



**MAÍZIFICANDO  
CONCIENCIA**  
XII CONGRESO NACIONAL DE MAÍZ

Eje

# Ecofisiología y manejo del cultivo

8, 9 y 10 de Noviembre  
Pergamino, BA  
UNNOBA



Secretaría de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Ministerio de Economía  
Argentina

2022





# APORTES DE ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN A LA PRODUCCIÓN DE MAIZ EN LA REGION PAMPEANA

**Rouillet, N<sup>1</sup>; Grasso, A<sup>1</sup>; Diaz-Zorita, M<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fertilizar Asociación Civil, <sup>2</sup>F. Agronomía UNLPam

Correo electrónico: [nrouillet@fertilizar.org.ar](mailto:nrouillet@fertilizar.org.ar); [mdzorita@gmail.com](mailto:mdzorita@gmail.com)

## CONTRIBUTIONS OF FERTILIZATION STRATEGIES TO CORN PRODUCTION IN THE PAMPAS REGION

### Abstract

In the Pampas Region, the frequency of corn production nutritional limitations is rising. The differences in bringing up fertilizer management, mainly with nitrogen, phosphorus, sulphur and zinc, would lead to differences in harvest responses and in the efficiency in the use of nutrients. Since 2015 campaign, long-term studies on fertilizer management strategies have been carried out in the region, in representative agricultural unirrigated rotation conditions. Such studies involved comparing unfertilized control with average annual fertilization in the region and regulated fertilizer management to reach both medium and high, extraordinary yields. In this work, corn crops have been chosen after three fertilizer treatment application cycles. Yields varied among 7148 and 9375 kg/ha, showing that in the absence of fertilization strategies, yields are limited to no more than 70% of maximum yield. When employing average or high production fertilization strategies, yields are stabilized within 100% of maximum yields, while current fertilizer practice or its absence limits production increasingly.

### Palabras claves

Maíz-nutrición-balanceada-secuencia

### Keywords

Maize-nutrition-balanced-sequence



## Introducción

El maíz es un cultivo exigente con respuesta al agregado de diferentes elementos. La nutrición de este cultivo se fundamenta en los reservorios de nutrientes disponible en el suelo. La capacidad de este de proveer nitrógeno (N) a través de la mineralización junto al potencial de rendimiento son los factores que determinan la magnitud de la respuesta a la fertilización nitrogenada en maíz. En cambio, el incremento de rendimiento por el agregado de fósforo (P) depende mayormente de su disponibilidad en los suelos. A la tradicional fertilización con nitrógeno (N) y fósforo (P), se suman numerosos trabajos que documentan en las últimas campañas respuestas a azufre (S) y zinc (Zn) (Ferraris *et al.*, 2017).

El incremento en los rendimientos y el permanente agotamiento de estos elementos a partir de su extracción permanente en los suelos es el origen de esta tendencia. El desafío para la fertilización es cubrir los requerimientos de nutrientes que el suelo no puede aportar para maximizar los rendimientos. Este manejo de la nutrición de los cultivos reiterado en el sistema afecta no sólo los niveles de fertilidad de los suelos sino, genera brechas de rendimientos entre los diferentes planteos. Son abundantes los estudios de suelos que muestran la reducción en niveles extractables de diversos nutrientes en comparación con su estado original (Sainz Rozas *et al.*, 2011).

Las variadas condiciones de manejo de cultivos y en particular de su nutrición conducen a resultados productivos dispersos que limitan la valorización de los aportes de la aplicación de fertilizantes. Se espera que el manejo adecuado de la nutrición integral de los cultivos tuviera un efecto directo y relevante para mejorar la producción agrícola. Sin embargo, son limitados en la bibliografía los estudios locales que comparan entre planteos de manejo de diferentes estrategias de nutrición. Algunos describen los efectos acumulados en el tiempo de la aplicación de prácticas individuales validando la implementación de estrategias de manejo bajo criterios de reposición y enriquecimiento (Barraco *et al.* 2014; Correndo *et al.* 2015).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue cuantificar las diferencias en producción de maíz según planteos contrastantes de manejo de la nutrición de largo plazo establecidas en condiciones agrícolas representativas de la región pampeana.

