

INNOVACIONES EN FUENTES PARA LA NUTRICIÓN DE SOJA

SOURCES FOR SOYBEAN NUTRITION

INTA EEA PERGAMINO

CAMPAÑA 2018/19

Ing. Agr. Gustavo N. Ferraris

1.INTA EEA Pergamino.Av Frondizi km 4,5 (B2700WAA) Pergamino ferraris.gustavo@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El fósforo (P) es un nutriente esencial para los vegetales. La tendencia creciente en los rendimientos - que determina mayores niveles de extracción – junto a estrategias de producción de corto plazo, muchas veces en campos arrendados a terceros, ha provocado una permanente extracción dando como resultado los bajos niveles actuales, que se pueden determinar mediante análisis químicos en suelos pampeanos. En la actualidad, se considera que en términos globales se repone alrededor del 50 % del nutriente extraído con las cosechas. Para la nutrición de soja, en la Región Pampeana Argentina los fosfatos de calcio son las fuentes de uso prevalente, tanto el superfosfato triple (0-20-0) como el superfosfato simple (0-9-0-S12). El primero se caracteriza por su alto grado de P mientras que el segundo además aporta una cantidad significativa de azufre (S). Sin embargo, la relación de concentración entre ambos elementos (9:12) podría resultar desbalanceada, especialmente para la región núcleo pampeana. Además, de acuerdo con numerosos trabajos realizados en los últimos años, el aporte de sólo dos elementos podría resultar insuficiente.

Teniendo en cuenta que la disponibilidad de P es crítica en los primeros estadios fenológicos, no sólo la dosis sino también la localización y formas física y química del fertilizante podrían resultar relevantes. Con el objetivo de cubrir estas necesidades de corto plazo, y aportar parcialmente a la reposición de P en el suelo en el largo plazo, han surgido en los últimos años fuentes de mayor solubilidad bajo una forma física –líquidos o microgranulados- y química –polifosfatos- novedosa para este elemento, cuya eficiencia requiere ser evaluada. Además de P, otros elementos podrían limitar la producción. El S modifica la eficiencia fotosintética e interviene en la síntesis de proteína. De baja movilidad en la planta, sus carencias se manifiestan a través de una clorosis en las hojas de reciente expansión. Por este motivo las formulaciones de base “starter” suelen incluirlo junto a P. La versatilidad de los líquidos permiten además incluir micronutrientes como zinc (Zn) o boro (B).

Los objetivos de esta investigación fueron: 1- Evaluar la eficiencia de formulaciones microgranuladas y tradicionales, validando a las primeras con referentes del mercado. 2- Comparar una formulación de composición adaptada a gramíneas, a una específicamente desarrollada para soja.

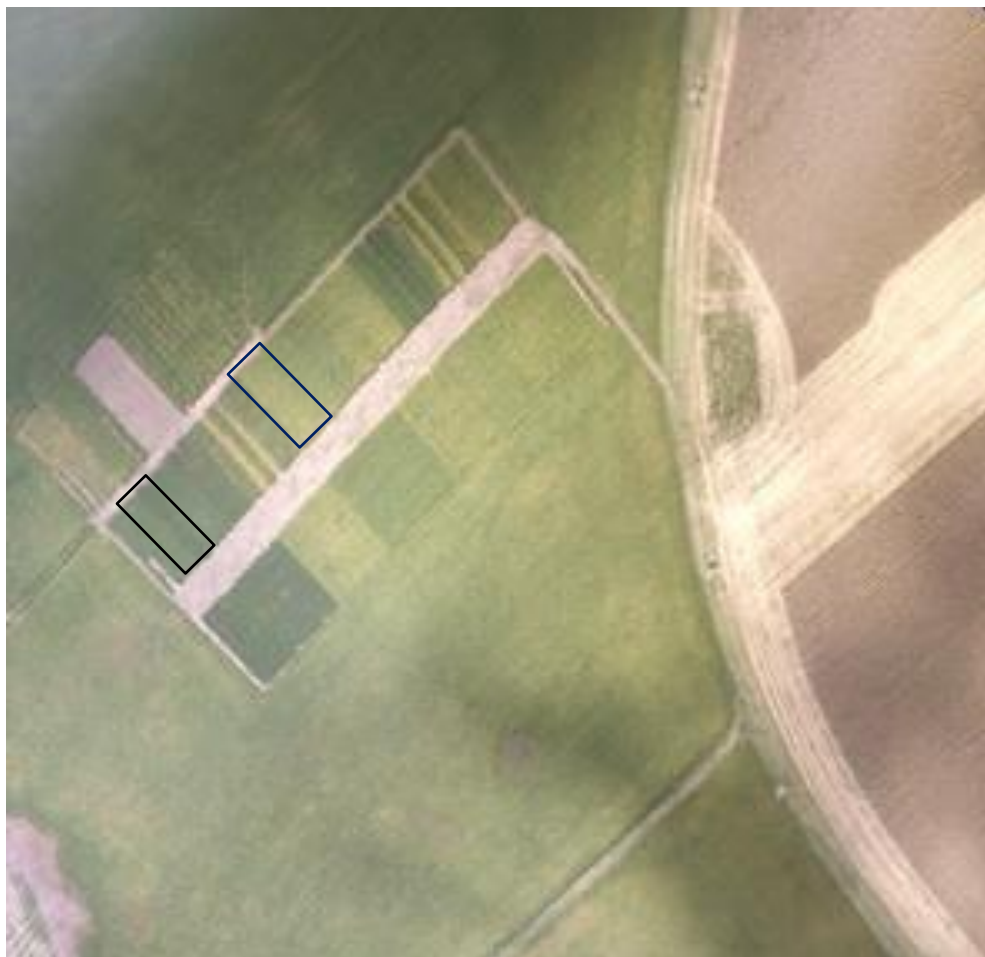
. Hipotetizamos que 1. Fuentes microgranuladas equiparan la respuesta de aquellas tradicionales, compensando por eficiencia el menor aporte total de nutrientes 2. El agregado de azufre y microelementos en las formulaciones permite una fertilización balanceada que maximiza los rendimientos.

