



## INTRODUCCIÓN

A nivel productivo, las deficiencias de nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) no ocurren de manera aislada sino que se combinan de diversas maneras, por lo que es necesario evaluar integralmente la respuesta a la fertilización y conocer su efecto sobre la fertilidad química de los suelos. La mayor parte de los ensayos sobre fertilización fosforada ponderan el efecto de los nutrientes en un cultivo puntual (Johnston & Keith Syers, 2009; Mallarino y Prater, 2007). Sin embargo, por su fuerte interacción con los iones y coloides del suelo, el P tiene una baja eficiencia de recuperación en el corto plazo (Ferraris et al., 2015; Rubio et al., 2008), lo que determina su residualidad en el tiempo (Ciampitti, 2009; Ferraris et al., 2015; Messiga et al., 2010). Por este motivo, los ensayos de una campaña subestiman el efecto favorable de una adecuada estrategia de fertilización. Por el contrario, los experimentos de larga duración permiten cuantificar integralmente un proceso de deterioro o construcción de fertilidad en el tiempo. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de las diferentes estrategias de fertilización con NPS sobre: 1) los rendimientos anuales en 2014/15; 2) los rendimientos acumulados, 3) el balance de nutrientes y su nivel final en el suelo luego de nueve años (2006/07-2014/15) y 4) la eficiencia de recuperación de P.

Ensayos de largo plazo, fósforo, intensificación, criterios de fertilización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue conducido en la localidad de Arribeños, partido de General Arenales. Se planteó en un diseño en bloques al azar, con cuatro repeticiones, integrando una rotación de seis cultivos en cuatro años (M-Sj-T/Sj-C/Sj). El inicio de la secuencia se realizó con el cultivo de maíz, durante la campaña 2006/07, llegando al noveno año con soja de primera en 2014/15. Los tratamientos implicaron cinco manejos diferentes, donde los fertilizantes son agregados en cobertura total al momento de la siembra (Tabla 1). Como fuentes se utilizaron superfosfato triple de calcio (0-20-0), superfosfato simple de calcio (0-9-0-12S) y urea granulada (46-0-0).

Previo a la siembra de la última soja se obtuvieron muestras de suelo, extraídas entre 0 a 20 cm. De cada parcela, en cada uno de los bloques, se conformó una muestra compuesta, y sobre ella se determinó el pH y los contenidos de materia orgánica (MO), P extractable (Bray I), N total, N-nitrato y S-sulfato. A cosecha se evaluaron el rendimiento de los cultivos y sus componentes, número y peso de los granos. En una

# ESTRATEGIAS DE FERTILIZACION

## *Efectos sobre rendimientos, el balance de nutrientes y la fertilidad de los suelos en el largo plazo*

Los experimentos de larga duración son una herramienta insustituible al evaluar una práctica con efectos residuales como la fertilización fósforo-azufrada. Desde hace nueve años, se conduce en Arribeños un ensayo sobre criterios de fertilización en una secuencia de cultivos. Las estrategias más intensivas lograron incrementar los rendimientos, mejorar el balance de fósforo y su disponibilidad en suelo.

G.N. Ferraris 1\*, M. Toribio2, R. Falconi 3 y F. Moriones 2  
1 Desarrollo Rural INTA Pergamino, 2 Profertil S.A. Investigación y Desarrollo, 3 El Ceibo Cereales S.A.  
\* Contacto: ferraris.gustavo@inta.gob.ar

Tratamientos y dosis (kg ha<sup>-1</sup>) de N, P y S aplicados en promedio en los cultivos de Trigo/Soja – Maíz – Soja. En Trigo (Tr) y Cebada (Cb) se describen las demandas del doble cultivo, pero los fertilizantes fueron aplicados en su totalidad al primero. Campañas 2006/07 a 2014/15.

Trat.	Criterio de fertilización	Nitrógeno (N)			Fósforo (P)			Azufre (S)		
		Maíz	Soja	Tr/sj <sup>2</sup> Cb/sj <sup>2</sup>	Maíz	Soja	Tr/sj <sup>2</sup> Cb/sj <sup>2</sup>	Maíz	Soja	Tr/sj <sup>2</sup> Cb/sj <sup>2</sup>
T1	Testigo sin fertilización	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	Tecnología Uso Actual	46	0	46	16	16	16	0	0	0
T3	Reposición PS Rendimiento objetivo medio	94	0	83	30	22	31	12	18	15
T4	Reposición PS Rendimiento objetivo alto	114	0	113	30	26	42	15	18	20
T5	Reposición S Reconstrucción P Rendimiento objetivo alto	114	0	113	46	42	58	15	18	20

muestra de grano de cada parcela se cuantificó el contenido de N, P y S. Con los datos de rendimiento, concentración de nutrientes en grano y dosis aplicada de los mismos se realizó un balance de nutrientes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

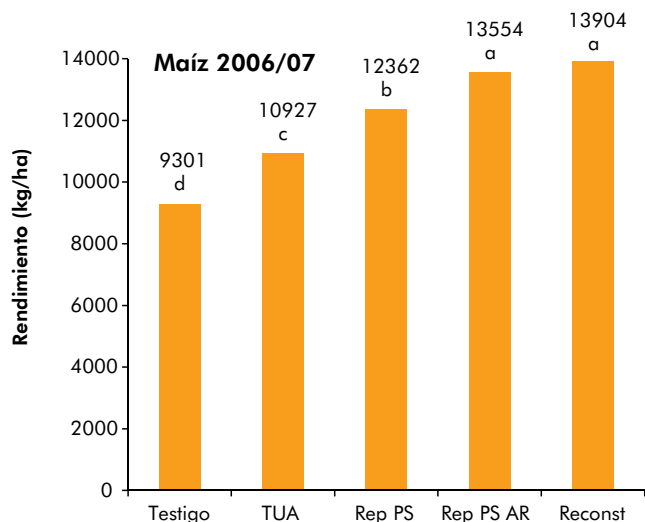
### A. Efectos sobre los rendimientos anuales.

