

¿Cuál es la dosis de fósforo necesaria para mantener niveles adecuados del nutriente en suelos pampeanos?

Por: Roberto Alvarez y Haydee S. Steinbach

Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires-CONICET.
Correo electrónico: ralvarez@agro.uba.ar

Una estrategia de fertilización fosforada hoy bastante difundida en la Región Pampeana, especialmente en planteos de alta producción, es la de enriquecimiento y reposición. Esta consiste en aplicar la dosis de fósforo necesaria para llevar el nivel de fósforo extractable del suelo a un valor considerado adecuado para los cultivos (umbral) y en años sucesivos fertilizar para mantener ese nivel (Figura 1). Cuando el contenido inicial de fósforo extractable del suelo es menor al umbral hay que enriquecer el suelo y si ese nivel inicial es muy alto no se fertiliza y se deja bajar el fósforo extractable no aplicando fertilizantes durante varios años hasta llegar al umbral. Cuando se alcanza el umbral es necesario compensar la exportación de los cultivos, la fijación de fósforo en la fracción mineral del suelo y las pérdidas para que el nivel de fósforo extractable se mantenga.

Debido a razones económicas no es común enriquecer los suelos con fósforo hasta el umbral con una sola aplicación y el proceso se hace a lo largo del tiempo, aplicando dosis de fertilizante mayores a las exportadas por los cultivos en cada campaña. Luego de varios años de utilizar esta metodología los niveles de fósforo extractable de todos los lotes de un establecimiento tienden a igualarse al valor del umbral.

Como regla general no debe esperarse encontrar una relación clara entre el balance de fósforo (entrada por fertilización menos exportación en grano) y los cambios de fósforo extractable del suelo. El balance puede ser positivo y el fósforo extractable decrecer en suelos que fijan fósforo o, por el contrario, aunque el balance sea negativo el fósforo extractable puede no decrecer en suelos que liberan fósforo desde la fracción mineral. Cantidades significativas de fósforo se pierden por escurrimiento y lixiviación en algunos suelos y estas pérdidas son mayores cuanto mayor es el nivel de fósforo extractable, afectando la relación entre el balance de fósforo y el fósforo extractable. Adicionalmente, las plantas

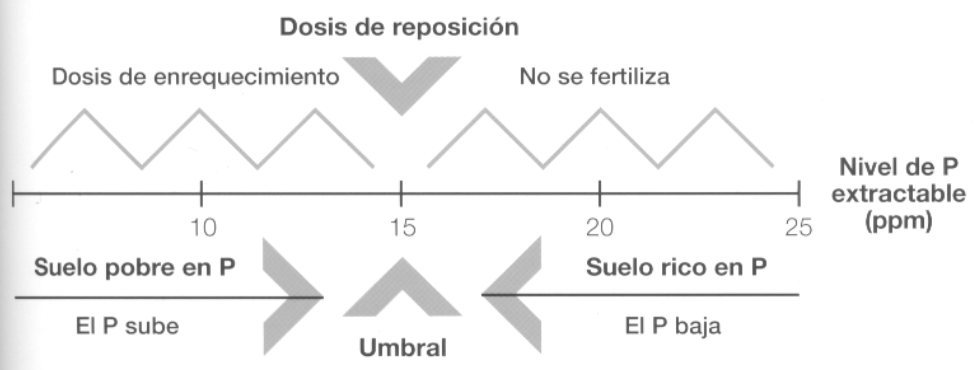
absorben fósforo por debajo de la profundidad de muestreo del fósforo extractable, que comúnmente es de 0-20 cm, y una parte de este fósforo es cosechado mientras otra retorna a las capas superficiales del suelo a través de los residuos de cosecha (Figura 2). Por ello, la absorción profunda es otra posible causa de la falta de asociación entre el balance de fósforo y el nivel superficial de fósforo extractable del suelo.

