

Evaluación de prácticas alternativas para la fertilización con fósforo en el cultivo de soja

*Ing. Agr. David Melión
Junio 2022

Introducción

La aplicación de fertilizantes en el cultivo de soja es necesaria para la obtención de buenos rendimientos. La planificación en el uso de estos fertilizantes es clave, ya que representan un alto costo relativo de la inversión de los cultivos agrícolas. Para ello se recomienda decidir las dosis y fuentes a utilizar, incluyendo muestreo de suelo como base de cualquier diagnóstico, acompañado de una caracterización ambiental del lote, es decir, su historia previa, regímenes pluviométricos o la disponibilidad de napas, entre otras.

La soja es un cultivo que demanda gran cantidad de nutrientes y logra adaptarse a diferentes calidades de ambiente, logrando rendimientos aceptables en disímiles situaciones de oferta de recursos (Ferraris *et. al.*, 2014). Esto hace que ocasionalmente se minimice la importancia de utilizar criterios de fertilización adecuados que, sumado a que el cultivo tiene un aporte por rastros bajo en cantidad y calidad, resulta en balances negativos de nutrientes en aquellos lotes donde predomina el cultivo. En determinadas situaciones, la semilla de soja es sensible a sufrir efectos fitotóxicos cuando el fertilizante es agregado en la línea de siembra. Si sumamos la necesidad de incrementar el volumen de fertilizante agregado para obtener rendimientos adecuados y, en consecuencia, balances nutricionales más positivos, se hace necesario evaluar la práctica de fertilizar al voleo de manera anticipada a la siembra (Ventimiglia *et. al.*, 2012).

La Agencia de Extensión Rural Bragado del INTA llevó adelante la experimentación comparando la aplicación de diferentes dosis de fertilizante mediante voleo anticipado con la aplicación en línea al momento de la siembra del cultivo. Teniendo en cuenta que el fósforo (P) es el nutriente que más relevancia tiene para la soja, se focaliza la mirada en este componente, sumado a la posibilidad de cuantificar su disponibilidad en suelo a través de análisis de laboratorio. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar respuesta y eficiencia de uso al agregado de fertilizante fosforado en diferentes dosis, momentos y formas de localización en el cultivo de soja. Los resultados incluyen dos campañas de ensayos, 2018/2019 y 2020/2021.

Materiales y métodos

Se condujeron dos ensayos en lotes próximos a la localidad de Bragado, sobre suelos hapludoles típicos, durante la campaña 2018/19 y la 2020/21. Al inicio de

los mismos, se realizó un análisis químico de suelo (tabla 1). Se tomaron los datos de precipitaciones en ambas campañas (figura 1). El antecesor en ambos casos fue maíz, cultivo que normalmente precede a la soja de primera en la región. Se evaluó la aplicación de dos dosis de fertilizante fosforado, utilizando como fuente el fosfato monoamónico 11-52-00-00-00 (MAP) en dos momentos: localizado en la línea al momento de la siembra y un voleo anticipado que fue realizado durante el mes de julio. En la tabla 2 puede verse la descripción de los tratamientos realizados en los ensayos.

Tabla 1: Análisis de suelo 0 -20 cm, al momento de la siembra en cada campaña

Campaña	MO %	pH	P-Bray (ppm)	S-SO4 (ppm)	N-NO3 (ppm)
2018/19	2,90	5,6	12,7	8.3	12
2020/21	3.05	5.5	15.2	7.5	7.9

El ensayo se realizó utilizando la variedad de soja DM 3810. La fecha de aplicación al voleo anticipado de fósforo en 2018 fue el 15 de julio y la siembra el 29 de octubre. En el año 2020 el voleo se realizó el día 21 de julio y la fecha de siembra fue el 5 de noviembre. El distanciamiento entre hileras (DEH) fue en ambos casos de 35 cm .Se utilizó un diseño estadístico en bloques completos al azar con tres repeticiones.

Tabla 2: Descripción de tratamientos implementados en ambos ensayos.