Anualmente, se determinaron diferencias significativas en los rendimientos de al menos un cultivo entre 2006/07 y 2014/15 (Figura 1). En el Maíz de 2006/07 los rendimientos máximos se alcanzaron por T4 y T5, los que a su vez superaron a T3, este a T2, y este a T1, respectivamente (Figura 1.a). En 2007/08 los rendimientos máximos fueron en T5, superando a T2, T3 y T4, y estos a T1 (Figura 1.b). En el ciclo siguiente, los cultivos estuvieron afectados por una fuerte sequía. En trigo, todos los tratamientos superaron al testigo, con el rendimiento máximo en T5. Los tratamientos de mayor fertilización permitieron leves mejoras en la concentración de proteína en grano. En la soja de segunda subsiguiente, T4 y T5 superaron a los tratamientos T1 y T2 (Figura 1.c). En el ciclo 2009/10 no se determinaron diferencias significativas en los rendimientos de cebada ( $P > 0,10$ ), pero sí en soja de segunda, con el tratamientos T4 por encima de T2 y T5. A su vez, T4 y T3 superaron a T1 (Figura 1.d). El comienzo de un nuevo ciclo de rotación en 2010/11 trajo rendimientos de maíz máximos en T3, T4 y T5, estos a su vez superaron a T2, y éstos a T1 (Figura 1.e). Un resultado similar se determinó en 2011/12, donde todos los tratamientos superaron a T1 (Figura 1.f). En la cebada de la campaña 2012/13, nuevamente todos los tratamientos superaron a T1, sin cambios significativos en el % de proteína. Las diferencias fueron más marcadas en soja de segunda, donde T3, T4 y T5 alcanzaron rendimientos significativamente superiores a T2, y éstos a los de T1 (Figura 1.g). El Trigo de 2013/14 mostró rendimientos superiores en T5 vs T3, en T4 y T5 vs T2, y en T3, T4 y T5 vs T1, con una significativa ganancia de proteína. En soja de segunda, T3, T4 y T5 superaron a T1 (Figura 1.h). Finalmente, la soja de primera del último ciclo alcanzó rendimientos superiores en T5 respecto de T1 y T2, y de T3, T4 y T5 en comparación con T1 (Figura 1.i).

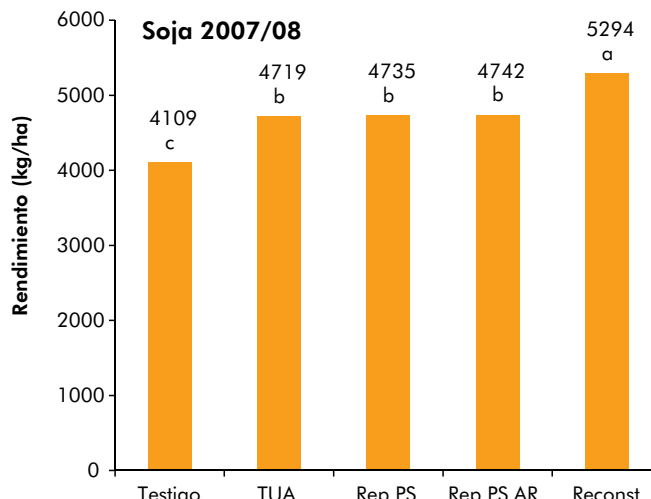


**Figura 1.**

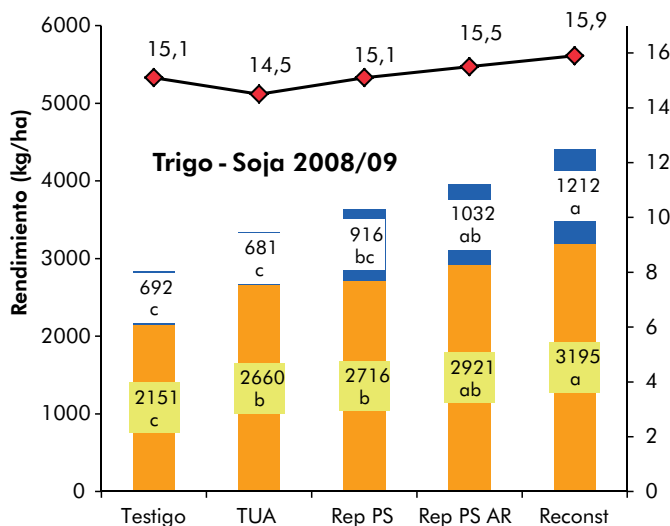
Rendimiento anualizado de diferentes estrategias de fertilización. Dentro de cada cultivo, letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos. Ensayo de estrategias de fertilización en una secuencia de cultivos. Campañas 2006/07 a 2014/15. Arribeños, General Arenales.



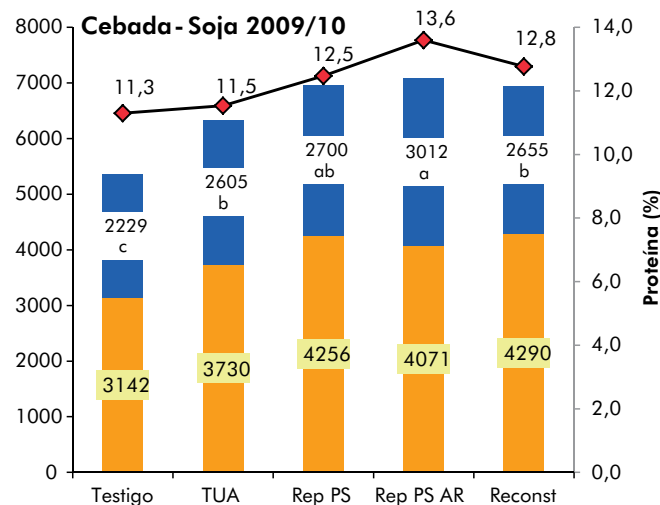
**Estrategia de Fertilización**  
**Figura 1.a**



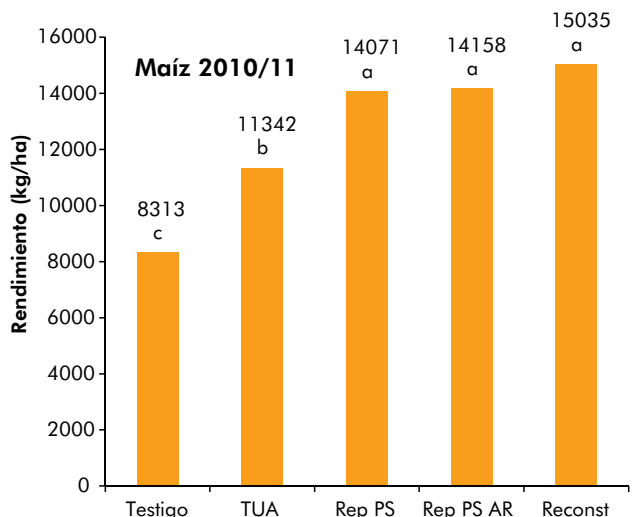
**Estrategia de Fertilización**  
**Figura 1.b**



