necesariamente han de ser compañeros de viaje.



Jesús Irañeta Goicoa.

Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA).

Este tema se ha tratado, de forma general, en dos números anteriores de la revista **Vida Rural**, concretamente en el número 314 de 2010: “Veinte años de experimentación con fósforo y potasio

en cereal de invierno”, y en el número 349 de 2012 bajo el título: “Elaboración de un plan de fertilización para cereal de invierno”. Aunque parezca un poco reiterativo, consideramos que este tema es de gran trascendencia económica para los agricultores cerealistas, que manejan grandes superficies y, por tanto, pequeños ahorros por hectárea pueden suponer una importante reducción de gastos en la explotación.

Plan de abonado

Para razonar el abonado de los diferentes cultivos, debemos comprender por una parte el comportamiento de los distintos nutrientes en el suelo y, por otra, las necesidades de la planta en los distintos elementos: dosis, momentos críticos, etc.

En primer lugar, para establecer un plan de

abonado de cereal de invierno, partimos de la base de que es suficiente con el aporte de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

Respecto al N, la parte disponible para el cultivo se encuentra en el suelo principalmente en forma de nitrato (NO_3) y es susceptible de ser lavado a capas profundas del suelo si hay drenaje. Además, el cultivo lo absorbe especialmente en fases de crecimiento rápido, en primavera, durante el encañado en caso del cereal. Por tanto, el N se aportará mayoritariamente en cobertera, con el cultivo implantado, en el ahijado o inicio de encañado para optimizar su eficiencia. Como abonado de siembra, en muchas zonas no se necesita N, en todo caso su aporte no debe superar los 40 kg/ha, dosis suficiente para que el cultivo aguante hasta el aporte de cobertera.

Sin embargo, el fósforo y el potasio prácticamente no se pierden por lavado. Además, el fósforo debe ser aportado como abonado de fondo en suelos pobres en este elemento, porque el cultivo en sus primeras fases de desarrollo es especialmente sensible a su carencia, pudiendo originar plantas con mal enraizamiento y desarrollo raquítico.

Por tanto, en el abonado de fondo ajustaremos el aporte del elemento deficitario, fósforo o potasio, principalmente el primero, además, cubriremos las necesidades de N hasta el abonado de cobertera, siendo en muchos casos suficiente el contenido de N del suelo sin aporte de N mineral.

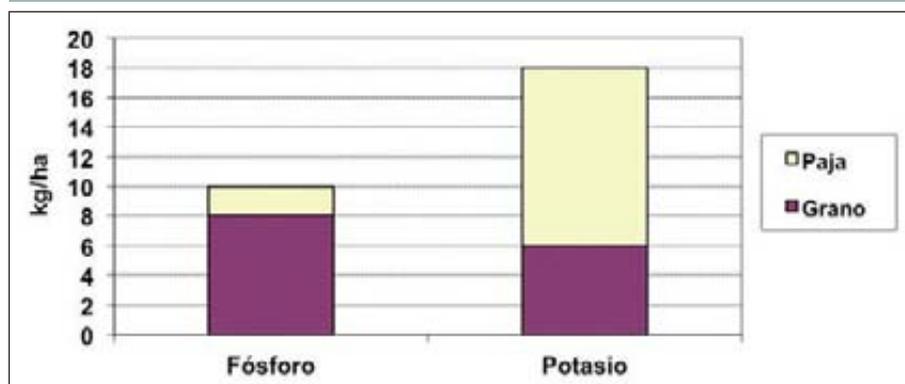
Principios del abonado con P y K

Cuando hablamos de fertilización, las dosis se expresan siempre en kg de P_2O_5 para el fósforo y K_2O para el potasio, ya que se trata de la unidad fertilizante (UF) convencional en Europa.

Funcionamiento del fósforo y potasio en el suelo

El suelo dispone de importantes cantidades de estos elementos, pero solo una pequeña parte está disponible para los cultivos. Normalmente hay un equilibrio entre la parte asimilable y la no asimilable, de manera que si aportamos superfosfato se incrementa el fósforo disponible, pero tiende a pasar a una forma insoluble manteniendo el equilibrio inicial del suelo. Al contrario, si el cultivo absorbe este ele-

FIGURA 1. Extracciones de fósforo y potasio por tonelada de grano de trigo.



mento y no hay aporte, el fósforo insoluble tiende a compensar el descenso de fósforo soluble extraído por el cultivo.