Tratamiento	Dosis P	Dosis MAP/ha (kg)	Momento
T1	0P	0	-
	0P	0	-
T2	20P	90	Línea a la siembra
	20P	90	Voleo anticipado
T3	30P	132	Línea a la siembra
	30P	132	Voleo anticipado

Las parcelas tuvieron un tamaño de 7 m². En madurez fisiológica se realizó la cosecha de las mismas en forma manual, con posterior trilla y corrección de los resultados a humedad de recibo para el cálculo de rendimiento (kg ha⁻¹). La eficiencia de uso de fósforo (EUP), se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$EUP \text{ (kg grano kg P}^{-1}\text{)} = (\text{Rendimiento máx. P (kg ha}^{-1}\text{)} - \text{Rendimiento testigo (kg ha}^{-1}\text{)}) / \text{Dosis P (kg ha}^{-1}\text{)}$$

Donde Rendimiento máx. P es el rendimiento de la parcela fertilizado con P, Rendimiento testigo es la parcela dentro del bloque sin fertilizante P, y Dosis P es la dosis del tratamiento fertilizado con P. Para el análisis de los rendimientos y EUP se utilizó el paquete estadístico de Infostat (Di Rienzo *et. al.*, 2019).

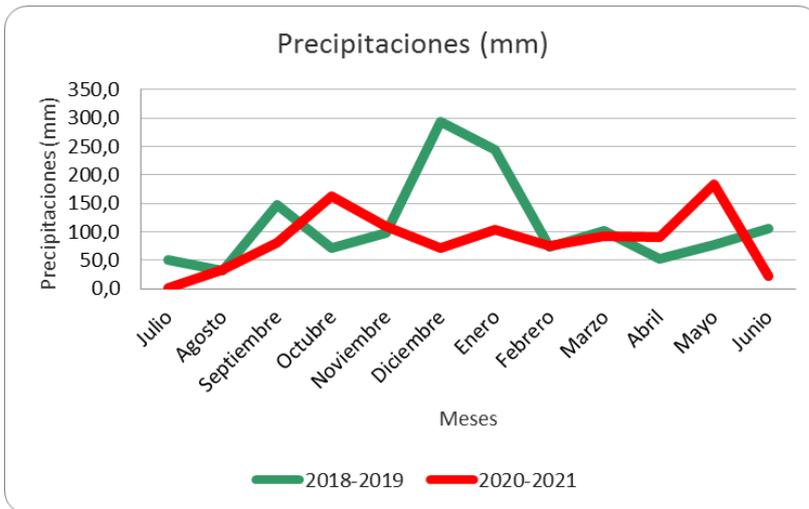


Figura 1: Precipitaciones en mm ocurridas durante las campañas 2018-2019 y 2020-2021.

Resultados y discusión

La interacción triple entre campañas, momento de aplicación y dosis de P no fue estadísticamente significativa. Tampoco existió interacción entre dosis y momento de aplicación. Esto significa que el efecto del agregado de diferentes dosis de P sobre el rendimiento fue independiente del momento de aplicación. El cultivo de soja respondió al agregado de P obteniendo una respuesta media a la dosis P que resultó significativa con respecto al testigo y a la vez, lo fue entre P20 y P30, obteniendo mayores rendimientos a medida que incrementamos la dosis de fertilizante fosforado utilizado (figura 2).

