

# RITA

REVISTA DE  
**TECNOLOGÍA**  
AGROPECUARIA

TEC  
NO  
LO  
GÍ  
A  
GRO  
PE  
CUA  
RIA



INTA // Ediciones

# 03

# Intensificación productiva: comparación de modelos de fertilización para la región núcleo pampeana

**GUSTAVO N. FERRARIS<sup>1, \*</sup>**,

**MARTÍN DÍAZ ZORITA<sup>2</sup>**

**Y ANDRÉS GRASSO<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Manejo de cultivos. (Argentina).

<sup>2</sup> DZD Agro - Fertilizar Asociación Civil

<sup>3</sup> Recuperar SRL. Fertilizar Asociación Civil

\*ferraris.gustavo@inta.gob.ar

El rendimiento es consecuencia de un manejo integral de la fertilización, con numerosas interacciones. El presente trabajo discute los resultados de diferentes modelos de fertilización, durante cuatro campañas agrícolas consecutivas. La fertilización balanceada con reposición de nutrientes resultó el criterio más ajustado, en una breve secuencia de cultivos de altos rendimientos.

**Palabras clave:** Fósforo, Nitrógeno, Reposición de nutrientes, Fertilización balanceada.

## Introducción

La Zona Núcleo Pampeana es una región de alto potencial productivo, y con elevada exigencia de factores de producción. Esta sensibilidad a la oferta de recursos determina una considerable brecha de rendimientos entre los actuales y alcanzables a campo (Rotilli *et al.*, 2023). El rendimiento de trigo y maíz depende principalmente de la disponibilidad de agua y nutrientes (Rizzo *et al.*, 2022), en cambio en soja es resultado de una combinación de factores (Ferraris *et al.*, 2022). El presente experimento tiene como objetivo evaluar el resultado de diferentes criterios de fertilización en un ciclo de cuatro campañas agrícolas, en la EEA INTA Pergamino. Hipotetizamos que la intensificación, a través de la fertilización balanceada con reposición de nutrientes permite

establecer una brecha de rendimientos con el manejo tradicional, que es técnica y económicamente viable.

## Materiales y Métodos

Se implantó un experimento de campo en la localidad de Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, Argiudol típico, (USDA - Soil Taxonomy V. 2006), capacidad de uso: I-2, IP: 85. Se utilizó un DBCA con dos franjas de 28m x 4 surcos, de las que para evaluar el rendimiento en grano se tomaron seis muestras de cosecha en maíz, y se recolectó la totalidad de la parcela en trigo y soja. Los rendimientos se ajustaron a humedad de recibo. Adicionalmente, en trigo se midió el porcentaje de proteína por espectrometría de infrarrojo cercano (NIRS).

La descripción del manejo de los cultivos y ambiente se presenta en la tabla 1, y el análisis de suelo inicial en la tabla 2. Cada tratamiento integró una combinación particular de nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S) y zinc (Zn), utilizando diferentes fuentes y momentos de aplicación. Los niveles de estos factores se presentan en las tablas 3a, 3b y 3c.

Se realizaron análisis de varianza, y comparación de medias a través del test LSD de Fisher.

**Tabla 1.** Características de las repeticiones evaluadas

Factor 1: Genotipo	Campaña 2016/17	Campaña 2017/18	Campaña 2018/19	Campaña 2019/20
<b>Especie</b>	Maíz	Soja	Soja	Trigo/Soja 2
<b>Cultivar</b>	ACA 474 VT3P	Nidera 4955 RR	N4309RG	B 620 /N 4309 RG
<b>Fecha de siembra</b>	11-oct	10-nov	21-nov	28-jun / 4-dic
<b>Tipo de año</b>	húmedo	seco	húmedo	normal

**Tabla 2.** Análisis de suelo efectuado al inicio de los experimentos.

Prof	Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos (0-20) cm	N-Nitratos suelo (0-40) cm
	%	mg/kg		ppm	kg/ha
<b>0-20 cm</b>	3,26	0,163	18,6	36,7	95,4
	<b>medio</b>	<b>medio</b>	<b>medio</b>	<b>alto</b>	<b>alto</b>
<b>Prof</b>	<b>S-Sulfatos</b>	<b>Zinc</b>	<b>Boro</b>	<b>pH</b>	<b>Agua en suelo</b>
	suelo				
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	agua 1:2,5	150 cm - siembra
<b>0-20 cm</b>	9,3	0,87	0,68	5,7	150 mm
	<b>medio</b>	<b>bajo</b>	<b>medio</b>	<b>Lig ácido</b>	<b>normal</b>