Por esta razón los cambios en el contenido del fósforo disponible en el suelo suelen ser muy lentos, lo que origina frecuentemente una ausencia de respuesta al abonado con estos elementos a corto plazo. Salvo en suelos deficitarios, se requieren varios años para comprobar los efectos de los aportes realizados sobre la evolución del contenido del suelo o respuesta del cultivo (**Vida Rural** n°314). Esta falta de respuesta a ensayos de corto plazo origina que nos encontremos con escasa información respecto al ajuste con estos elementos, mientras que respecto al N es relativamente abundante debido a que se obtienen resultados claros a los aportes anuales.

Criterios para establecer la dosis de aporte

El aporte de estos elementos debe ser suficiente para:

1. Garantizar el potencial productivo de la parcela.
2. Mantener el nivel de fertilidad del suelo a largo plazo.

Al tratarse de dos elementos que apenas se pierden por lavado, como principio general es suficiente con restituir al suelo la cantidad de estos elementos que exporta la cosecha para mantener la fertilidad del suelo a largo plazo. Es importante distinguir extracciones del cultivo –los nutrientes que el cultivo absorbe–, de exportaciones –los que nos llevamos de la finca con la cosecha, que es lo que tenemos que restituir–. En el **figura 1** se muestra cómo el trigo



El destino de los restos del cultivo precedente es muy importante, ya que la paja es muy rica en potasio y si se queda en la parcela restituye el potasio que contiene.

extrae en torno a 18 kg de potasio por tonelada de grano (extracciones), de los cuales 12 están en la paja, de manera que si no la retiramos, solo exportamos 6 kg correspondientes al grano (exportaciones).

No obstante, para establecer un plan de abonado PK, deben considerarse los siguientes cuatro criterios.

Necesidades del cultivo

Se trata de conocer las extracciones que el cultivo realiza de cada elemento por tonelada de grano como punto de partida para establecer el balance de exportaciones/aportes. Es importante diferenciar el contenido de los distintos órganos vegetales recolectados, para poder evaluar las exportaciones de nutrientes en función del manejo que hayamos hecho con los restos de cosecha.

En el **cuadro I** se muestran las exportaciones de distintas producciones de cereal y las restituciones de abono que las compensan.

Contenido del suelo en fósforo y potasio disponibles

Por medio de análisis de suelo y ensayos a largo plazo pueden establecerse niveles de contenido del suelo pobres, medios y ricos (**Vida Rural** n°314).

El análisis de suelo es una excelente herramienta para conocer la fertilidad de nuestra parcela; siendo suficiente con una analítica exclusivamente de fósforo y potasio cada cinco años para seguir la evolución de la fertilidad de la parcela

En el **cuadro II** se muestra la clasificación del contenido del suelo obtenida tras veinte años de experimentación de INTIA en Navarra para cultivos poco y medianamente exigentes en fósforo y potasio. En la última columna figura la recomendación basada en las restituciones (R) para suelos de contenido medio, en suelos ricos podemos reducir o suprimir el aporte, mientras que en los pobres reforzaremos de un 20% (1,2 R) a un 50% (1,5 R) dichas restituciones. Asimismo, en la **figura 2** se muestra la estrategia de abonado en función del contenido de P en el suelo.

Exigencia de los cultivos

Los cultivos tienen diferente sensibilidad a la carencia de fósforo y potasio, que se traduce en pérdidas de producción tanto más elevadas en la medida que el cultivo es más sensible. Esta característica está ligada a la capacidad del cultivo en absorber fósforo y potasio y su capacidad de transformarlos en producción. Esto no significa que los cultivos exigentes absorban o exporten más cantidad de nutrientes, sino que necesitan un contenido más elevado en el suelo para satisfacer sus necesidades.