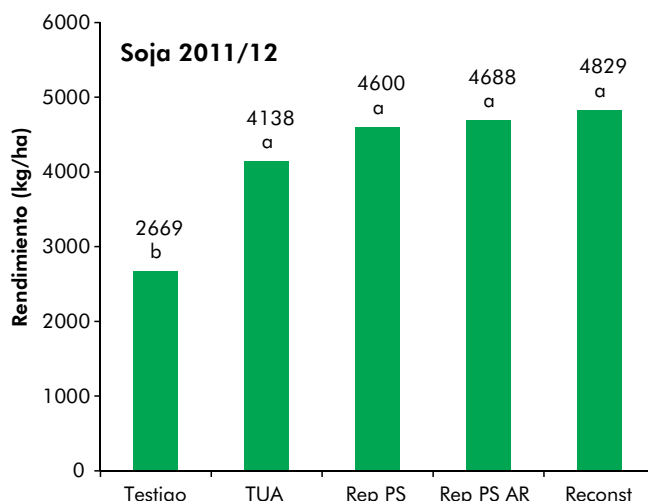
**Estrategia de Fertilización**  
**Figura 1. c**



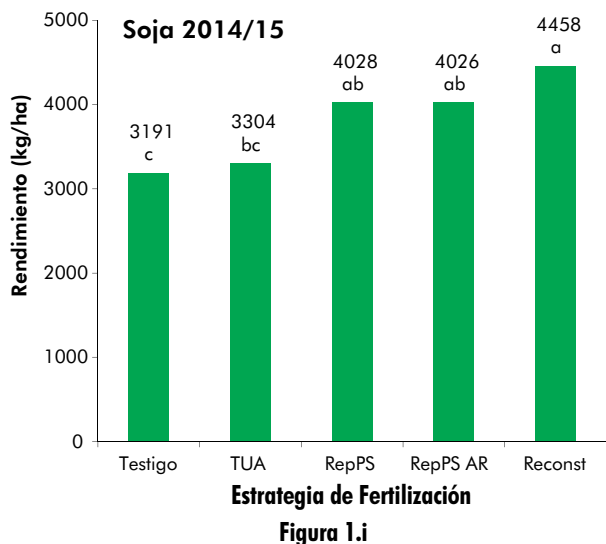
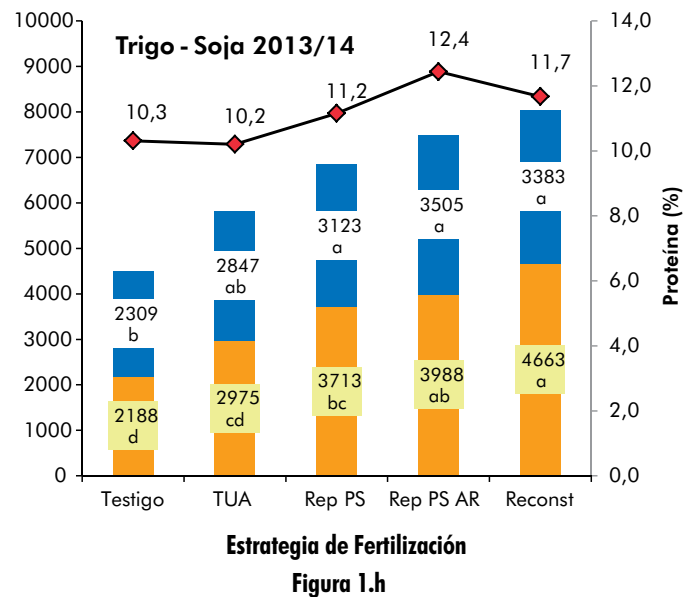
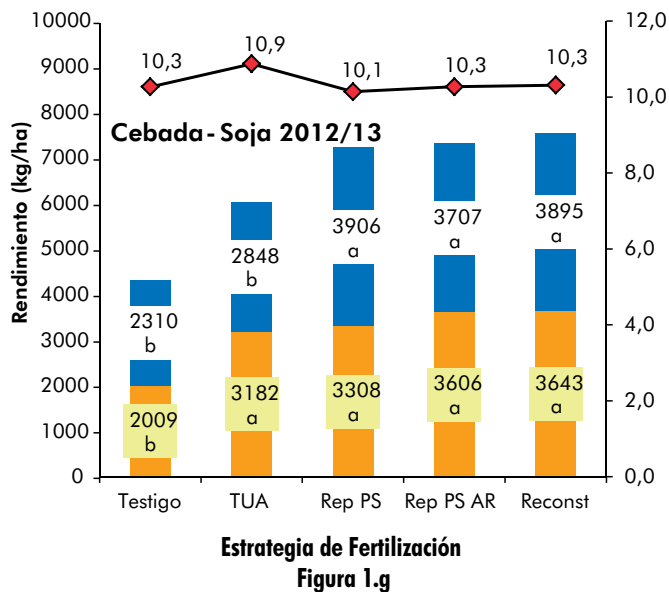
**Estrategia de Fertilización**  
**Figura 1.d**



**Estrategia de Fertilización**  
**Figura 1. e**



**Estrategia de Fertilización**  
**Figura 1.f**



**B. Efectos sobre los rendimientos acumulados, el balance de nutrientes y su nivel final en el suelo luego de nueve años: 2006/07-2014/15.**

La productividad acumulada de la secuencia –trece cultivos en nueve campañas- mantuvo su tendencia consistente en ampliar la diferencia entre tratamientos conforme el paso del tiempo. Así, mientras el testigo acumuló 36 924 kg grano ha-1, el tratamiento T5 de reconstrucción llegó a 57 952 kg ha-1, siendo la brecha de rendimiento de 57% (Figura 2). Esta brecha es superior a la observada por Correndo et al., (2015) en un ensayo de 14 campañas sobre un sitio de buena fertilidad en la secuencia maíz – soja - trigo/soja. Sin embargo, es inferior a la que estos mismos autores determinaron en un ambiente de menor fertilidad inicial, cultivado con la secuencia maíz – trigo/soja.

