



DOSIS ÓPIMA DE FÓSFORO

La disponibilidad de fósforo en el suelo incide más que la relación de precios fertilizante/papa a la hora de definir la dosis óptima de fertilizante fosfatado en el cultivo de papa.

Ester Zamuner y Hernán Echeverría. Unidad Integrada INTA-FCA
zamuner.ester@inta.gob.ar

El manejo de fertilizantes fosforados es un componente crítico de los sistemas de producción de papa, ya que el cultivo tiene un requerimiento relativamente alto de este nutriente. Una adecuada nutrición fosforada es indispensable debido a que el fósforo promueve el crecimiento radical, el desarrollo rápido del follaje, la tuberización y la síntesis de almidón. Por lo tanto, es esencial para optimizar el rendimiento, la calidad de los tubérculos y la resistencia a algunas enfermedades. No obstante, se han observado problemas de contaminación cuando se realizan aplicaciones muy por encima de los requerimientos del cultivo.

Para determinar el nivel de fertilidad de cada lote y diagnosticar la necesidad de fertilización fosfatada la herramienta básica y fundamental es el análisis de suelo (contenido de fósforo Bray en muestras de suelo de 0-20 cm de profundidad tomadas previo a la siembra). Este método de determinación de la dosis no contempla la incidencia del costo del fertilizante ni su relación con el precio de venta de la papa (relación insumo/producto), factores que podrían incidir a la hora de tener que tomar decisiones empresariales. Por esa razón se entendió que era necesario generar información que permita establecer la dosis de fertilización fosfatada que produce el máximo beneficio económico, para que pueda ser utilizada por el productor papero en el momento de decidir la estrategia de fertilización.

La dosis óptima económica (DOE) es la dosis de fósforo por encima de la cual mayores aplicaciones de fertilizante no redundan en un beneficio económico. La forma más común de estimar la DOE se basa en asociar las curvas de respuesta en rendimiento a la fertilización fosfatada con la relación de precios. Con este propósito se analizó la información de 9 ensayos de fertilización fosfatada (entre 2005 y 2014) en lotes de producción de papa del sudeste de la Región Pampeana con un amplio rango de concentración de fósforo Bray previo a la siembra (Tabla). La relación entre la dosis de fósforo y el rendimiento, en cada sitio experimental, fue caracterizada con un modelo matemático. Luego se calculó la relación de precios para años favorables y desfavorables (ver CAJA). A partir de esta información se obtuvo la DOE para cada sitio experimental y relación de precios. Finalmente, se estableció la relación entre fósforo Bray y la DOE (Figura 2).

Esta Información permite obtener la DOE según la relación de precios seleccionada, partiendo del valor de fósforo Bray previo a la siembra del cultivo. Los resultados muestran que en la medida que el fósforo Bray es menor, la dosis de fertilizante para obtener el máximo beneficio económico se incrementa (Figura 2). Por ejemplo, para años favorables, cuando el fósforo Bray es de 20 mg/kg la DOE es de 425 kg SFT/ha, mientras que cuando es de 25 mg/kg la DOE es de 300 kg SFT/ha; o sea, una disminución del **30%**.

Por otra parte, la DOE no se modifica en gran medida con cambios en la relación de precios fertilizante/papa. Por ejemplo, para años favorables y fósforo Bray de 20 mg/kg, la DOE es de 425 kg SFT/ha; mientras que, para años desfavorables es de 400 kg SFT/ha, lo que implica una disminución de solo **6%** en la dosis. En cultivos de alto valor, como la papa, el precio de los fertilizantes tiene menos impacto en la DOE que en cultivos con un menor valor de venta, debido a que la fertilización representa una baja proporción (aproximadamente 8%) del costo total de producción.

En síntesis, en la medida que la disponibilidad inicial de fósforo en el suelo (Bray) y la relación de precios (fertilizante/tubérculo) disminuyen, la DOE se incrementa. Si bien ambas variables afectan la DOE, la disponibilidad de P en el suelo es el factor determinante para definir la dosis de fertilizante fosfatado en el cultivo de papa.