En la **figura 3** se muestra un ejemplo de la exigencia de la colza en fósforo. Se trata de un ensayo de fósforo a largo plazo, en el que se mantienen permanentes la dosis testigo, sin fósforo y la dosis recomendada. La caída de producción en la campaña 2003, correspondiente al cultivo de colza, resultó espectacular.

En el **cuadro III** se muestra la clasificación de Comifer (Francia) para la exigencia de los cultivos en fósforo y potasio.

Residuos del precedente

Como se ha visto, el destino de los restos del cultivo precedente es muy importante para ajustar especialmente el abonado potásico, ya que la paja es muy rica en potasio y si se queda en la parcela restituye el potasio que contiene.

Abonos orgánicos

Si se dispone de abonos orgánicos, éstos suponen una excelente fuente de nutrientes. Bien manejados, pueden suponer un importante ahorro de fertilizantes. A modo de ejemplo, se muestra en la **figura 4** el aporte de fósforo y potasio que supone un aporte de purín de porcino de 40 t/ha cuya composición se estima en 3 kg de fósforo y 4 de potasio por tonelada bruta.

Conclusiones y recomendaciones

Para razonar el abonado de fondo del cereal de invierno debemos considerar:

1. Su objetivo es el ajuste de la fertilización fosfo-potásica de manera que garanticemos la productividad y fertilidad del suelo a corto y largo plazo, al mínimo costo posible.

2. Como criterio general debemos restituir

CUADRO I.

Exportaciones y aportes de restitución en fósforo y potasio en cultivo de cereal en función de la cosecha esperada, con la paja incorporada.

Cosecha kg/ha	Exportaciones UF P ₂ O ₅	Super 45% kg/ha	Exportaciones UF K ₂ O	CIK 60% kg/ha
1.000	8	18	6	10
2.000	16	36	12	20
3.000	24	53	18	30
4.000	32	71	24	40
5.000	40	89	30	50
6.000	48	107	36	60

CUADRO II.

Clasificación del suelo en función de su contenido en fósforo y potasio para cultivos poco y medianamente exigentes.

Suelo	Fósforo ppm (Olsen)		Potasio ppm Ac. Amónico		Recomen.
	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	
Muy pobre	< 6	< 14	< 70	< 84	1,5 R
Pobre	6 - 12	14 - 27	70-100	84-120	1,2 R
Medio	12 - 18	28 - 41	100-150	120-180	R
Rico	> 18	> 41	> 150	> 180	0
	P ₂ O ₅ = P x 2,29		K ₂ O = K x 1,2		

CUADRO III.

Nivel de la exigencia de los cultivos en fósforo y potasio (Comifer).

EXIGENCIA	FÓSFORO	POTASIO
Fuerte	Remolacha	Remolacha
	Colza	Patata
	Alfalfa	Hortícolas
	Patata	
	Hortícolas	
Media	Trigo tras trigo	Colza
	Trigo duro	Maíz grano
	Maíz forrajero	Maíz forrajero
	Guisante	Alfalfa
	Sorgo	Girasol
	Cebada	Guisante
Baja	Trigo blando	Trigo duro
	Avena	Trigo blando
	Maíz grano	Cebada
	Girasol	Avena
	Soja	

al suelo los nutrientes exportados por el cultivo para mantener los niveles de fertilidad del suelo. Como estos elementos apenas se pierden por lavado, permiten realizar el balance de forma plurianual en suelos de contenido medios, de forma que no es obligatorio ajustar cada elemento en cada campaña, sino que si un año aportamos el doble de potasio, no hará falta aportarlo el año siguiente.

3. Con un análisis de suelo es posible ajustar la fertilización con mayor precisión, evitando errores tanto por defecto por exceso, aportando únicamente lo que el suelo no es capaz de suministrar. El análisis de suelo es una excelente herramienta para conocer la fertilidad de nuestra parcela; es suficiente con una analítica exclusivamente de fósforo y potasio cada cinco años para seguir la evolución de la fertilidad de la parcela.

4. Para cultivos exigentes, conviene aportar siempre P y K excepto en suelos muy ricos, e incluso reforzar la dosis en suelos pobres o medios. Ahora bien, estos cultivos no consumen todo lo que se les aporta y dejan el suelo enriquecido para cultivos posteriores.