Con los datos de concentración de nutrientes en grano, los rendimientos y la dosis aplicada de cada uno de ellos es posible estimar el balance para cada tratamiento (Tabla 2). El balance de N fue negativo para todas las estrategias, incluso considerando el aporte por fijación biológica (FBN). Aun ponderando los ingresos vía este mecanismo, los balances variaron desde -386 a -635 kg N ha-1. Aunque el balance de N en los cultivos de gramíneas tiende a ser neutro o positivo (datos no mostrados), el cultivo de soja -al no fertilizarse con N- genera los mayores balances negativos, dado que la FBN cubre aproximadamente la mitad de la demanda del cultivo (Collino et al., 2007).

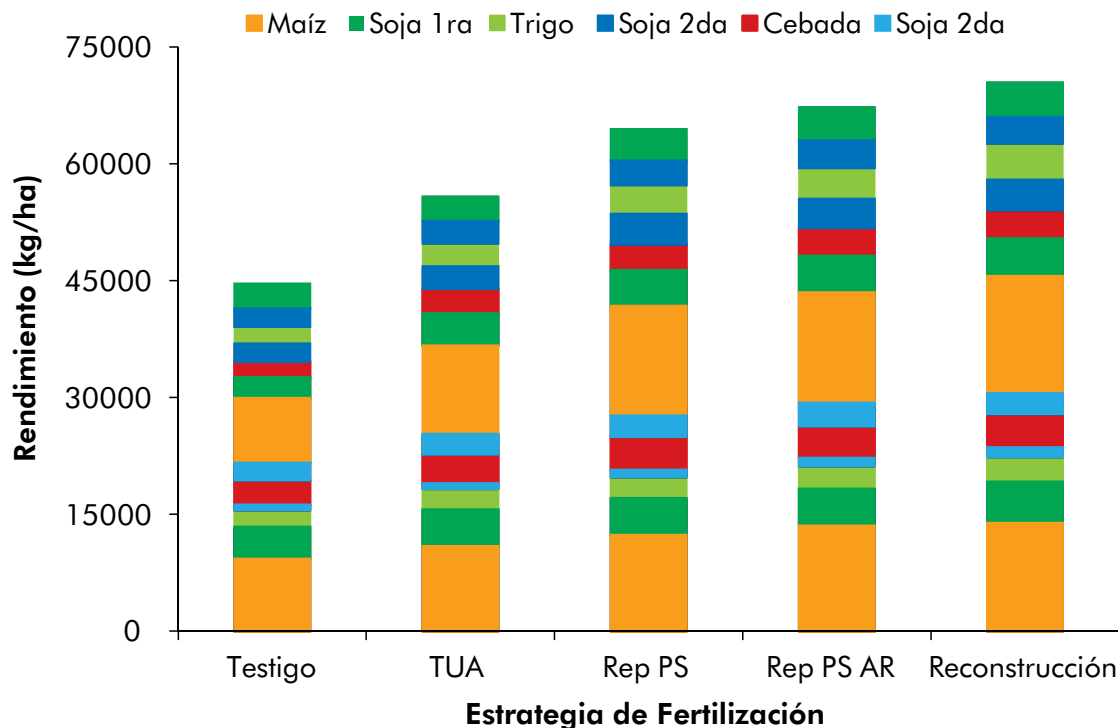
En P y S, los tratamientos testigo y de tecnología de uso actual (T1, T2) reflejaron un balance negativo, mientras que en aquellos de reposición se sobreestimó la extracción del nutriente dando como resultado un balance positivo (T3, T4, T5) (Tabla 2). Esto estaría asociado a concentraciones en grano inferiores a las inicialmente estimadas. A modo de ejemplo, la concentración de tendencia de P en grano de soja en nuestro experimento fue de 0,42 %, frente al valor medio sugerido de 0,5 % (IPNI, 2013). Un balance positivo de P a causa de concentraciones de P en grano inferiores a los valores tabulados a partir de los cuales se diseñaron tratamientos de reposición fue observado por Ventimiglia et al., (2012), quien bajo una secuencia de soja continua determinó una concentración de 0,29 a 0,35% de P en grano. Por su parte, Berardo, (2003) propone concentraciones de P en

**LA PRODUCTIVIDAD ACUMULADA DE LA SECUENCIA –TRECE CULTIVOS EN NUEVE CAMPAÑAS- MANTUVO SU TENDENCIA CONSISTENTE EN AMPLIAR LA DIFERENCIA ENTRE TRATAMIENTOS CONFORME EL PASO DEL TIEMPO**



**Figura 2.**

Producción por cultivo (kg ha<sup>-1</sup>) de diferentes estrategias de fertilización acumulada en una secuencia maíz - soja - trigo/soja - cebada/soja - maíz - soja. - cebada/soja - trigo/soja - soja. Arribeños, General Arenales. Campañas 2006/07 a 2014/15.



**Tabla 2.**

Balace de nitrógeno, fósforo y azufre (kg ha<sup>-1</sup>) para los diferentes tratamientos durante la secuencia 2006/07 -2014/15. Los datos de rendimiento y extracción de nutrientes en grano fueron ajustados a 13% de humedad. Cuando se pondera el N aportado por fijación biológica de N (FBN), se considera que el 50% en leguminosas proviene de esa fuente.

Trat.	Agregado (kg ha <sup>-1</sup> )				Extracción (kg ha <sup>-1</sup> )			Balance (kg ha <sup>-1</sup> )			
	N (Fertilizante)	N (FBN)	P	S	N	P	S	N (Fertilizante)	N (FBN)	P	S
T1	0	582	0	0	1217	120	45	-1217	-635	-120	-45
T2	276	691	144	0	1473	163	53	-1197	-506	-19	-53
T3	454	761	252	132	1687	183	68	-1233	-471	69	64
T4	599	796	317	169	1781	193	70	-1182	-386	125	99
T5	599	804	461	169	1859	212	75	-1260	-456	249	94

grano de soja de 0,5 % (0,4-0,6), similares a los máximos observados en nuestro experimento.

