

Trigo: Criterios para el Diagnóstico de la Fertilización Fosfatada¹

Autores: Angel Berardo², Fernando O. García³, y Fernando D. Grattone²

¹ *Trigo. CREA. Cuadernillo de Actualización Técnica No. 63. pag. 42-46. Buenos Aires, Argentina.*

² *Unidad Integrada Facultad de Ciencias Agrarias (UNMDP) – EEA INTA Balcarce. C.C.276, (7620) Balcarce, Argentina . aberardo@balcarce.inta.gov.ar*

³ *INPOFOS Cono Sur. Av. Santa Fe 910, (B1641ABO) Acassuso, Argentina. fgarcia@ppi-ppic.org.*

El fósforo (P) junto con el nitrógeno son los dos nutrientes que con mayor frecuencia afectan la producción del trigo en las distintas regiones trigueras del país. En los primeros trabajos realizados en la década del 70, la mayor respuesta a P en trigo fue encontrada en el Sudeste y Centro Sur de la Pcia. de Buenos Aires (Berardo 1994; Loewy y Ron, 1997). Sin embargo, con la expansión e intensificación de la agricultura se ha acentuado el empobrecimiento de este nutriente, en una magnitud variable en distintas áreas dentro de la Región Pampeana. Las mayores pérdidas le corresponden a las zonas centro y norte de la misma, por la incorporación cada vez mas frecuente de la soja dentro de la rotación.

La producción de este cultivo, de altos requerimientos de P, se ha realizado hasta el presente principalmente a expensas del P nativo del suelo, por la falta de fertilización del cultivo. Las pérdidas de P total del suelo encontradas en distintos trabajos, alcanzan valores superiores al 50% en la capa arable, siendo la materia orgánica, al igual que para el nitrógeno y el azufre, la principal fuente de aporte para los cultivos, a través de su mineralización y pérdida. La pérdida de 1% de materia orgánica en la capa arable, a título de ejemplo, implica una mineralización y posterior consumo por los cultivos de 100 a 120 kg/ha de P (equivalente a la extracción de diez cosechas de trigo de 3500 kg/ha de rendimientos promedio).

Los contenidos originales de P de la capa arable alcanzaban valores en suelos no cultivados de 1000 a 1200 kg/ha y los de P disponibles de 50 a 150 ppm. Hoy día, la reserva total de este nutriente se ha reducido en hasta 300 a 400 kg/ha, por la alta extracción y baja reposición del mismo, siendo la fracción mas fácilmente disponible para las plantas la mas afectada. En zonas muy amplias, distintos estudios o relevamientos actuales indican que mas del 70% de los suelos agrícolas presentan contenidos de P extractables inferior a 15 ppm, valor este por debajo del cual se ve afectada la producción de la mayoría de los cultivos y de las pasturas.

Los requerimientos de P para el trigo varían entre 3 y 4 kg de P por tonelada de grano (equivalente a 15-20 kg de Superfosfato triple o Fosfato diamónico). El 80 % del P absorbido por el cultivo es exportado por el grano y solo el 20 % vuelve al suelo con el rastrojo. En ensayos realizados durante varios años en el INTA Balcarce, en suelos con distinta disponibilidad de P y con fertilización fosfatada se obtuvieron los % de P en grano y los niveles de extracción que se indican en el Cuadro 1. En función de estos resultados la cantidad de P exportada por el grano depende no solo de los rendimientos, sino también de la disponibilidad de P en el suelo o de su aporte por fertilización.

Los efectos de la baja disponibilidad de P en el suelo, se evidencian desde los primeros estadios de desarrollo del cultivo, a través de una menor tasa de crecimiento de las hojas y un menor número de macollos. Estas deficiencias tempranas afectan los rendimientos y sus efectos son irreversibles si no se fertiliza con este nutriente en la siembra. Es por tal razón que la fertilización fosfatada debe realizarse a la siembra, en forma conjunta y equilibrada con la nitrogenada, para optimizar los rendimientos.

Las recomendaciones de la fertilización fosfatada se fundamentan principalmente a partir de resultados de ensayos realizados a nivel zonal o regional en los que entre otros aspectos se ha evaluado la relación entre el contenido de P disponible (P Bray 1) y los rendimientos, con la correspondiente respuesta a la fertilización. En estos estudios normalmente se tiene en cuenta la incidencia de las características de los suelos (profundidad, textura presencia de capas compactadas), del clima (disponibilidad hídrica, radiación, temperatura) y otros aspectos del manejo del cultivo (variedades, fecha de siembra, sistema de labranzas, etc.) que inciden sobre los rendimientos y la respuesta a P. Esta labor ha sido desarrollada principalmente por el INTA y por algunas Universidades, siendo en estos últimos años cada vez mayor la participación de instituciones y empresas privadas.