**Tabla 3.** Criterios de fertilización. Combinando fuentes y dosis.

**A) Maíz**

	Criterio	Fuente P	Fuente PS	Fuente N	Ajuste Z31
<b>T1</b>	Control	Testigo			
<b>T2</b>	Mínima	MAP 45		Urea 100	
<b>T3</b>	Suficiencia	MAP 55	SPS 20	Urea 100	N (s+f) 150 kg/ha
<b>T4</b>	Intensificado	MAP 81	SPS 27	Urea 100	N (s+f) 165 kg/ha
<b>T5</b>	Completo	MessSZ 180		Urea 100	N (s+f) 190 kg/ha

N (s+f), Nitrógeno aportado suelo 0-60 cm + fertilizante.

**B) Soja 2017/18 y 2018/19**

	Criterio	Fuente P	Fuente PS	Fuente N
<b>T1</b>	Control	Testigo		-----
<b>T2</b>	Mínima	SPS 50		-----
<b>T3</b>	Suficiencia	SPT 90		Inoculado
<b>T4</b>	Intensificado	MAP 50	SPS 50	Inoculado
<b>T5</b>	Completo	MessSZ150		Inoculado

**B) Trigo (soja de 2<sup>da</sup> no fue fertilizada)**

	Criterio	Fuente P	Fuente PS	Fuente N	Ajuste Z31
<b>T1</b>	Control	Testigo			
<b>T2</b>	Mínima	MAP 45		Urea 100	
<b>T3</b>	Suficiencia	MAP 55	SPS 20	Urea 100	N (s+f) 150 kg/ha
<b>T4</b>	Intensificado	MAP 81	SPS 27	Urea 100	N (s+f) 165 kg/ha
<b>T5</b>	Completo	MessSZ 180		Urea 100	N (s+f) 190 kg/ha

**MAP:** fosfato monoamónico (11-23-0), **SPS:** Superfosfato simple (0-9-0-S12), Microessentials **SZ:** Mess SZ (10-17-0-S10), Urea (46-0-0). Inoculación con bacterias de *Bradyrhizobium japonicum*.

N (s+f), Nitrógeno aportado suelo 0-60 cm + fertilizante.

# Resultados y Discusión

El período de estudio abarcó un ciclo climático con precipitaciones alrededor de la media. Las campañas agrícolas con condiciones atmosféricas más húmedas fueron la 2016/17 y la 2018/19, mientras que la 2017/18 fue la más seca, especialmente en

los meses de febrero y marzo de 2018. Los meses de febrero y marzo de 2020 también presentaron un déficit de precipitaciones, afectando a la soja de segunda y anulando el efecto de los tratamientos.