La evolución en el tiempo de la concentración de P Bray-1 en suelo (Figura 3) reflejó las tendencias observadas en los balances de Tabla 2. Incrementos muy notables en el P Bray-1 en suelo como resultado de un balance positivo de P fueron documentados por Mallarino y Prater (2007), quienes postulan que la tasa de incremento es superior en el rango medio de disponibilidad, y que una vez alcanzado un nivel alto es necesario agregar mayores dosis de P para mantener/aumentar su concentración en el suelo, por el permanente pasaje de P en solución o adsorbido a fracciones más estables.

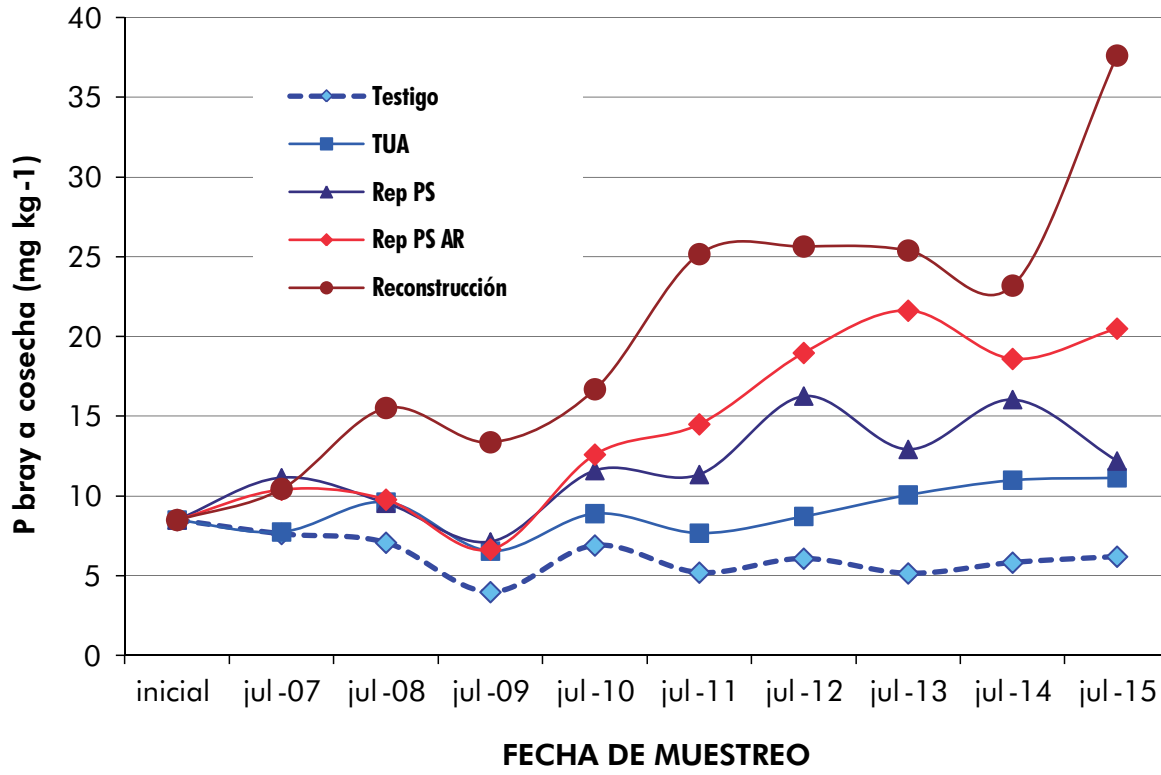
El contenido de MO, N total y el pH no manifestaron cambios importantes, aunque el testigo fue el tratamiento con menores niveles finales de MO y pH más alto, de acuerdo con su menor aporte de residuos, menor exportación de bases y la ausencia de

efecto acidificante de los fertilizantes (Tabla 3). Es probable que los plazos abarcados por esta experiencia sean todavía breves para reflejar efectos de mayor magnitud. Apoyando estos resultados, el promedio de cinco sitios de una red conducida por los grupos CREA en el Sur de Santa Fe mostró luego de 13 años una caída de MO de 3,1 a 2,7 %, y un incremento en el pH de 5,7 a 6,1 en el tratamiento Testigo, en comparación con la fertilización permanente con NPS (Boxler et al., 2013).

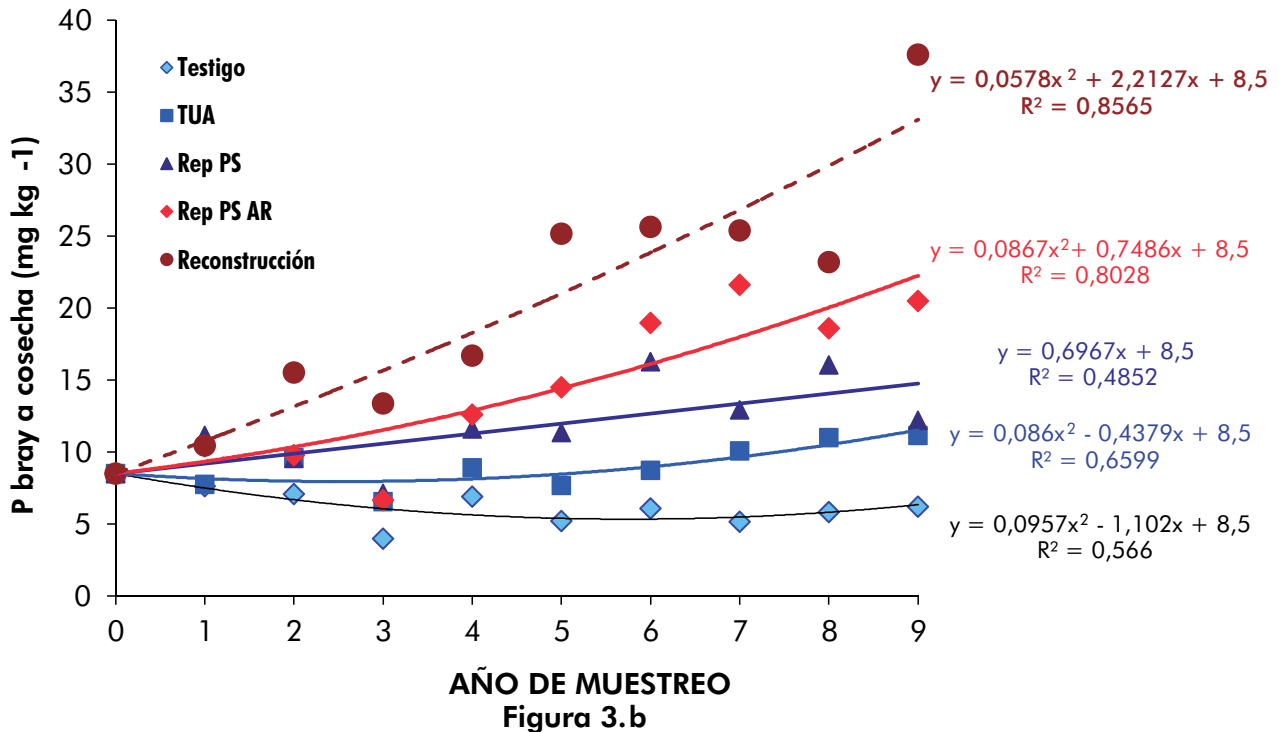
La relación entre el balance de P (Tabla 2) y el P Bray-1 determinado en el suelo al final de la cosecha (Figura 3, Tabla 3) permite estimar la tasa de cambio en función de la extracción o reposición del nutriente. En la Figura 4, la inversa de la pendiente que relaciona estos parámetros indica la dosis de P o balance negativo necesario para variar en 1 mg kg<sup>-1</sup> el nivel del análisis de P Bray-1 en el suelo. De acuerdo con este análisis, por cada 4 kg P ha<sup>-1</sup> por sobre o debajo de lo extraído por cosecha, el nivel de P en suelo cambiaría en una unidad. Esta tasa de cambio