5. En suelos deficitarios, es preciso el aporte del elemento limitante anualmente, previo a la siembra para favorecer la buena implantación del cultivo, especialmente el fósforo.

6. Generalmente elegiremos el abono y dosis en función del fósforo, intentando que el

FIGURA 2.

Contenido de P en el suelo y estrategia de abonado.

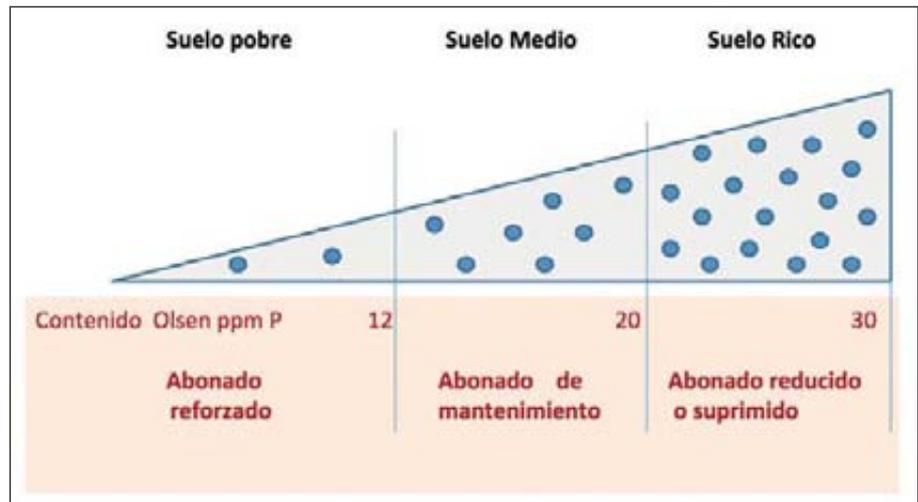


FIGURA 3.

Caída productiva de la producción de colza en la parcela sin abono en el año 2003. En los cultivos exigentes en fósforo es obligatorio su aporte.

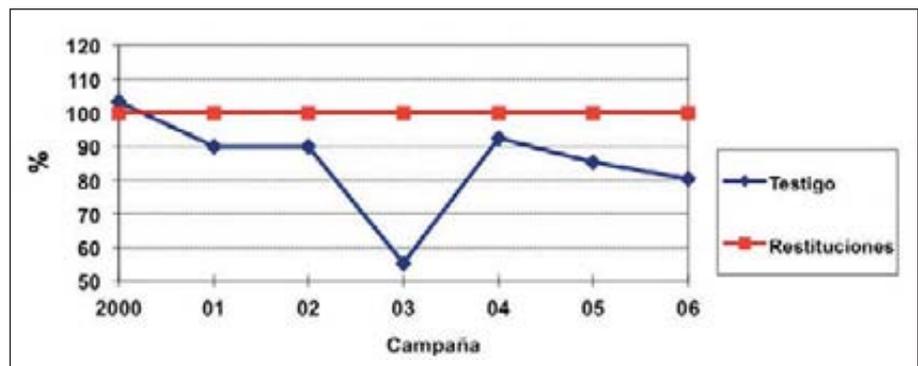
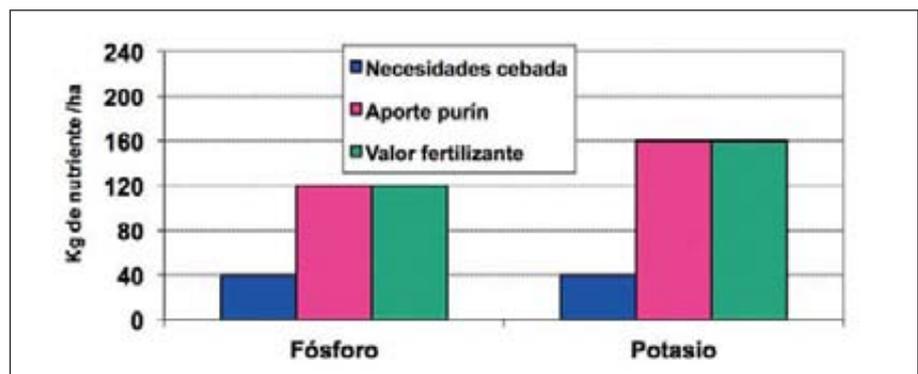


FIGURA 4.

