

Manejo del Fósforo en Maíz (*)

(*) *M. S. Zubillaga. Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes. UBA.*

Los procesos que controlan la absorción de nutrientes por el cultivo son complejos. Entre ellos se incluyen no solamente los mecanismos de absorción por las raíces, sino también la dinámica del nutriente en el suelo y las interacciones entre el crecimiento de las raíces con el comportamiento físico-químico de los suelos (Loneragan,1997). En el cultivo de maíz el suministro de P provendría de la difusión en un 80% siendo absorbido desde la solución del suelo como ion ortofosfato o fosfato mono o diácido, contra un gradiente electroquímico, implicando gasto de energía por parte del cultivo. El P absorbido no necesita ser reducido para su asimilación integrándose rápidamente a compuestos orgánicos. El P se acumula en partes vegetativas hasta la floración, para luego ser removilizado hacia los granos en crecimiento (Fig.1).

El maíz, según resultados obtenidos en Balcarce en condiciones de riego y sin limitaciones nutricionales, acumula unos de 50 kg/ha de P en la biomasa aérea, con tasas máximas de acumulación de 0,9 kg/ha día a partir de los 40 días posteriores a la emergencia (Andrade et al., 1995). En floración, el P en biomasa aérea es aproximadamente el 50 % del acumulado hasta la cosecha. La eficiencia de removilización varía entre 36 y 44%, significando entre 18 a 36 kg/ha de P para rendimientos de 6000 a 12000 kg/ha. El índice de cosecha del P es de aproximadamente 75%.

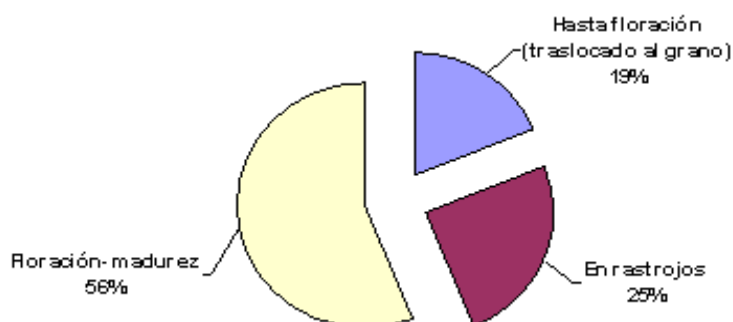


Fig.1: Partición de la acumulación de P en biomasa aérea y granos.

Los **efectos de la disponibilidad de P** sobre la longitud del ciclo del cultivo y el rendimiento pueden ser variados. Limitaciones en la disponibilidad de P reducen la

acumulación de materia seca de los cultivos y la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del momento de floración, implicando una disminución del número de granos y del rendimiento (Andrade et al., 1996; Fontanetto, 1993).

Las **deficiencias de P** inducen a la formación de tonalidades moradas o púrpuras en hojas y tallos, comenzando por las hojas basales dado que este nutriente es considerado como un elemento móvil dentro de la planta.

Uso apropiado de fertilizantes fosfatado

El diagnóstico del nivel nutricional del cultivo implica conocer las necesidades nutricionales y la capacidad del suelo de proveer esos nutrientes en la cantidad y momento adecuado. El P disponible en la solución del suelo a partir del cual se abastecen las plantas, está en equilibrio con otras reservas del P, que cobran diferente importancia según la taxonomía del suelo. Este abastecimiento a la solución del suelo proviene en especial de la mineralización del humus y a partir de las fracciones de P adsorbidas a las arcillas u otros coloides del suelo (Zubillaga, 1996). El **diagnóstico de la fertilidad** fosfatada se basa en el análisis químico de muestras de suelos del horizonte superficial utilizando un extractante, que cuantifica la disponibilidad de P, entre estos la metodología de Bray Kurtz 1 es la de mayor difusión en la región pampeana.

Las **dosis recomendadas de fertilización** dependen del nivel de P disponible, del tipo de suelo según su capacidad de fijación del P agregado, del rendimiento esperado y la relación de precios grano/fertilizante. Para la determinación de las dosis, las recomendaciones se basan en el criterio de suficiencia que pretende satisfacer los requerimientos del cultivo a implantar y el de reconstrucción y mantenimiento que incluyen aportes para mejorar el nivel de P disponible en el suelo. En la tabla 1 se presenta la recomendación de fertilización fosfatada para suelos del sudeste de Buenos Aires según niveles de P Bray 1 y del rendimiento esperado. Según los autores, estas recomendaciones se basan en el criterio de reconstrucción para los niveles muy bajos de P disponible y de mantenimiento para niveles de P superiores a 16 ppm.

Tabla 1: Dosis de fertilización según niveles de P Bray 1 y rendimiento esperado de cultivos de maíz (Echeverría y García, 1998)

	Concentración (ppm) de P disponible (P Bray I) en el suelo						
Rendimiento	Menos 5	5-7	7-9	9-11	11-13	13-16	16-20
tn/ha	kg P ₂ O ₅ /ha						
5	59	48	43	39	35	30	-
6	65	54	50	45	41	37	26
7	71	60	56	51	47	43	32
8	77	66	62	57	53	49	38
9	83	72	68	63	59	55	44
10	89	78	74	70	65	61	50
11	95	84	80	76	71	67	56
12	101	90	86	82	77	73	62
13	107	97	92	88	83	79	68
14	114	103	98	94	90	85	74

La **respuesta de los cultivos** a la fertilización fosfatada depende del nivel de P disponible, pero también de factores del suelo, del cultivo y de manejo del fertilizante. Entre los factores del cultivo deben mencionarse los requerimientos y el nivel de rendimiento, mientras que entre los del suelo se destacan la textura, el contenido de materia orgánica, el pH, la temperatura y la humedad.