Por estos motivos, para establecer cuál debe ser la dosis de fósforo del fertilizante a aplicar para enriquecer los suelos hasta llegar a un determinado umbral de fósforo extractable y luego mantenerlo, se ha desarrollado en la región un modelo específico, recopilando y procesando resultados de 18 experimentos realizados por diferentes grupos de investigación, mayoritariamente realizados en el este de la Región Pampeana sobre suelos de texturas finas y francas (Alvarez y Steinbach 2017).

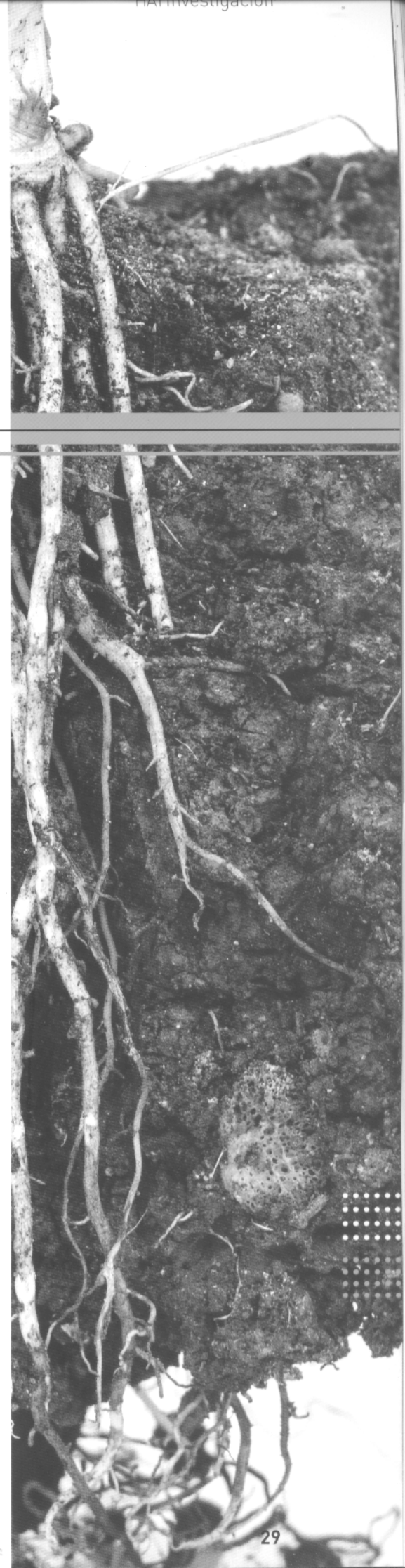
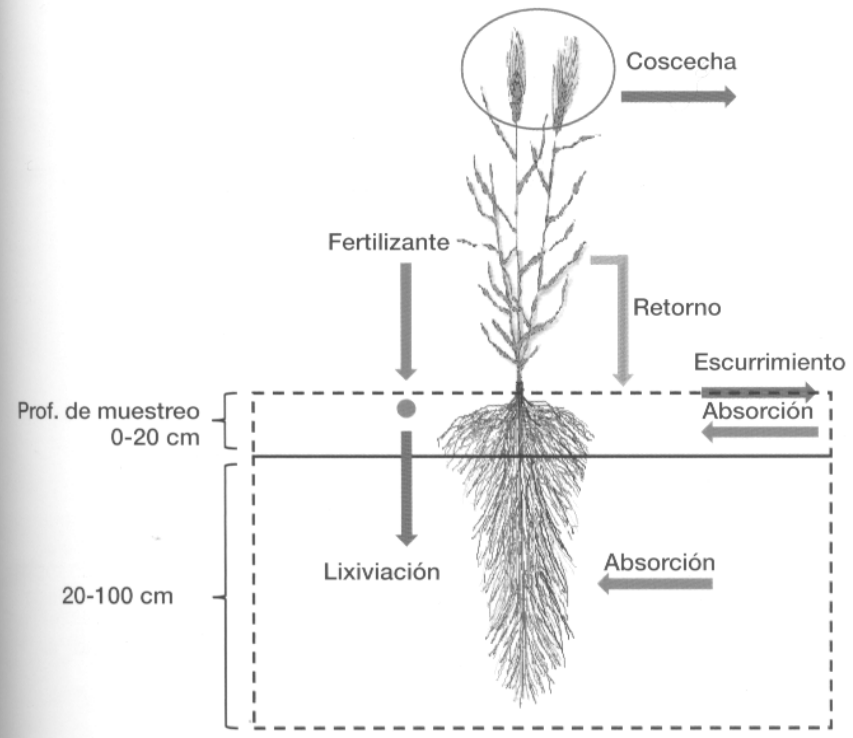
Aplicando este modelo se determinó cómo varía el nivel de fósforo extractable edáfico ante el agregado de diferentes dosis de fósforo y, consecuentemente, la necesidad de fertilizante para enriquecer los suelos (Figura 3). Suelos pobres en fósforo pueden ser enriquecidos con bajas dosis de fósforo pero son necesarias altas dosis para enriquecer suelos de mayor fertilidad. Este tipo de respuesta se atribuye a mayor fijación en suelos ricos en fósforo. De igual manera, altas dosis de fertilizante son más eficientes para incrementar el fósforo del suelo que bajas dosis por sufrir menor fijación relativa. Por ejemplo, aplicando una dosis de 20 kg de P-fertilizante/ha/año durante 10 años no se puede enriquecer un suelo que tiene 23 ppm de fósforo extractable pero sí otro con 7 ppm de fósforo extractable, que aumentará su nivel de fósforo en unas 7 ppm pasando a tener alrededor de 14 ppm de fósforo. Por el contrario, si al primer suelo se le aplican 30 kg de P-fertilizante/ha/año, aumentará el fósforo extractable alrededor de 7 ppm y en el segundo suelo el aumento será de aproxima-