CAJA

CALCULO DE LA RELACIÓN DE PRECIOS

La relación de precios se obtuvo a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Relación de precios} = \frac{\text{Precio del fertilizante (u\$/kg)}}{\text{Precio de la papa (u\$/kg)}} + 20\% \text{ costos adicionales}$$

A partir del precio del superfosfato triple de calcio (SFT; Figura 1) se calcula el "Precio del fertilizante". Para ello se incrementó el precio del fertilizante un 20% respecto al registrado en USA para cubrir el flete. El "Precio de la papa" representa el ingreso real recibido por el productor por la venta del tubérculo fresco. González y Rodríguez (2011) indican que los precios promedio mensuales de papa a nivel mayorista, ajustados por el Índice de Precios Internos Mayoristas Nivel General, estimado por el INDEC varían entre 0,1 y 0,3 u\$/kg.

Teniendo en cuenta la variación del precio del fertilizante en el tiempo (Figura 1) y del precio de venta de la papa, se calcularon dos **relaciones de precios**:

Para años favorables: esto es cuando el fertilizante tiene el menor precio (0,24 u\$/kg) y el precio de la papa es el más alto (0,3 u\$/kg). Esto significa que se necesita **1 kg de papa para pagar 1 kg de superfosfato**.

Para años desfavorables: esto es cuando el fertilizante tiene el mayor precio (0,71 u\$/kg) y el precio de la papa es el más bajo (0,1 u\$/kg). Esto significa que se necesitan **10 kg de papa para pagar 1 kg de superfosfato**.

Rendimiento en peso fresco de cultivos de papa fertilizados con superfosfato triple de calcio (SFT)

Campaña	Fosforo Bray mg/kg	Dosis de SFT (kg/ha)				
		0	125	250	500	750
		Rendimiento (kg/ha)				
2005-06	19,3	49,1	55,5	62,8	69,7	-
2008-09	15,4	30,6	41,1	42,0	47,8	-
2008-09	14,5	54,1	59,2	67,2	75,3	-
2009-10	22,1	37,1	39,9	43,9	45,9	-
2010-11	8,6	44,7	64,4	65,7	73,5	-
2012-23	11,1	49,4	53,6	64,0	67,5	-
2013-14	20,0	63,7	64,5	70,8	77,2	81,2
2013-14	19,0	43,5	50,4	54,2	57,2	60,7
2013-14	19,1	46,9	51,5	55,0	57,9	65,4



Figura 1: Precio del superfosfato triple de calcio.

Fuente: <http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=triple-superphosphate>

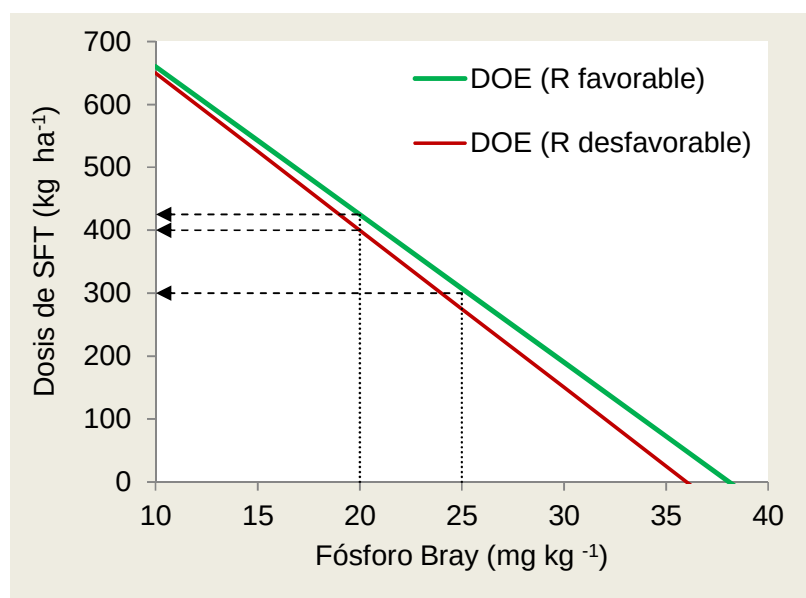


Figura 2: Dosis de superfosfato triple de calcio (SFT) para máximo beneficio económico (DOE) calculada para diferentes relaciones de precios.

DOE R favorable: **1 kg de papa para pagar 1 kg de SFT.**

DOE R desfavorable: **10 kg de papa para pagar 1 kg de SFT.**