Por la razones mencionadas, para establecer la dosis de fertilización fosfatada, además del contenido de P Bray, deben ser evaluados además de los aspectos económicos, todos aquellos factores que inciden sobre los rendimientos. En el Cuadro 2, a partir de resultados de ensayos realizados en diferentes zonas, se indican los rendimientos y las respuestas promedio que pueden esperarse en suelos con distintos contenidos de P y en situaciones o ambientes con distintos rendimientos potenciales. Puede observarse que para contenidos de P relativamente bajos (10 ppm), la respuesta a la fertilización varía entre 400-500 hasta 2000 kg/ha, para situaciones donde se esperan rendimientos máximos de 3000 y 6000 kg/ha respectivamente. Al igual que para el nitrógeno, tanto las dosis de P a aplicar en cada caso, como los niveles críticos de P Bray por arriba de los cuales no es necesario fertilizar son muy diferentes, variando estos desde 10-12 hasta 30-35 ppm de P para zonas o suelos donde se esperan rendimientos de 2500 a 2800 y de 6000 a 7000 kg/ha, respectivamente.

En función de los rendimientos. y de la respuesta esperada, deben establecerse dosis de fertilización que consideren la extracción de P por el grano y una cantidad adicional para ir mejorando la disponibilidad de P (Echeverría y García, 1998). Esta dosis adicional debería ser mayor en suelos mas pobres en este nutriente y en ambientes de mayor productividad. Para tal fin, en el Cuadro 3, se indican dosis orientativas de aplicación de P, en función del contenido de P Bray y de los rendimientos esperados. Para ello se tiene en cuenta una reposición de 3 a 3,5 kg de P por cada tonelada de grano, y una cantidad adicional similar, por cada unidad de P (ppm) que se quiera aumentar en el suelo, para reconstituir progresivamente una mayor disponibilidad de fósforo, hasta alcanzar contenidos que no afecten la producción de los cultivos. Este nivel de reposición debe efectuarse en función de la productividad y las características de los suelos, además de las consideraciones de índole económicas.

La relación entre los contenidos de P Bray y la respuesta que se indican en el Cuadro 2, ha sido elaborada a partir de ensayos conducidos con labranzas convencionales o mínimas y con muestreos hasta 20 cm de profundidad. Algunas evaluaciones recientes, indican que estas relaciones son similares para situaciones de siembra directa, si se mantiene la misma profundidad de muestreo (Calviño et al., 2000; García, 1998). En este último caso, para reducir la

variabilidad de los resultados, causada por una mayor acumulación de P en las líneas de siembra de los cultivos antecesores, se recomienda extraer un mayor número de submuestras al efectuar los muestreos. En caso de utilizarse una menor profundidad de muestreo (por ej. 10 cm), los contenidos de P Bray se incrementan en un 50-60 % en relación a los niveles que se obtienen con 20 cm de profundidad, debido a la baja movilidad de este nutriente. Al realizar el diagnóstico de la fertilización, este último aspecto debe ser tenido en cuenta.

En lo referente a la forma de aplicación de P, la fertilización en la línea junto o cerca de la semilla es la más eficiente, por la baja movilidad de este nutriente en el suelo. Cuanto menor es el contenido de P en el suelo y más fina es la textura del suelo, es más importante la aplicación en la línea, sobre todo cuando las dosis de fertilización no son muy elevadas. En la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos en suelos con distintos contenidos de P disponible, con la fertilización en línea y al voleo incorporada con disco (Berardo et al., 1999). Con bajos contenidos de P, inferiores a 10 ppm, la respuesta a la aplicación localizada supera en un 50-60% a la obtenida con la incorporación al voleo. Estas diferencias disminuyen en la medida que se incrementa la disponibilidad de P y solo con contenidos superiores a 20-22 ppm, las dos formas de aplicación presentan respuestas similares.

En la evaluación económica de la fertilización fosfatada, debe considerarse el elevado efecto residual que tiene este nutriente en los suelos de la Región Pampeana. En la Figura 2 se muestra a título de ejemplo la respuesta inicial y residual, a través de los años, a una sola aplicación inicial de P en trigo, tanto en el monocultivo, como cuando es intercalado con girasol (Berardo y Grattone, 1998). La respuesta acumulada en el monocultivo de trigo en los 5 años a partir de la fertilización más que duplica la alcanzada en el primer año; cuando el trigo está intercalado con girasol, la residualidad presenta una magnitud similar en cada campaña de trigo evaluada.