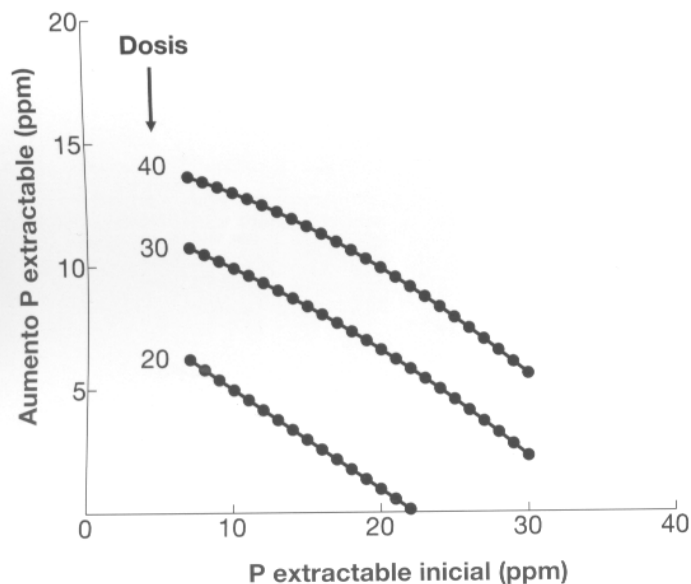
7 **Figura 1.** Esquema indicativo de cómo se aplica la metodología de enriquecimiento y reposición para la fertilización fosforada. Las flechas azules indican como variará el nivel de fósforo extractable del suelo en el tiempo aplicando esta metodología según que se aplique en un suelo pobre o rico en fósforo. El ejemplo se ha graficado para un caso en el que se desea llevar el suelo a un umbral de 15 ppm de fósforo extractable.