Palabras clave: soja, fuentes especiales, fertilizantes “starter”, mezclas químicas, azufre, boro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2018/19, se realizaron cuatro experimentos de campo, dos en soja de primera y dos en segunda, destinados a evaluar el impacto de diferentes tecnologías de fertilización inicial sobre

la productividad del cultivo de soja. Los tratamientos fueron aplicados en soja de primera. Detalles de estos experimentos se presentan en la Tabla 1.



Fotografía 1: Localización geográfica del sitio experimental Pergamino, y específicamente de los experimentos en siembra temprana (contorno azul) y tardía (contorno negro). INTA EEA Pergamino, imagen tomada mediante drone el 22 de marzo de 2019.

Tabla 1: Descripción de los sitios experimentales. Campaña 2018/19.

Sitio	Pergamino temprano	Wheelwright temprano	Pergamino tardío	Juncal segunda
Serie Suelo	Pergamino I-2	Hughes	Pergamino I-2	El Arbolito 4
Clase e IP	Clase I-2. IP87	Clase I	Clase I-2. IP87	Clase 4ws – IP67
Tipo de suelo	Argiudol típico	Argiudol típico	Argiudol típico	Argiudol ácuico
Cultivar	FN 4.97	Nidera NS 4309	FN 4.97	DM 4214 STS
Fecha de siembra	21-noviembre	18-Noviembre	19-diciembre	01-Diciembre
Espaciamiento	0,40 m	0,525 m	0,40 m	0,42 m

En todos los casos, durante el ciclo se aplicaron insecticidas y fungicidas para prevenir el ataque de oruga bolillera, chinches y enfermedades. Las parcelas se mantuvieron totalmente libres de malezas y plagas.

El diseño del ensayo correspondió a bloques completos al azar con tres-cuatro repeticiones y cuatro tratamientos. Los detalles de los tratamientos evaluados se describen en la Tabla 2. Por su parte, los análisis de suelo de los sitios se presentan en la Tabla 3.

Tabla 2: *Tratamientos de fertilización con fósforo, azufre y nutrientes aplicados por vía foliar en Soja. Pergamino, Campaña 2018/19.*

	Fertilización inicial	Dosis (kg ha ⁻¹)
T1	Control	0
T2	Microstar PZ	25
T3	Microstar CMB	25
T4	Microstar CMB	30
T4	Microstar CMB	40
T4	Fosfato monoamónico	80

Tabla 3: *Análisis de suelo al momento de la siembra, promedio de tres - cuatro repeticiones. Fertilización en Soja..*

Prof	pH	MO	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos (0-60 cm)	S-Sulfatos (0-20 cm)	Zn – DTPA (0-20 cm)
0-20 cm	agua 1:2,5	%		mg kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
Pergamino 1	5,5	2,25	0,112	9,9	13,5	7,5	1,19
Wheelwright 1	5,5	3,10	0,155	14,5	8,1	10,0	1,01
Pergamino 2	5,7	2,42	0,121	7,7	13,2	6,9	0,98
Juncal 2	5,9	2,71	0,136	12,0	8,8	6,6	0,92