## Materiales y Métodos

Este trabajo se realizó en el marco de la red de valorización de estrategias de manejo de la nutrición de cultivo y pasturas desarrollado por Fertilizar AC. Estos estudios se iniciaron en la campaña 2016 y consta de 10 sitios distribuidos en la región pampeana bajo prácticas extensivas de manejo representativas de cada área de cultivo. En todos los casos el manejo de los cultivos se realizó bajo prácticas de labranza cero con control químico de malezas y aplicación de prácticas de frecuentes de manejo de cultivos de alta producción adaptadas regionalmente (i.e. genotipos, control de plagas y enfermedades, etc.). En cada sitio, los cultivos y secuencias evaluados fueron seleccionados por los productores y fueron representativos de decisiones frecuentes en las regiones en estudio.

Para este estudio, del total de casos disponibles, se seleccionaron los registros de 7 casos con cultivos de maíz con al menos 3 años de aplicación de los tratamientos de nutrición (Tabla 1). Las propiedades indicadoras de la condición de fertilidad de cada sitio y tratamiento de manejo se evaluaron en el momento de la siembra y se describen en la Tabla 2.



Sitio	Sitio	Años en rotación	Tipo de suelo	MO %	pH
1	25 de Mayo 2 BA	3	Franco Arenoso	2,05	6,0 9
2	Rio IV Cba	4	Arenoso Franco	1,17	5,9
3	Rio IV Cba	4	Arenoso Franco	2,33	6
4	25 de Mayo 1 BA	4	Franco Arenoso	1,7	5,5
5	Nogoyá 2 ER	4	Franco Arcilloso	2,05	6,0 9
6	M. Juarez Cba	4	Franco Limoso	2,1	6,2 6
7	25 de Mayo 3 BA	5	Franco Arenoso	1,57	5,5

Tabla 1: Descripción de los sitios con producción de maíz correspondientes a la Red de estrategias de FERTILIZAR AC.

Propiedad	Profundidad	Estrategias de fertilización			Altos rendimientos
		Control sin fertilización	Actual	Promedio	
Pe (ppm)	0-20 cm	12,4	17,5	19,6	24,1
<u>SSO4</u> (ppm)	0-20 cm	10,9	14,5	13,9	12,4
Zn (ppm)	0-20 cm	0,9	1,1	1,0	1,0
NNO3 (kg/ha)	0-60 cm	30,1	25,4	29,0	26,3

Tabla 2: Promedio de propiedades de suelos en 7 sitios de producción de maíz según tratamientos de estrategias de fertilización de largo plazo.

En cada sitio se tomaron datos de los tratamientos de manejo de la nutrición de los cultivos: i) sin fertilización, ii) fertilización promedio aplicada en la región, iii) fertilización promedio recomendada y iv) fertilización balanceada para altos rendimientos. La dosis promedio de uso en cada región se estimó a partir de la información de encuestas a 1200 productores y técnicos en la región pampeana coordinada por Fertilizar AC durante la campaña 2015/2016 (Fertilizar AC, 2017). El tratamiento de fertilización recomendada promedio se estableció para cada sitio considerando resultados de análisis de suelos y expectativas de productividad media regional según información local provista por referentes responsables de la conducción de los estudios. La fertilización para la nutrición balanceada de altos rendimientos se estimó según los mayores rendimientos alcanzables en cada región y considerando las demandas de NPS y Zn para tal propósito (Tabla 3).

	N	P	S	Zn
Control	Sin Aporte de Nutrientes			
Actual	46-100	7-16	10	0
Rec Media	64-100	12-28	8-20	0-1
Alto Rto	100-230	21-40	10-29	1-2

Tabla 3: Rango de nutrientes aportados en cada tratamiento (kg/ha)



En cada sitio, los tratamientos se dispusieron en franjas de al menos 20 m de ancho y 100 m de longitud empleando equipos convencionales de siembra y conducción de los cultivos con cosecha mecánica en estadíos de madurez comercial de los cultivos. Los resultados se analizaron considerando cada sitio como una repetición y comparación entre los promedios de los rendimientos, respuestas relativas sobre el tratamiento de fertilización frecuente. Finalmente se calculó la eficiencia aparente de uso de nutrientes (nitrógeno y fósforo) como el cociente entre la diferencia de los rendimientos de los tratamientos y el testigo sobre los kgs de nutriente aplicados. Se realizó un análisis de la varianza, con comparación de medias mediante test de Fisher con un  $\alpha=0.05$ .