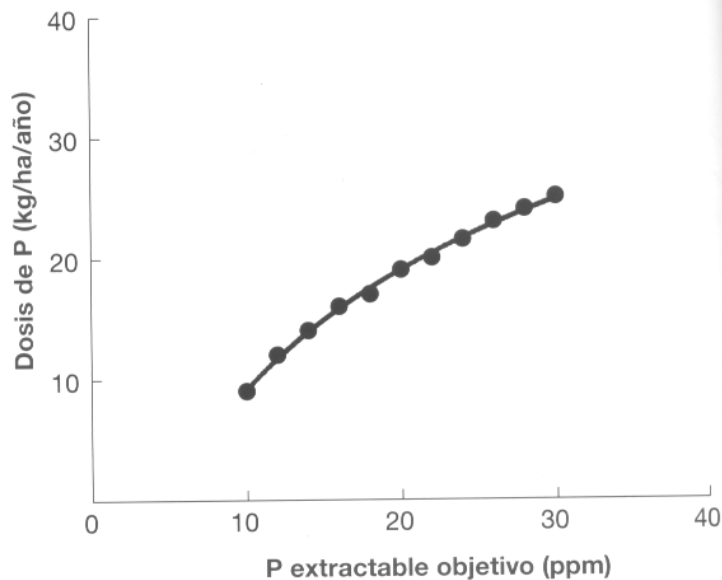
7 **Figura 2.** Esquema de los principales flujos de fósforo en un agrosistema.



➤ **Figura 3.** Aumento del nivel de fósforo extractable del suelo por fertilización luego de 10 años de aplicación en función del valor inicial de fósforo del suelo y de la dosis anual de fósforo aplicada. Los números junto a las curvas indican las dosis de fósforo (kg P/ha/año).



➤ **Figura 4.** Dosis de fósforo de fertilizante necesaria para mantener el nivel de fósforo extractable del suelo en función del nivel de fósforo que se desea mantener.



damente 12 ppm al cabo de 10 años. De esto resulta que la dosis de fósforo que se aplica durante la fase de enriquecimiento del suelo depende principalmente del nivel inicial de fósforo extractable del mismo. La dosis de fósforo necesaria para enriquecer el suelo y el cambio esperado del nivel de fertilidad edáfico puede estimarse en cada caso particular usando la Figura 3.

Una vez que el suelo llega al umbral el modelo también permite estimar la dosis de mantenimiento de fósforo (Figura 4). Cuanto mayor es el nivel de fósforo extractable que se desea mantener en el suelo, mayor la dosis de fertilizante necesaria. Como una regla sencilla puede decirse que la misma es aproximadamente similar al nivel de fósforo extractable del suelo. Así por ejemplo, un suelo que tiene un valor de fósforo extractable de 15 ppm necesita

un aporte anual de unos 15 kg de P-fertilizante/ha/año para sostener ese nivel. En suelos donde la fijación es alta la dosis de mantenimiento es mayor a la exportación. A medida que el fósforo extractable disminuye en el suelo también disminuye la fijación y la dosis de mantenimiento.

Suelos pampeanos con menos de 10 ppm de fósforo extractable requerirán muy bajos o nulos aportes de fósforo para mantener esos niveles. En estos casos el flujo de fósforo desde los pools no accesibles para las plantas al pool extractable logra compensar la exportación. Sin embargo, en esos bajos niveles de fertilidad, los cultivos estarán limitados en fósforo. Por este motivo los umbrales a los que se desea llevar los suelos varían generalmente en el rango 15-20 ppm en la capa 0-20 cm de profundidad.

Como el modelo fue desarrollado con suelos del Este Pampeano de textura generalmente fina o franca no debe aplicarse a suelos de textura arenosa. Asimismo, las rotaciones implementadas en los experimentos a partir de los que se ajustó la herramienta generaban una exportación de fósforo media en el rango 20-30 kg P/ha/año y no debería usarse para rotaciones en las que la exportación de fósforo por cosecha sea muy diferente a esos valores. El modelo requerirá ser recalibrado en el futuro cuando mejoras del rendimiento determinen mayor exportación del nutriente. ■

» Bibliografía

Alvarez, R. y H.S. Steinbach. 2017. Modeling soil test phosphorus changes under fertilized and unfertilized managements using artificial neural networks. *Agronomy Journal* 109: 2278-2290.