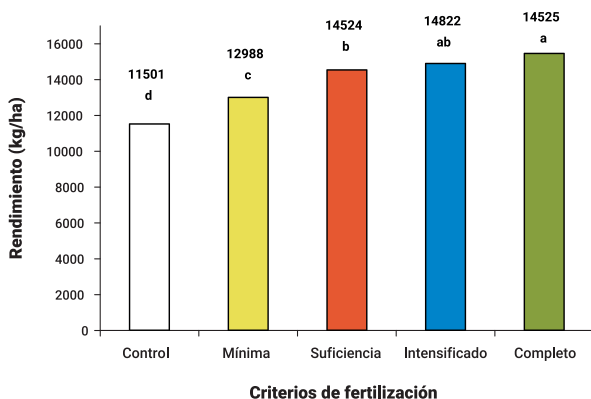


Figura 1. A) Maíz. Campaña 2016/17

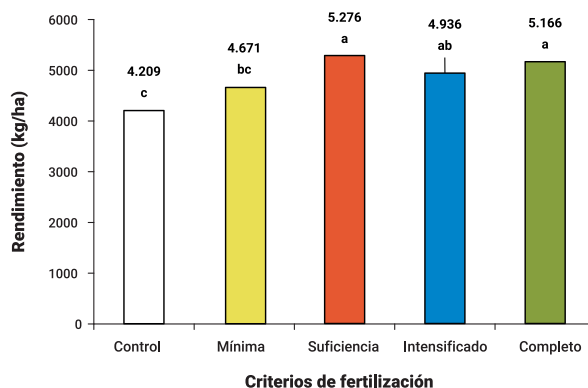


Figura 1. B) Soja. Campaña 2017/18

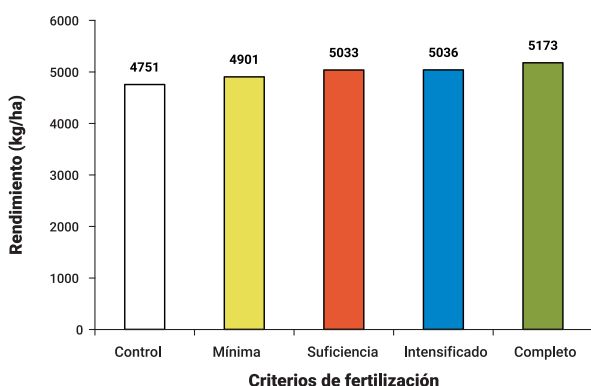


Figura 1. C) Soja. Campaña 2018/19

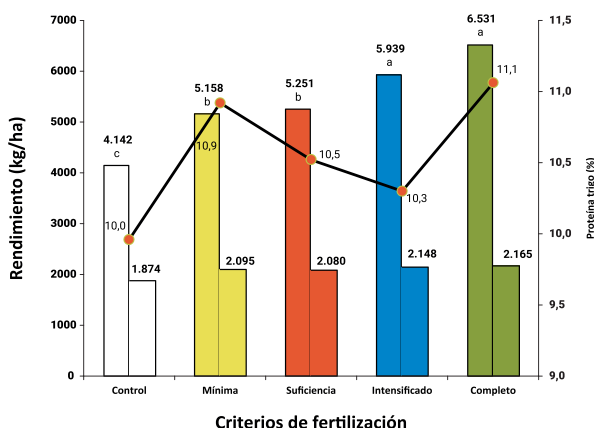


Figura 1. D) Trigo / Soja de segunda. Campaña 2019/20

**Figura 1:** Producción media de **A)** Maíz, **B)** Soja de 1<sup>ra</sup>, **C)** Soja de 1<sup>ra</sup> y **D)** Trigo / Soja de 2<sup>da</sup> y concentración de proteína en grano de trigo según modelo de fertilización. Pergamino, campañas 2016/17 a 2019/20. Letras distintas sobre las columnas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (LSD  $\alpha=0,05$ ).

En 2016/17 la productividad media de maíz fue de 13672 kg/ha, con una brecha de 3024 kg/ha, donde los nutrientes se expresaron gracias a la demanda derivada de un buen ambiente climático, en especial por la abundancia de precipitaciones. Los rendimientos aumentaron significativamente hasta el nivel **Intensificado** (figura 1.a), con ligeras diferencias absolutas con el tratamiento **Completo**, especialmente en este

último por el aporte de Zn. En un experimento de larga duración conducido en Arribeños (General Arenales, Bs. As.), se determinaron incrementos notables hasta un tratamiento de reposición para rendimientos medios, similar al Intensificado (Ferraris *et al.*, 2022) y más ligeros en los tratamientos de reposición para rendimientos máximos y reconstrucción. En 2017/18, el rendimiento máximo se obtuvo en el tratamiento

de **Suficiencia** (figura 1. b). La demanda mas aco-  
tada de nutrientes de la soja explicaría este plateau,  
en un escalón más bajo que el maíz. El esquema de  
suficiencia fue el primero en recibir la inoculación  
de las semillas. En 2018/19, las diferencias de rendi-  
miento no fueron significativas, sólo se expresaron  
a nivel de tendencia (figura 1. c). El buen ciclo climá-  
tico permitió incrementar los "pisos" de rendimiento,  
facilitando la adquisición de los nutrientes del suelo.  
Ciclos secos o húmedos modifican la respuesta rela-  
tiva entre tratamientos (Elli *et al.*, 2022). Finalmente,  
en 2019/20, sobre el cultivo de trigo, la mejora en la  
fertilización incrementó los rendimientos y la cosecha  
total de nitrógeno (rendimiento \*proteína) en todo el  
rango de tratamientos evaluados, con incrementos  
significativos en la productividad hasta el esquema

de intensificado (figura 1. d). La soja de segunda en  
cambio, perjudicada por la falta de lluvias, presentó  
rendimientos modestos sin diferencias significativas  
entre tratamientos ( $p > 0,05$ ).