Figura 3.

Evolución del P extractable en suelo (Bray-1, 0-20 cm) según estrategia de fertilización, luego de nueve campañas y trece cultivos. A) Valores absolutos b) Tendencias ajustadas por regresión. Los valores presentados son promedio de cuatro repeticiones.



FECHA DE MUESTREO  
Figura 3.a



AÑO DE MUESTREO  
Figura 3.b

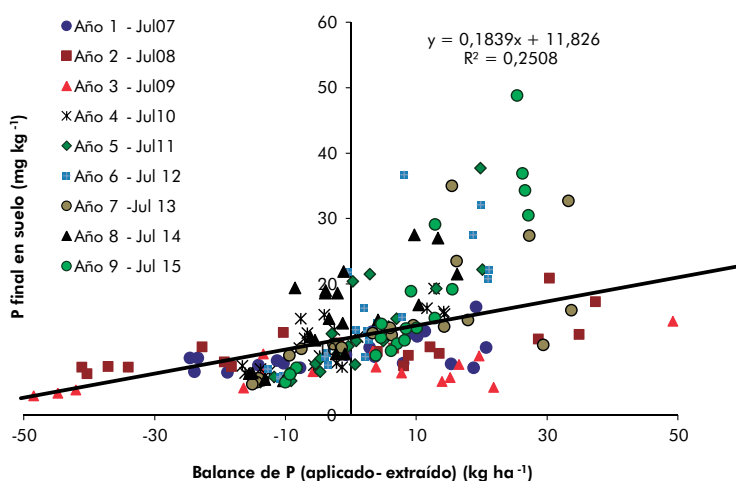
**Tabla 3.**

Análisis de suelo (0-20 cm) luego de nueve campañas, y su comparación con el nivel al inicio del experimento. Los datos son promedio de cuatro repeticiones.

Tratamiento	MO (%)	pH	N total (%)	N-NO3-0-40 cm (kg ha <sup>-1</sup> )	P Bray-1 (mg kg <sup>-1</sup> )	S-SO4-2 (mg kg <sup>-1</sup> )
Inicial	2.38	5.60	0.119	17.8	8.5	13.8
T1	2,61	5,7	0,130	12,0	6,2	6,6
T2	2,60	5,7	0,130	11,5	11,2	6,5
T3	2,61	5,6	0,130	13,7	12,2	4,7
T4	2,51	5,5	0,126	12,7	20,5	6,8
T5	2,62	5,5	0,131	12,3	37,6	7,7

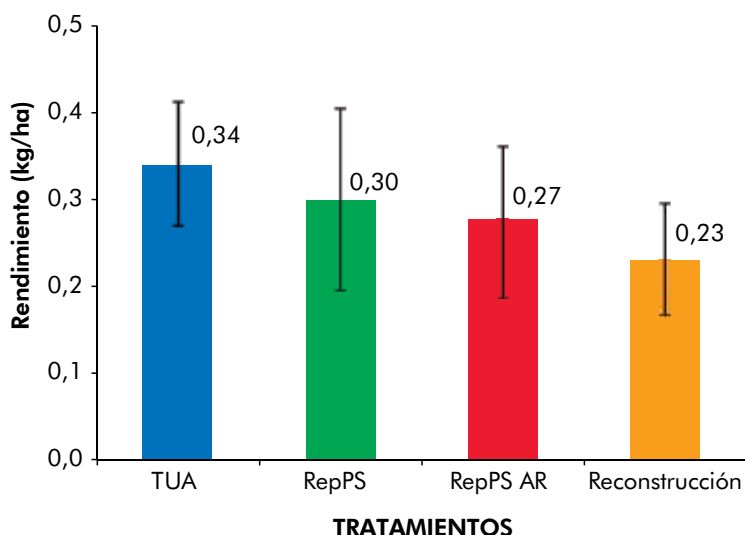
**Figura 4.**

Relación entre el nivel de P extractable en suelo a cosecha (0-20 cm, mg kg<sup>-1</sup>) luego de nueve años y el balance de P (aplicado-extraído en kg ha<sup>-1</sup>) determinado en cada tratamiento. Campañas 2006/07 a 2014/15.