## Resultados

Los resultados en maíz variaron entre 7148 y 9357 kg/ha con diferencias entre sitios y tratamientos de fertilización (Tabla 4).

Sitios	Promedio Rendimiento
Control	7148a
Actual	7933ab
Rec Media	8873ab
Alto Rto	9375b

Tabla 4 Rendimientos absolutos de cada tratamiento. Las letras diferentes sobre las columnas muestran diferencias significativas entre tratamientos (test de Fisher  $\alpha=0,05$ ).

En promedio la producción maíz fue mayor en los tratamientos fertilizados que en el control alcanzando los máximos rendimientos al aplicar fertilizante para altos rendimientos (Fig. 1). Los aportes de cada estrategia de nutrición integrada en las diversas secuencias de cultivos estudiadas se analizaron en términos de los aportes relativos a la máxima producción de cada cultivo y sitio experimental (Fig.1). Se calcularon como el cociente entre el rendimiento medio de cada tratamiento y el máximo rendimiento registrado, para cada cultivo por sitio y por campaña. En la estrategia para alta producción siempre registraron los máximos rendimientos.

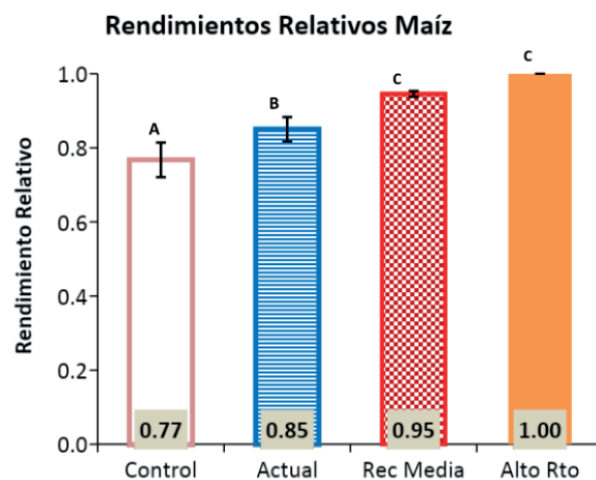


Fig 1. Efecto sobre los rendimientos relativos sobre la nutrición acumulada en las secuencias de producción en la región pampeana. Las barras verticales en cada columna indican el error estándar de la media. Las letras diferentes sobre las columnas muestran diferencias significativas entre tratamientos (test de Fisher  $\alpha=0,05$ ).



La fertilización, en comparación con los tratamientos control sin fertilización, contribuyó al rendimiento en un 31 % en promedio en maíz. Para la secuencia de cultivos, la mejora en la nutrición incorporando estrategias de recomendación media y para alta producción, mejoró la productividad de los sistemas en un 9 y 15 % respecto del manejo actual (Tabla 5).

Recomendación	Unidades	Maíz
Rendimientos medios	Kg ha-1	940
	%	11,8
Alta Producción	Kg ha-1	1442
	%	18,2

Tabla 5 Diferencia de rendimiento en Kg de Maíz y porcentaje de los tratamientos Rendimientos Medios y Alta Producción Vs el manejo actual.

Se encontraron diferencias estadísticas entre el control y el actual, pero no frente a la recomendación media. Las barras de error, disminuyen a medida que mejoramos las estrategias de nutrición. Sugiriendo de esta forma estabilidad frente a los distintos escenarios. Esta brecha de producción, evidencia que la respuesta es independiente del ambiente productivo. Incluso en estos ambientes una mejora en la estrategia de nutrición puede permitirle al cultivo lograr valores cercanos al techo de rendimiento. Por su parte parecería ser que la estrategia de producción actual frente a la creciente demanda del cultivo al explorarse ambientes de producción demandantes se aleja aun más de los tratamientos de media y máxima producción (Fig 2).