Se recontaron plantas emergidas 15 dds. En R4 se determinó el NDVI por medio del sensor Green seeker, la cobertura mediante procesamiento con software específico de imágenes digitales. Asimismo, se estimó el contenido de N mediante el medidor de clorofila Minolta Spad 502, y se calificó el vigor en función del estado general de la parcela, su uniformidad y sanidad. La recolección se realizó con una cosechadora experimental automotriz (Juncal, Colón y Pergamino) o en forma manual (General Gelly y El Socorro). Sobre una muestra de cosecha se determinaron los componentes del rendimiento, N° de nudos, vainas, NG y PG. Los resultados fueron analizados por partición de la varianza, comparaciones de medias y análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CAMPAÑA

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones determinadas en el sitio experimental y la evapotranspiración del cultivo así como el balance hídrico decádico, medido a través de la evolución del contenido de agua útil en suelo. La campaña 2018/19 presentó un clima amigable para el cultivo, con lluvias copiosas durante diciembre – enero, y un período de pausa caracterizado por altas temperaturas

y falta de lluvias en las dos primeras décadas de febrero. Nada de esto pareció limitar los rendimientos (Figura 2). Las condiciones de final de llenado fueron muy favorables, con temperaturas sostenidas y alta radiación. La presencia de plagas fue moderada, solo alcanzando el umbral crítico de tratamientos la población de *Anticarsia gemmatilis* y chinches. La condición de temperatura y baja severidad de plagas contribuyó no agravando el efecto de la falta de lluvias.