Aporte de fósforo y potasio con 40 toneladas por ha de un purín de porcino de composición media. Puede ahorrar el fosforo y potasio de 3 y 4 años respectivamente.



CUADRO IV.

Abonos disponibles y precios orientativos.

Abono	kg/ha	Riqueza			Aporte U F/ha			Precio por tonelada y ha	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	€	€
		Nitrog.	Fósforo	Potasio	Nitrog.	Fósforo	Potasio	tonelada	hectárea
Super 45%	89	0	45	0		40	398	35	
DAP (18-46-0)	87	18	46	0	16	40	477	41	
15-15-15	267	15	15	15	40	40	390	104	
8-24-8	167	8	24	8	13	40	385	64	
9-18-27	222	9	18	27	20	40	460	102	
9-23-30 *	174	9	23	30	16	40	455	79	

(*): Mezcla o blending al 50 % DAP y 50 % Cloruro potásico.



La colza es un cultivo muy exigente en fósforo, factor que ha de ser tenido en cuenta al incluirlo en la rotación.



El objetivo del ajuste de la fertilización fosfopotásica es garantizar la fertilidad del suelo a corto y largo plazo al mínimo coste posible.

resto de elementos se ajusten lo mejor posible. Deben utilizarse abonos de calidad.

7. Cuando se aplican abonos orgánicos como estiércol, compost, purín, lodo, digerido, restos de cosecha etc., se incorporan al suelo importantes cantidades de fósforo y potasio útiles para el cultivo, que deben tomarse en cuenta para sustituir a los abonos minerales.

Caso práctico

En este apartado se expone un caso práctico frecuente en Navarra. Estamos seguros que se trata de una situación especial y seguramente no será válida literalmente para otras condiciones, pero muestra el proceso para elegir el abonado en una situación concreta.

Suponemos que nos encontramos en una zona geográfica de secano, con una producción media de cebada de 3.500-4.000 kg/ha. La pasada campaña no se retiró la paja. Extracciones de las 4 toneladas de grano por hectárea: fósforo: $4 \text{ t} \times 8 \text{ kg/t} = 32 \text{ kg de P}_2\text{O}_5$; potasio: $4 \text{ t} \times 6 \text{ kg/t} = 24 \text{ kg de K}_2\text{O}$.

Se dispone de un análisis de suelo que nos muestra un contenido medio en fósforo de 15 ppm de P (Olsen) y rico en

En suelos deficitarios, es preciso el aporte del elemento limitante anualmente, previo a la siembra para favorecer la buena implantación del cultivo, especialmente en el caso del fósforo.

Generalmente elegiremos el abono y dosis en función del fósforo, intentando que el resto de elementos se ajusten lo mejor posible. Deben utilizarse abonos de calidad

potasio con 160 ppm K (acetato amónico).

Por experiencia, en nuestra situación no se necesita N en fondo, por tanto no es preciso que el abono contenga este elemento, y lo ajustaremos en cobertera para conseguir mayor eficiencia.

Se muestran en el **cuadro IV** una serie de abonos disponibles con un precio orientativo sobre los que vamos a elegir el abono, ajustando la dosis a 40 UF/ha de fósforo.

En este caso elegimos Superfosfato del 45% porque nos aporta el fósforo necesario a un precio más económico. Como se ve el ahorro por hectárea puede ser importante, basta con multiplicar esta cantidad por el número de hectáreas para calcular la economía que puede suponer para toda la explotación. En este supuesto, el suelo era rico en potasio y no fue necesario su aporte. En caso contrario, la decisión habría sido diferente.

Entendemos que la elección del abono es una de las decisiones más difíciles porque hay que compaginar varios criterios simultáneamente. La última decisión es siempre del agricultor. Esperamos que este artículo sirva de ayuda para hacerlo.

En resumen, creemos que verdaderamente merece la pena tomarse un rato para planificar el abonado de fondo de los cereales, lo que puede resultar un día muy rentable. ●