Diferentes estudios permitieron determinar umbrales críticos de P por debajo de los cuales las respuestas a la fertilización son significativas. Por ejemplo, estudios realizados en el área de **Balcarce** muestran que suelos con niveles de P (Bray Kurz 1) menores a 15 ppm las respuestas medias en secano serían de 800 kg/ha, con aplicaciones de 46 a 55 kg/ha de P₂O₅ (100-120 kg/ha de fosfato diamónico o superfosfato triple). En cultivos bajo riego, también el área de Balcarce, se observaron respuestas significativas al agregado de P aún con niveles de P entre 18 y 20 ppm (García et al., 1997). En el **norte de Buenos Aires**, Senigaglia et al. (1984) determinaron como umbral crítico de P Bray 10 ppm, por debajo de la cual la respuesta a fertilizaciones con P son significativas. Debido a los cambios en las tecnologías de producción y sus efectos sobre los rendimientos observados en la última década los niveles umbral están siendo actualizados. En la misma zona de producción, Melgar y Caamaño (1997) encontraron, en lotes con niveles medios a altos de P disponible, respuestas medias a la aplicación de 30 kg P₂O₅/ha entre 850 y 1820 kg/ha para tratamientos sin fertilización nitrogenada y con 120 kg/ha de

N, respectivamente. En los mismos estudios, al agregarse 60 kg/ha de P₂O₅ la respuestas promedio fueron de 1650 y 1970 kg/ha para 0 y 120 kg/ha de N.

La **eficiencia de la fertilización** varía según el tipo de suelos, la solubilidad del fertilizante, dosis y tecnología de aplicación. Respecto del tipo de suelo, el destino del fertilizante fosfatado aplicado es variable. El P inorgánico es el principal destino del P aplicado, aunque en suelos jóvenes y de evolución intermedia tal el caso de los molisoles, el P del fertilizante incrementa las fracciones inorgánicas lábiles del mismo, en suelos mas meteorizados como los ultisoles, incrementan las fracciones inorgánicas de menor labilidad (Zubillaga, 1999).

Dadas las características de la dinámica y movilidad del P en el suelo, los fertilizantes fosfatados debería ser colocado en el momento de la siembra o antes de esta cerca de la zona de crecimiento de las raíces para que el P este disponible para el cultivo desde la implantación.

En suelos de bajo contenido de P disponible, lo más aconsejable es la fertilización localizada por debajo y al costado de la línea de siembra, especialmente en siembras tempranas. En condiciones de suelos bien provistos en P o con aplicaciones de altas dosis de fertilización las diferencias entre aplicaciones al voleo o en línea se reducen. En cuanto a la fuente a la fuente fosfatada utilizada, tanto en siembra directa como bajo labranza convencional, resultados de varios ensayos muestran similar nivel de respuesta según se utilice superfosfato o fosfatos amónicos siempre que las necesidades de N del cultivo también sean cubiertas por la fertilización.

Bibliografía

- Andrade, FH, Echeverría, HE, González NS, Uhart SA y Darwich NA. 1995. Requerimientos de nitrógeno y fósforo de los cultivos de maíz, girasol y soja. Boletín Técnico 134. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce (INTA). Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
- Andrade, F, Cirilo, A, Uhart S, Otegui M.1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Editorial Médica Panamericana, pp:292.
- Echeverría, H.; García, F. 1998. Guía para la fertilización fosfatada de trigo, maíz, girasol y soja. EEA INTA Balcarce, Boletín técnico N°149.
- Fontanetto, HB. 1993. Efecto del método de aplicación del fertilizante fosfórico en maíz a dos niveles de disponibilidad hídrica. Tesis *Magister*

Scientiae. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.

- Fontanetto H y Darwich NA. 1995. Efecto del método de aplicación del fósforo a maíz, a dos niveles de disponibilidad hídrica. *Ciencia del Suelo* 13:1-6.
- García F., Fabrizzi K., Rufo M. Y Scarabicchi P. 1997. Fertilización nitrogenada y fosfatada de maíz en el sudeste de Buenos Aires. *Actas VI Congreso Nacional de Maíz*. AIANBA. Pergamino, Buenos Aires. Argentina
- Loneragan, J. 1997. Plant nutrition in the 20th and perspectives for the 21st century. *Plant and Soil* 196: 163-174
- Melgar R y Caamaño A. 1997. Fertilización nitrogenada, fosfatada y azufrada. *Revista Agromercado. Cuadernillo de Maíz*. Año II N° 12, pp:14-15.
- Zubillaga MS. 1996. Dinámica de diferentes fracciones de fósforo orgánico e inorgánico en suelos de distintos ordenes taxonómicos. Tesis *Magister Scientiae*. Facultad de Agronomía-INTA, Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Zubillaga MS y López Camelo LG. 1999. Soil phosphorus mobilization in different taxonomic orders. *J. Plant Nutrition & Soil Sci.* 162: 201-205.