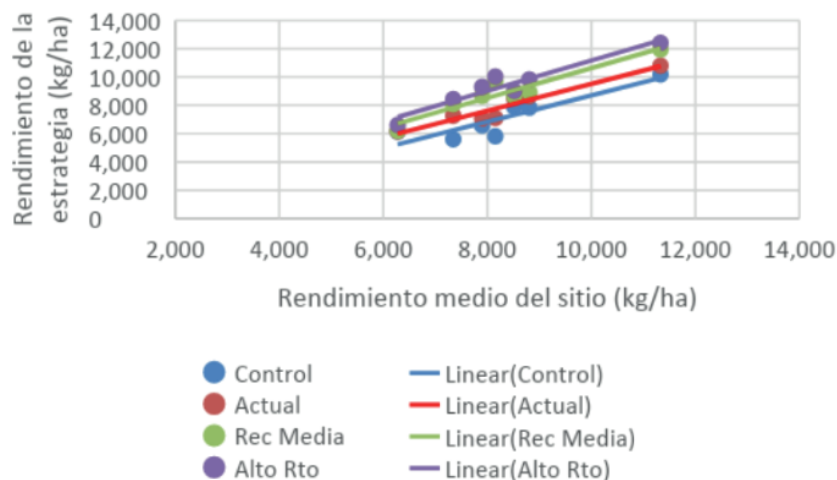


Fig 2. Rendimiento de las distintas estrategias de nutrición en Maíz, frente al rendimiento medio del sitio.

Considerando ajustes con NPS y micronutrientes según diagnósticos por análisis de suelos y expectativas de rendimientos, se afecta no sólo los niveles de fertilidad de los suelos, sino que también genera brechas de rendimientos entre los diferentes planteos. En este caso evaluando los rendimientos relativos en función a los años de la secuencia podemos evidenciar este efecto. Incluso el manejo actual se distancia de las recomendaciones basadas en análisis previos. Este efecto parecería ser marcado incluso para los sitios con un tiempo mayor en la red (Fig 3)

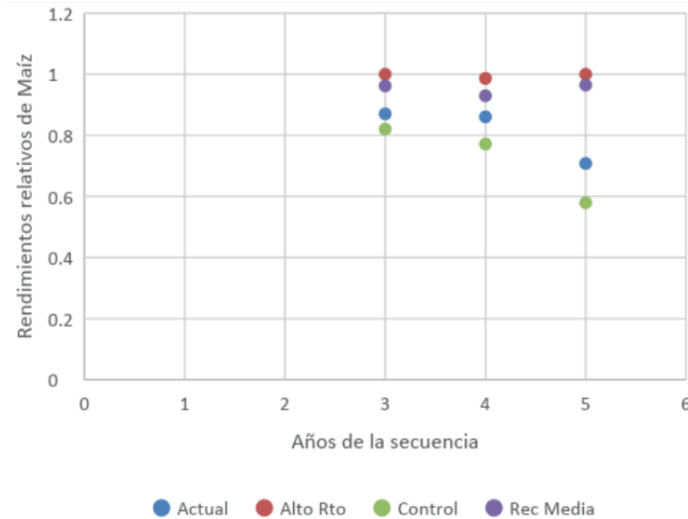


Fig 3. Efecto de las estrategias de nutrición en Maíz frente a los años en secuencia.

La eficiencia de uso de nutrientes, debe buscarse en los cultivos de alta productividad a través del uso de las buenas prácticas de manejo (BPM). Dado que junto con el agua son los principales factores que limitan el crecimiento y rendimiento de los cereales en regiones de secano. Si bien no encontramos diferencias significativas, cuando se aplicaron estrategias de recomendación media, y las dosis de nitrógeno se incrementaron, la EUN mejoro respecto del manejo actual, y se mantuvo cuando la estrategia aplicada fue para altos rendimientos (Fig. 4). Situación similar se observó en la EUP, donde la intensificación productiva recomendada para cada región mantuvo o mejoro eficiencia del nutriente.