**Figura 5.**

Fracción de fósforo recuperada en planta entera según estrategia de fertilización. Las barras verticales representan la desviación estándar de la media. Ensayo de larga duración, Arribeños, General Arenales. Campañas 2006/07 a 2014/15.



ha bajado sustancialmente con el tiempo, especialmente en los últimos años, luego de alcanzar un máximo de 11.9 kg P ha<sup>-1</sup> en 2009, después del tercer año de ensayo. Es probable que la acumulación de fracciones lábiles de P sature cargas positivas y disminuya así la retención/fijación del P aportado mediante fertilización, permitiendo ganancias de P marcadas en las estrategias ubicadas en el lado positivo del balance. En otros experimentos fue observado un rango de variación relativamente estable a lo largo del tiempo (Messiga et al., 2010). La pendiente de la relación entre nivel final de P y balance es más consistente y presenta mayor ajuste en el rango de balance negativo en comparación con el lado positivo, donde se observa una mayor variabilidad de datos (Figura 4). En algunos casos, particularmente provenientes de los años 2012, 2013, 2015 y en menor medida 2014, pareciera dividirse la pendiente, siendo de menor magnitud y mayor dispersión en los procesos de ganancia de P que en los de pérdida. Este comportamiento dual fue observado por Ciampitti (2009), a partir de ensayos conducidos en el sur de Santa Fe, sobre suelos similares a los de este sitio experimental. Sin embargo, si en el presente ensayo se particiona la pendiente de la relación, no difieren de una pendiente única, por lo que se decide mantener esta última ( $P > 0.10$ ). La inversa de la pendiente indica la cantidad de P que es necesario agregar (o retirar) para variar la concentración de P en suelo en 1 mg kg<sup>-1</sup>.

### Eficiencia de recuperación de P según cultivo y estrategia de fertilización

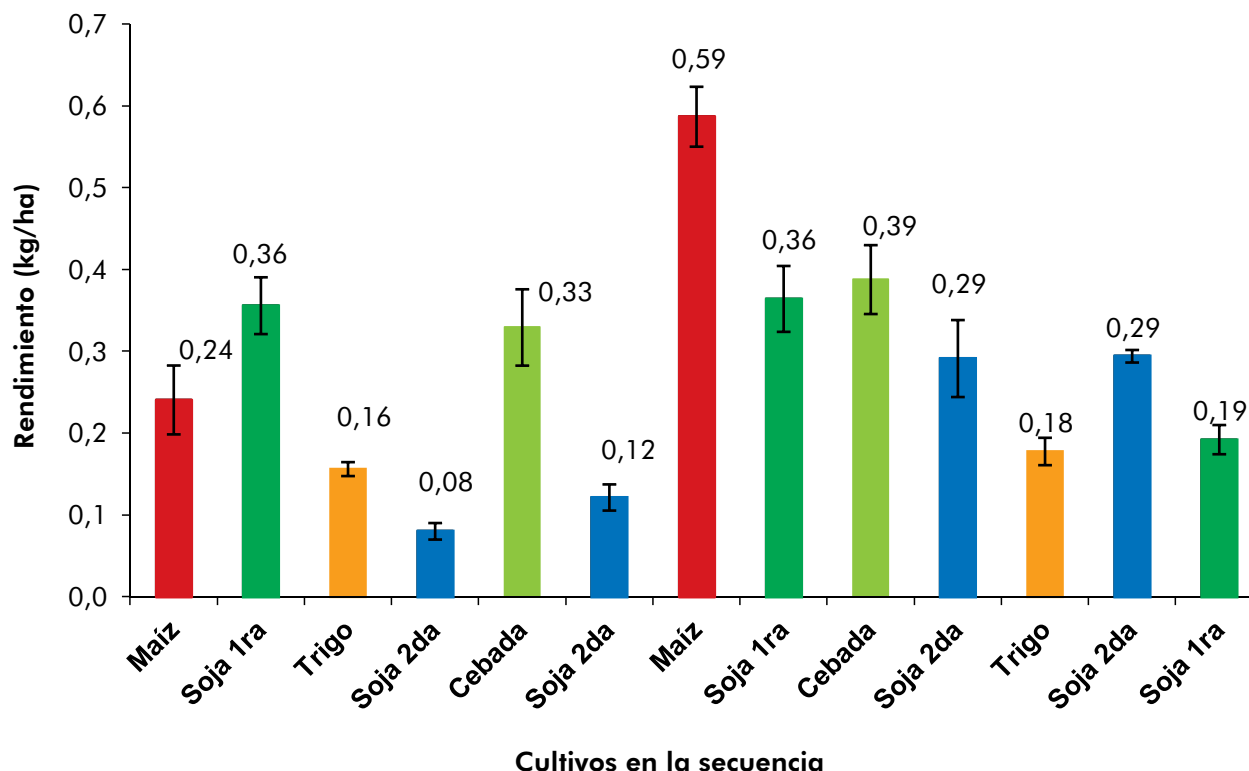
En función de la dosis de P aplicada, los rendimientos y la concentración de P en grano se calculó la eficiencia de recuperación del fertilizante aplicado. Para ello se transformaron los valores de P en grano a P en planta entera según los índices de cosecha de P propuestos por IPNI (2013).

La eficiencia de recuperación de P en planta entera osciló entre 0.24 y 0.36, siendo menor en la medida en que aumentó la dosis aplicada (Figura 5). Estos valores se encuentran dentro del rango de 0.10 a 0.35 propuesto por diferentes autores (Ciampitti, 2009; Johnston and Syers, 2009; Rubio et al., 2008). Los cultivos mostraron una capacidad variable de recuperación del fertilizante aplicado (Figura 6). El comportamiento general muestra una mayor eficiencia en cultivos de verano con relación a los de invierno, entre los de primera siembra. En campañas climáticamente similares, el maíz del quinto año asimiló mayor proporción de fertilizante que el del primero, probablemente a causa de la acumulación de fracciones lábiles de P con las sucesivas fertilizaciones. En cambio, la soja absorbió en planta una



Figura 6.