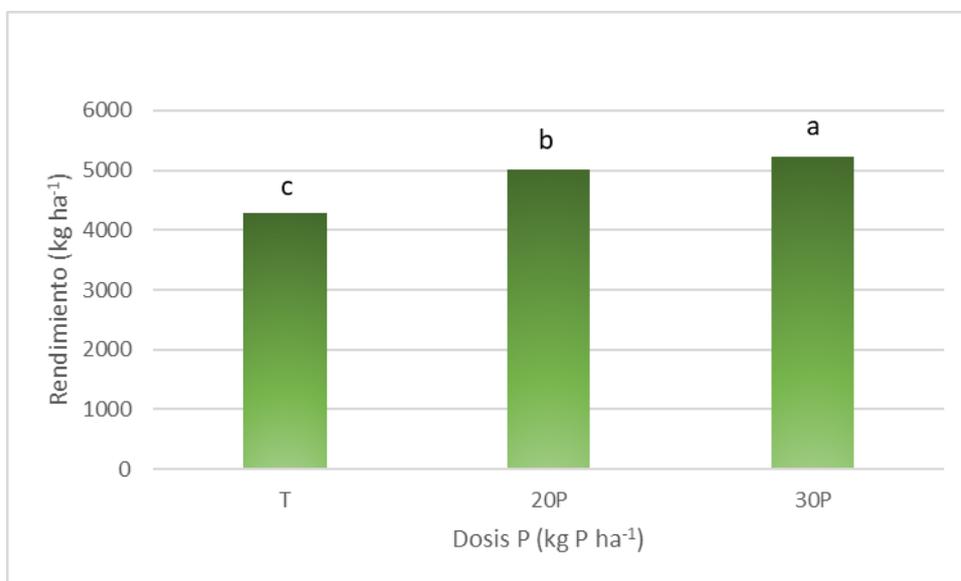


Figura 2: Respuesta media de los tratamientos Dosis P. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

El rendimiento del cultivo de soja se correlacionó de manera lineal y positiva con la dosis de P (Figura 3). La pendiente de la recta de regresión que se visualiza representa la EUP obtenida en los ensayos, y define la relación lineal entre las dos

variables pudiendo utilizarse para estimar una tasa de cambio promedio. En este caso en particular se estima una EUP de 32,9 kg de soja por cada Kg de P utilizado.

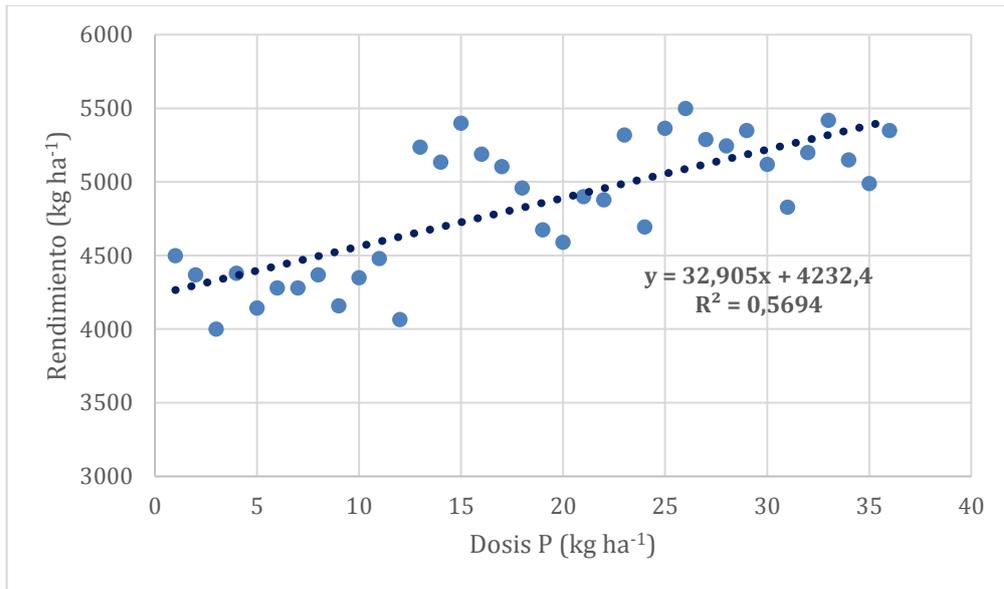


Figura 3: Rendimiento obtenido en los ensayos en función de la dosis de P agregada. La pendiente representa la EUP.

La EUP no obtuvo diferencias significativas en momento y Dosis P ni mostró interacción entre las variables, aunque mostró respuesta significativa con la campaña de cada ensayo (figura 4) siendo de mayor valor absoluto durante el ensayo de 2018. Probablemente la explicación de las respuestas obtenidas se deba a la cantidad y distribución de precipitaciones. En ambos casos, desde la fecha del voleo al momento de la siembra del cultivo se registraron registros similares en mm (300 mm en 2018 y 277 mm en 2020), sin embargo, durante el ciclo de cultivo, llovieron 865 mm en 2018 contra 543 mm en 2020. Esta mayor precipitación caída en 2018, con un registro de 245 mm en enero, cuando la soja transitaba su periodo reproductivo y se disparaba el periodo crítico de llenado de granos, podría explicar los mayores rendimientos y EUP alcanzados por el cultivo durante esa campaña. Esto concuerda con la información obtenida por otros autores en cuanto a un mejor aprovechamiento del P cuando mejora la calidad de ambiente del sitio.