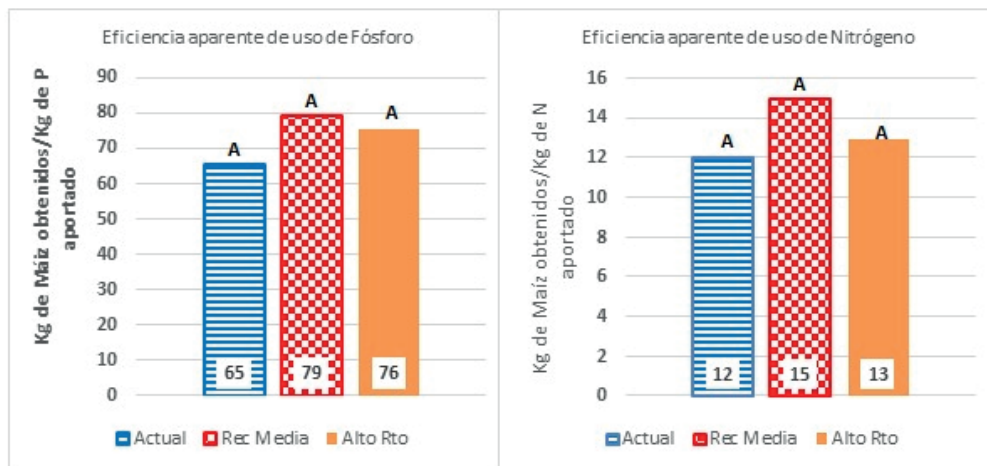


Fig 4. Efecto de las estrategias de nutrición en Maíz, frente eficiencia de uso de nitrógeno (derecha) y fósforo (izquierda).

## Conclusiones

En condiciones de producción representativas de la región pampeana se validaron mejoras en los rendimientos de maíz al implementar estrategias de fertilización recomendadas o de nutrición balanceada con respecto a la aplicación actual de esta práctica. Los rangos de mejora varían según cultivos y planteos de nutrición.





En condiciones no limitadas en nutrición los rendimientos de los cultivos son de hasta un 20% superiores a los que se alcanzan con la práctica actuales de fertilización. Este resultado es independiente del ambiente de producción, aunque esta brecha se acrecienta en los ambientes más productivos.

Finalmente, la fertilización balanceada con ajuste de NPS y Zn permitió disminuir parte de la variabilidad productiva, aspecto sumamente importante de cara a la toma de decisiones.

## Agradecimientos

A Fertilizar AC y su comité técnico por el financiamiento de los estudios y los aportes en su diseño y en la discusión de los resultados. A los Ing. Agr. Luis Ventimiglia (INTA 9 de Julio), Gustavo Ferraris (INTA Pergamino), Gabriel Esposito (UNRC), Valeria Faggioli (INTA Marcos Juarez) y Cesar Quintero (UNER) por la instalación, conducción y discusión de los estudios.



## Referencias bibliográficas

Barraco. M; Díaz-Zorita. M; Justo.C; Lardone. A. 2014. ¿Fertilización fosfatada por suficiencia o mantenimiento en secuencias agrícolas de la pampa arenosa? En: Actas del XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo - II Reunión Nacional "Materia Orgánica y Sustancias Húmicas". Producción sustentable en ambientes frágiles. AACCS (ed.), Bahía Blanca, Bs. As., 5-9 mayo. 2014. AACCS. Argentina.

Correndo. A; Boxler. M ; García. F 2015. Análisis económico del manejo de la fertilización con enfoque en el largo plazo. Cienc. Suelo (Argentina) 33:197-212.

Ferraris, G ; Díaz-Zorita. M ; Grasso.A. 2017. Intensificación productiva en maíz: comparación de modelos de fertilización para la Región Núcleo Pampeana. Revista de Tecnología Agropecuaria: Vol. 10 N° 34. Agosto 2017

García F.O; Ciampitti. I 2010. Enfoques alternativos para el diagnóstico de fertilidad de suelos: El enfoque "tradicional". Actas CD XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. AACCS. Rosario (Santa Fe, Argentina), en CD.

Grasso. A. ; Díaz-Zorita. M. 2018. Valorización de estrategias de fertilización en la región pampeana. XXVI Congreso Anual AAPRESID. Del 8 al 10 de Agosto de 2018, Ciudad de Córdoba, Córdoba.

Sainz Rozas H; Echeverría. H; Angelini.H. 2011. Fósforo extractable en suelos agrícolas de las regiones Pampeana y extrapampeana de Argentina. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica, 4:14-18.