Fracción de fósforo recuperada en planta entera según cultivo. Las barras verticales representan la desviación estándar de la media. Ensayo de larga duración, Arribeños, General Arenales. Campañas 2006/07 a 2014/15.



proporción similar entre la campaña 2007/08 y 2011/12, aunque esta última fue notoriamente más seca que la primera. En el ciclo muy favorable 2014/15, se verificó una gran facilidad para la asimilación de P proveniente del suelo, determinando menor respuesta y, como consecuencia, absorción de P proveniente del fertilizante. La soja de segunda fue el cultivo con menor eficiencia de captura del P agregado en la secuencia –fue aplicado al sembrar el cultivo de invierno- afectado por la mayor capacidad de la gramínea para absorber nutrientes, su siembra en segundo lugar después de la fertilización, y los períodos secos que suele atravesar un cultivo de segunda sin barbecho previo. Por último, el trigo y la soja de la campaña seca 2008/09 recuperaron muy poco fertilizante en comparación con la cebada/soja de los ciclos húmedos 2009/10 y 2012/13, o la misma secuencia de trigo/soja en la campaña 2013/14 (Figura 6). Los valores de eficiencia de recuperación de los fertilizantes mostrados por la bibliografía son muy amplios, y están influenciados por factores de suelo y cultivo tales como textura, nivel de P inicial, pH, presencia de Calcio (Ca) y carbonatos, precipitaciones, dosis aplicada y rendimiento del cultivo, entre otros factores.

### CONSIDERACIONES FINALES

\* Las estrategias de fertilización impactaron en los rendimientos, modificaron el balance de nutrientes y este a su vez correla-

cionó fuertemente con los niveles finales de P en suelo.

\* Las diferencias en producción de granos entre estrategias se amplían campaña tras campaña. Así, la diferencia entre los tratamientos T5 y T1 alcanza luego de 9 años y 13 cultivos a un 57.8 %.

\* Para P y S, estrategias pensadas como de reposición finalmente resultaron ser de reconstrucción. Por este motivo, antes de evaluar la viabilidad técnica y económica de un esquema de fertilización, es importante cuantificar los niveles de entrada y salida de nutriente para un sistema productivo y ambiente en particular.

\* Diferentes dosis de aplicación de nutrientes generaron cambios previsible de su disponibilidad en el suelo. Luego de nueve años de experimentación, la tasa de cambio fue de 1 mg kg<sup>-1</sup> de P Bray (0-20 cm) por cada 5,4 kg P ha<sup>-1</sup> de diferencia entre agregado y extracción. La relación cambia ligeramente año tras año, con una tendencia a disminuir evidenciando una acumulación de fracciones lábiles en el suelo.

\* La recuperación media de P en planta entera – estimando un índice de cosecha de referencia- alcanza alrededor de un 28 % del P aplicado, en coincidencia con los valores mencionados en la bibliografía. ●



## BIBLIOGRAFÍA

- Berardo, A. 2003. Manejo del fósforo en los sistemas de producción pampeanos. In Simposio “El fósforo en la agricultura Argentina”. INPOFOS. Rosario, 8 y 9 de mayo del 2003.
- Boxler, M., F. O. García, A. Correndo, S. Gallo, R. Pozzi, M. Uranga, F. Bauschen, H. Rivero, N. Reussi Calvo y A. Berardo 2013. Red de Ensayos en Nutrición de Cultivos. Región CREA Sur de Santa Fe. Resultados de la campaña 2012/13: Maíz, 25 pp. Disponible on-line [www.ipni.net/lacs](http://www.ipni.net/lacs)
- Ciampitti, I.A. 2009. Dinámica del fósforo del suelo en rotaciones agrícolas en ensayos de nutrición a largo plazo. M.Sc. thesis. FA-UBA. Buenos Aires, Argentina. XX pag.
- Collino, D., M. de Luca, A. Peticari, S. Urquiaga, y R. Racca. 2007. Aporte de la FBN a la nutrición de la soja y factores que la limitan en diferentes regiones del país. Actas XXIII Reunión Latinoamericana de Rizobiología. Los Cocos, Córdoba. Argentina.
- Correndo, A., M. Boxler y F. García. 2015. Reposición de nutrientes en el largo plazo ¿Qué nos dicen los números? Pp 84-94. Actas del Simposio Fertilidad 2015. Cd-ROM.
- Ferraris, G., M. Toribio, R. Falconi y L. Couretot. 2012. Efectos de diferentes estrategias de fertilización sobre los rendimientos, el balance de nutrientes y su disponibilidad en los suelos en el largo plazo. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica. IPNI Cono Sur. Acaassuso, Buenos Aires. 6: 2-6.
- Ferraris, G., M. Toribio, R. Falconi y L. Couretot. 2015. Efectos de diferentes estrategias de fertilización sobre los rendimientos, el balance de nutrientes y su disponibilidad en los suelos en el largo plazo. Actas
- CD Simposio Fertilidad 2015. pp 137-142. “Nutriendo los suelos para las generaciones del futuro”. Rosario, 19-20 Mayo 2015. IPNI Cono Sur – Fertilizar AC.
- IPNI. 2013. Cálculo de requerimientos nutricionales. Planilla de cálculo para estimar la absorción y extracción de nutrientes en cereales, oleaginosas, industriales y forrajeras. IPNI Programa Latinoamérica Cono Sur. Disponible on line <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>.
- Johnston A. and J. Keith Syers. 2009. A New Approach to Assessing Phosphorus Use Efficiency in Agriculture. Better Crops/Vol. 93 (2009, No. 3).
- Mallarino, A.P., y J. Prater. 2007. Corn and soybean grain yield, P removal, and soil-test responses to long-term phosphorus fertilization strategies. Proceeding 19th Annual Integrated Crop Management Conference, Ames, Iowa State University.
- Messiga, A.J., N. Ziadi, D. Plenet, L.E. Parent, y C. Morel. 2010. Long-term changes in soil phosphorus status related to P budgets under maize monoculture and mineral P fertilization. Soil Use and Management, 26, 354–364.
- Miguez, F. e I. Daverede. 2015. Análisis económico de rotaciones y fertilización en soja. pp 155-158. Actas del Simposio Fertilidad 2015. Sesión de Posters. Cd-ROM.
- Rubio G, MJ Cabello, FH. Gutiérrez Boem, E. Munaro. 2008. Estimating available soil P increases after P additions in Mollisols. Soil Science Soc. Amer. J. 72:1721-1727.
- Ventimiglia, L., L. Torrens Baudrix y M. Saks. 2012. Fósforo en la monocultura sojera: efecto de la dosis, forma y momento de aplicación sobre el balance nutricional. Informaciones Agronómicas Hispanoamérica 6: 23-26.