Si bien el efecto acumulado o residual de la aplicación de este nutriente varía según la secuencia de los cultivos y los rendimientos que se logran dentro de la rotación, su incidencia económica no deja de ser de una magnitud relevante, que generalmente no es tenida en cuenta adecuadamente en las evaluaciones.

La alta residualidad del P en los suelos de la región pampeana permite planificar la fertilización fosfatada de trigo no solamente en función de los requerimientos del cultivo, sino también de los requerimientos de los otros cultivos incluidos en la rotación, sobre todo si estos no se fertilizan. Una fertilización fosfatada implementada de esta forma permite alcanzar una agricultura más estable y, seguramente, más rentable.

Bibliografía

- Berardo, A. 1994. Aspectos generales de fertilización y manejo de trigo en el área de influencia de la Estación Experimental INTA-Balcarce. Boletín Técnico N° 128-EEA-INTA Balcarce.
- Berardo, A. F. Grattone y G. Borrajo. 1999. Fertilización fosfatada de trigo: Respuesta y formas de aplicación. INPOFOS. Informaciones Agronómicas del Cono Sur. N° 2. Junio 1999.
- Berardo, A. y F. Grattone. 1998. Efecto de la aplicación de fósforo y de su residualidad sobre la producción de trigo. Actas 4° Congreso Nacional de Trigo. Mar del Plata.
- Calviño, P., H. E. Echeverría y M. Redolatti. 2000. Estratificación del fósforo en el suelo y diagnóstico de la fertilización fosfatada en trigo en siembra directa. Actas del XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata 2000.
- Echeverría, H. E. y F. O. García. 1998. Guía para la fertilización fosfatada de trigo, maíz, girasol y soja. Boletín Técnico N° 150. EEA- INTA Balcarce.

- García, F. 1998. Siembra directa de trigo: Manejo de la fertilización. IV Congreso Nacional de Trigo. Mar del Plata, 11-13 Noviembre 1998.
- Loewy, T y M. M. Ron. 1997. Fertilización fosfatada del trigo en la Región Pampeana. Fertilizar. Número especial Trigo. Mayo 1997. INTA-Centro Regional. Bs As Norte.

CUADROS Y FIGURAS

CUADRO 1: Relación entre los contenidos de P Bray ó la fertilización fosfatada y la concentración (%) de P en grano, con la correspondiente extracción de P en grano para distintos niveles de producción.

P Bray ppm	P en grano %	Rendimiento (kg/ha)				
		2000	3000	4000	5000	6000
P extraído (kg/ha)						
5	0.23	4,6	----- --	----- --	----- --	----- --
10	0.26	5,2	7,8	----- --	----- --	----- --
15	0.28	5,6	8,4	11,2	----- --	----- --
20	0.30	6,0	9,0	12,0	15	----- --
25	0.32	6,4	9,6	12,8	16	19,2
30 ó mas ó fertilizado	0.33	6,6	9,9	13,2	16,5	19,8

CUADRO 2: Rendimientos de trigo con distintos contenidos de P disponible, P Bray (ppm), con la correspondiente respuesta a la fertilización fosfatada en zonas o en situaciones de distintos rendimientos potenciales.

P(ppm)	Rendimientos de trigo (kg/ha)							
	5	10	15	20	25	30	35	40
Sin fertilizar	3400	3900	4400	4800	5200	5500	5800	6000
Respuesta a P	2400	2100	1600	1200	800	500	200	--- -
Sin fertilizar	3000	3500	3950	4200	4400	4500	---	---
Respuesta a P	1500	1000	650	300	100	---	---	---
Sin	2600	3100	3500	3700	3800	---	---	---

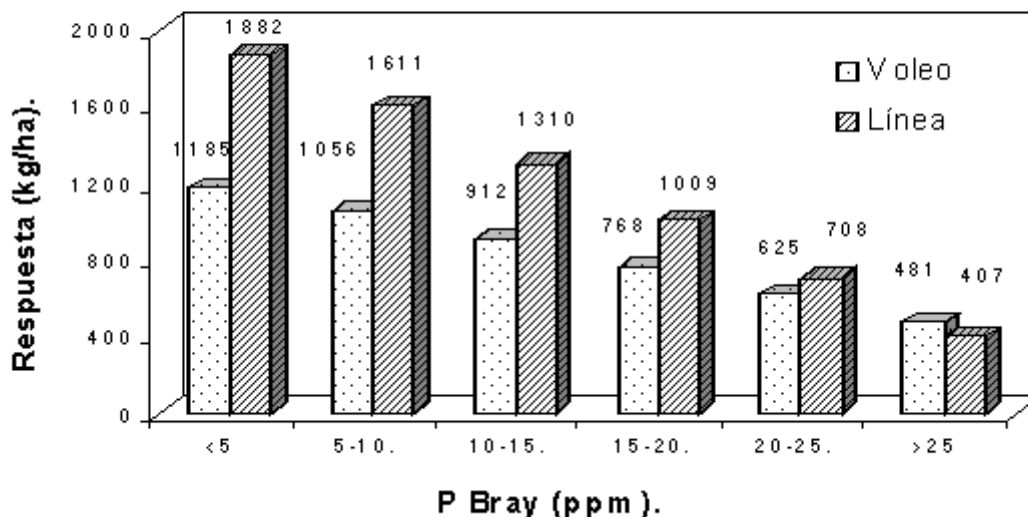
fertilizar						-	-	-
Respuesta a P	1200	700	300	100	---	---	---	---
Sin fertilizar	2200	2600	2900	3000	---	---	---	---
Respuesta a P	800	400	100	---	---	---	---	---