Los rendimientos acumulados de las cuatro campañas  
agrícolas fueron de 26477, 29813, 32164, 32881 y  
33560 kg/ha para los tratamientos Control, Mínima,  
Suficiencia, Intensificado y Completo, respectiva-  
mente. Los mayores incrementos se obtuvieron  
en las gramíneas. La inserción de tres cultivos de  
soja modera las respuestas. El suelo constituye un  
soporte muy relevante, amortiguando la reducción  
de productividad en los no fertilizados.

## Conclusiones

El experimento demostró un premio en la pro-  
ductividad al aporte diversificado de nutrientes del  
tratamiento Completo. Un modelo de Suficiencia o  
Intensificado superarían al concepto de Mínima, el  
cual está siendo dejado de lado en los sistemas  
reales de producción.

## Bibliografía

Elli, E. F.; Ciampitti, I. A.; Castellano, M. J.; Purcell, L. C.; Naeve, S.; Grassini, P.; La Menza, N. C.;  
Moro Rosso, L.; de Borja Reis, A. F.; Kovács, P.; Archontoulis, S. V. 2022. *Climate Change and  
Management Impacts on Soybean N Fixation, Soil N Mineralization, N2O Emissions, and Seed  
Yield*. En: *Front Plant Sci.*13:849896.

Ferraris, G.N.; Paolilli, M.C.; Toribio, M.; Falconi, R.; Ferrero, N.; Falcone, R.; Moriones, F. 2022.



*Evaluación de largo plazo de efectos de diferentes estrategias de fertilización sobre indicadores productivos, económicos y ambientales en el norte de la Provincia de Buenos Aires. Informe final de resultados, campaña 2021/22. 16 pp.* Disponible en: Repositorio INTA <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/13411> [consultado: 4 de Setiembre de 2023].

Rizzo, G.; Monzon, J. P.; Tenorio, F. A.; Howard, R.; Cassman, K. G.; Grassini, P. 2022. *Climate and agronomy, not genetics, underpin recent maize yield gains in favorable environments*. En: Proceedings of the National Academy of Sciences 119(4): e2113629119.

Rotili, D. H.; Prado, S. A.; Barattini, A.; Lamattina, I.; Saks, M.; Gregorini, M.; García, F.; Andrade, J. F. 2023. *Estrategias de fertilización de mediano plazo en sistemas de cultivos extensivos con influencia de napa. Actas Simposio Fertilidad 2023. "Al gran suelo Argentino Salud"*. Disponible en: [www.fertilizar.org.ar](http://www.fertilizar.org.ar) [consultado: 4 de Setiembre de 2023].

# 04

## Mezclas de cultivos de cobertura y su impacto sobre la multifuncionalidad de los agroecosistemas

**SILVINA RESTOVICH<sup>1, \*</sup>,  
ADRIÁN ANDRIULO<sup>1</sup>  
Y SILVINA PORTELA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Gestión Ambiental. (Argentina).  
\* restovich.silvina@inta.gob.ar

Este estudio demuestra que las secuencias de cultivos de verano que incorporan mezclas de cultivos de cobertura aumentan la multifuncionalidad del ecosistema y que incluir vicia en la mezcla incrementa su potencial de producción y sus beneficios al suelo, especialmente en la secuencia soja-soja.

**Palabras clave:** Propiedades del suelo, Rendimiento, Leguminosa.

### Introducción

Los agroecosistemas actuales han disminuido la diversidad de especies de plantas, tanto espacial como temporalmente. Además, se volvieron dependientes de insumos externos, despreciando el rol de procesos edáficos como el ciclado de nutrientes, y perdieron capacidad para proveer algunos servicios ecosistémicos asociados al suelo. La inclusión de cultivos de cobertura en los sistemas de cultivos anuales puede incorporar una importante biodiversidad temporal, taxonómica y funcional (Schipanski *et al.*, 2014), mientras que proporcionan otros servicios ecosistémicos adicionales en los sistemas agrícolas, como el aumento en la calidad y el funcionamiento del suelo, ciclado de nutrientes, menor erosión, calidad del agua, regulación de plagas y productividad de los cultivos (Daryanto *et al.*, 2018).