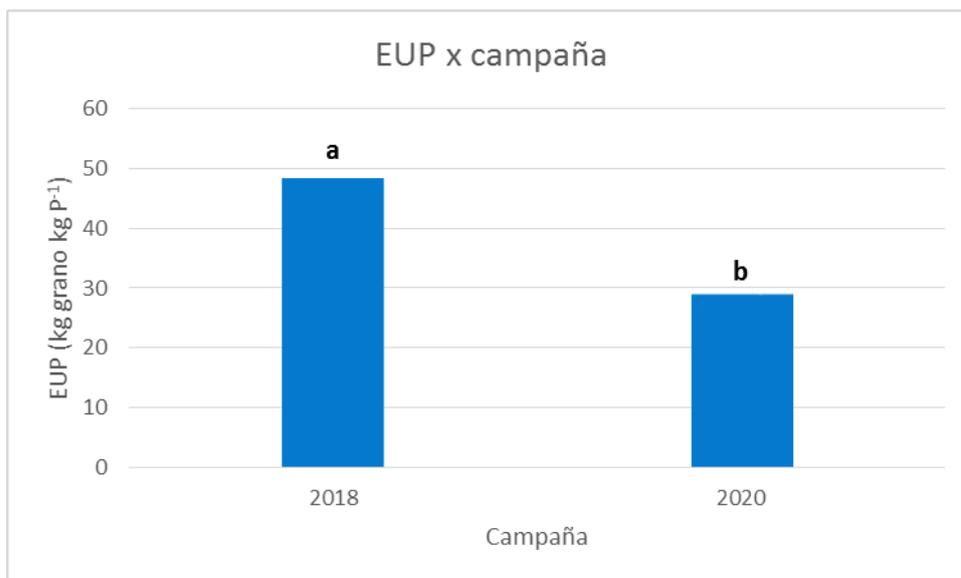


Figura 4: EUP (kg grano kg P⁻¹) obtenidos durante la campaña 2018 y la 2020. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

Tabla 3: EUP (kg grano kg P⁻¹) de los ensayos. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

Momento	Dosis	EUP (kg grano kg P ⁻¹)	
Línea	30P	42,17	a
Anticipado	30P	39,5	a
Anticipado	20P	37,17	a
Línea	20P	35,67	a

Conclusiones

Se ratifica la necesidad de agregar fertilizante fosforado en el cultivo de soja, dada la respuesta que el cultivo muestra. Asimismo permite la reposición del P que el cultivo extrae del suelo. En las condiciones del ensayo, podemos concluir:

- Respuesta en rendimiento entre las diferentes dosis de P utilizadas, independientemente del momento y método de aplicación.
- En cuanto a la EUP no hubo diferencias significativas en relación a la dosis P, momento y método de aplicación de fósforo mientras que existió una mejor EUP asociada a las condiciones ambientales en cada campaña.

Considerando la susceptibilidad de la semilla de soja la fitotoxicidad cuando se fertiliza en línea al momento de la siembra, y dada la demanda de nutrientes que este cultivo tiene, el voleo anticipado es una alternativa viable para implementar fertilizaciones con mayor ajuste y mejores balances de nutrientes.

Una vez más, se hace hincapié en la correcta caracterización de los ambientes productivos dado que a medida que mejoran las condiciones agroclimáticas de un determinado sitio mejora la respuesta al uso de un nutriente estratégico como lo es el P.

Agradecimientos:

Al Ing. Agr. Gonzalo Perez de la Agencia de Extensión Rural de INTA Bolívar por sus aportes y sugerencias para la confección de este trabajo.

Al PEI011 Proyecto estructural de INTA "*Manejo sostenible de la agricultura y su integración a la ganadería en la llanura pampeana*".

Bibliografía consultada

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2019. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Ferraris G.N, Traficante P, 2014. Fertilización de soja. Estrategias basadas en dosis, localización y momentos de aplicación. Artículo publicado en la Revista Fertilizar N 29 año 2014.

Ventimiglia L, Torrens L y Sakz M, 2012. Fósforo en la monocultura sojera: efecto de la dosis, forma y momento de aplicación sobre el balance nutricional. Informaciones agronómicas de Hispanoamérica IAH 6 - Junio 2012, pág. 23-26.