CUADRO 3: Dosis orientativas de aplicación de P (1) o de fertilizantes fosfatados (2) para rendimientos esperados y contenidos de P disponible (P Bray) variables.

Rendimiento (kg/ha)	Dosis de P o fertilizante fosfatado (kg/ha)						
	Contenido de P disponible (P Bray, ppm)						
	5	10	15	20	25	30	35
3000	18 (1) (90) (2)	14 (1) (70) (2)	10 (1) (50) (2)	-----	-----	-----	-----
4000	24 (1) (120) (2)	20 (1) (60) (2)	16 (1) (80) (2)	12 (1) (60) (2)	-----	-----	-----
5000	30 (1) (150) (2)	26 (1) (130) (2)	22 (1) (110) (2)	18 (1) (90) (2)	14 (1) (70) (2)	-----	-----
6000	33 (1) (175) (2)	30 (1) (150) (2)	25 (1) (125) (2)	20 (1) (100) (2)	16 (1) (80) (2)	12 (1) (60) (2)	-----

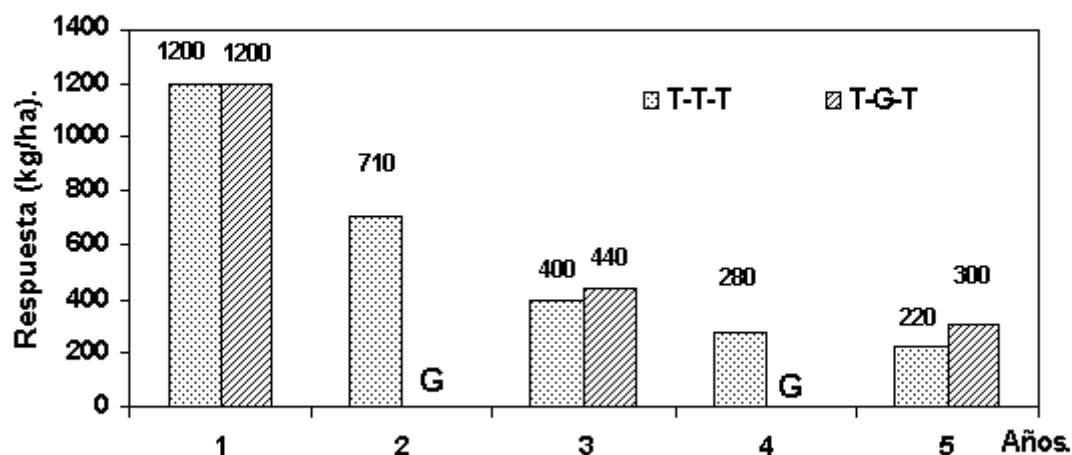
1. kg/ha de P
2. Cantidad equivalente (kg/ha) de Superfosfato triple (0-46-0) o de Fosfato diamónico (18-46-0)

Fig. 1 Efecto de la forma de aplicación de fósforo (en línea y al voleo) sobre la respuesta en Trigo. Berardo y Col. 1998.



Dosis de P: 22 kg/ha (equivalente a 110 kg/ha SFT).
 Rendimientos promedios de los testigos: 3500 kg/ha.

Fig. 2 Efecto de una fertilización inicial con 22 kg/ha de P (110 kg/ha de Superfosfato Triple) sobre la respuesta en Trigo en los 5 años desde su aplicación: en monocultivo de trigo (T-T-T) y en trigo intercalado con girasol (T-G-T). Berardo y Col. 1998.



Respuesta acumulada (kg/ha): T-T-T= 2810 Eficiencia (kg trigo/kg P) = 128
 T-G-T= 1940 " " = 88