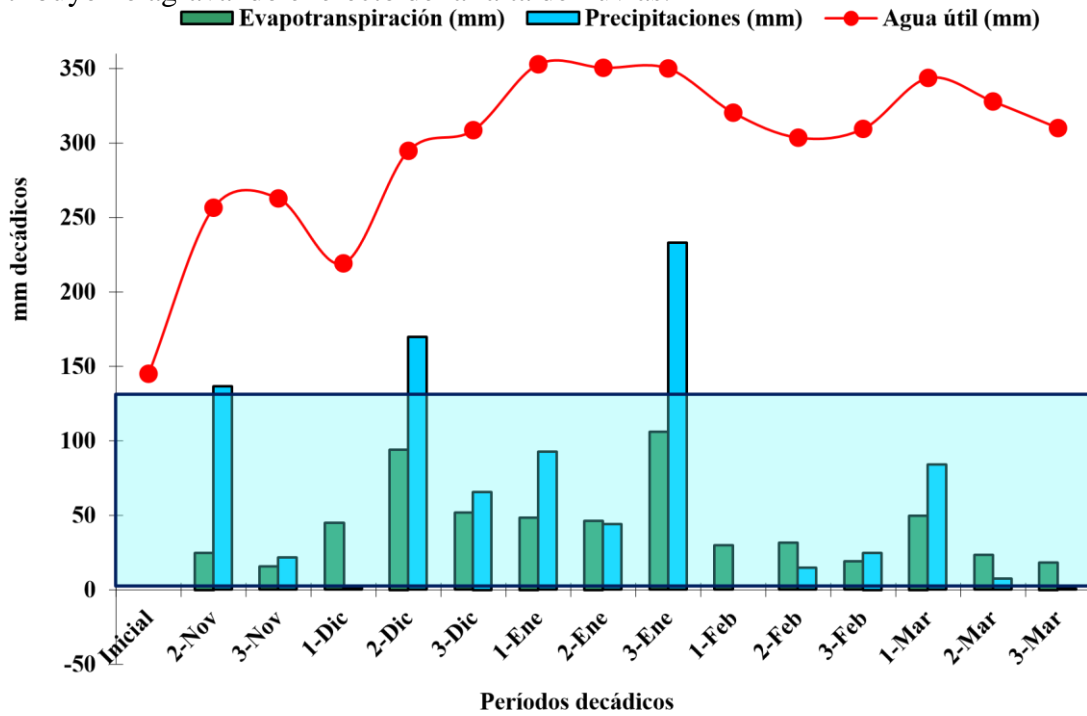


Figura 1.a. Pergamino

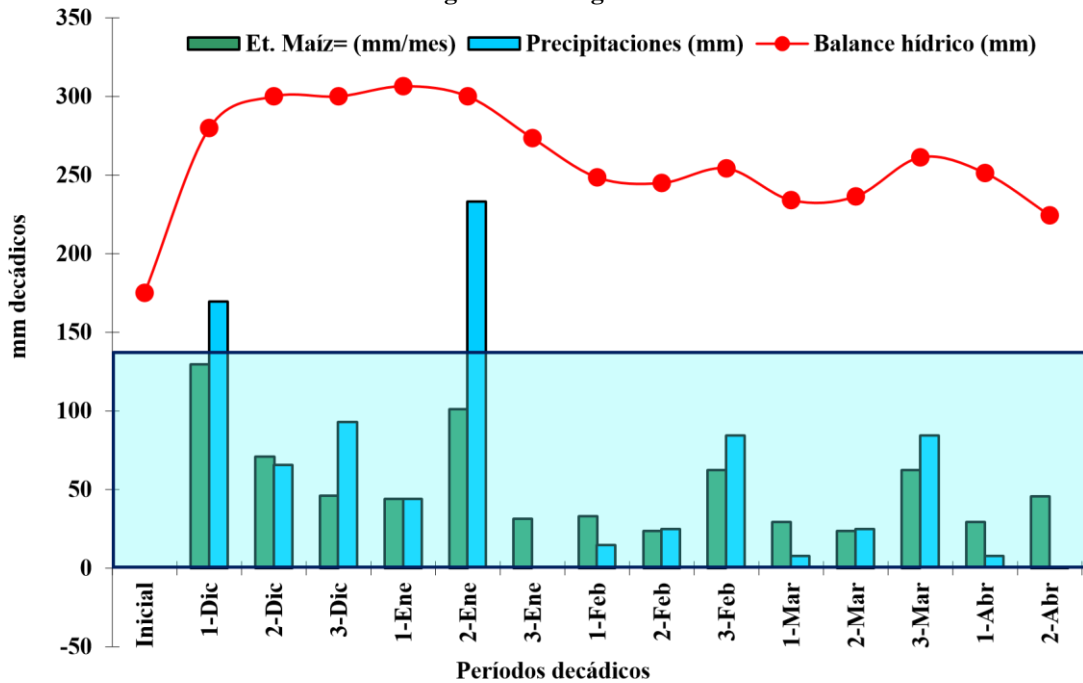


Figura 1-b. Wheelwright

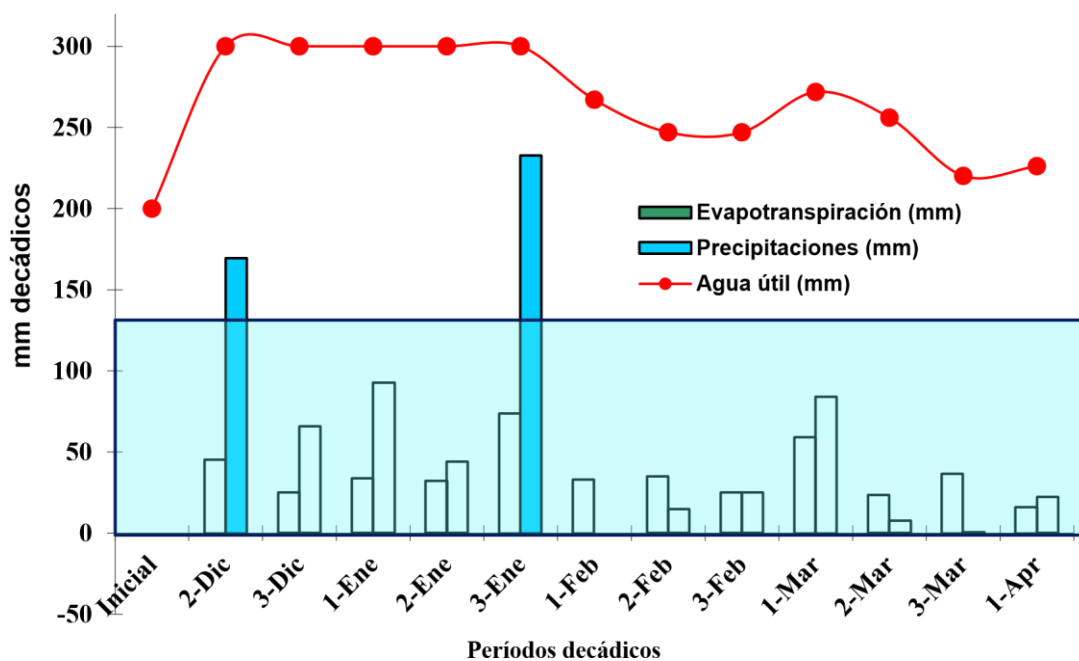


Figura 1-c. Pergamino tardío

Figura 1. Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico considerando 1,5 m de profundidad. INTA EEA Pergamino, campaña 2018/19. 1.a. **Pergamino temprano.** Precipitaciones totales en el ciclo 987 mm. AU inicial (150 cm) 145 mm. Déficit acumulado 0 mm. 1.b **Wheelwright temprano** Precipitaciones totales 851 mm. AU inicial (150 cm) 170 mm. Déficit de evapotranspiración 0 mm. 1.c. **Pergamino tardío.** Precipitaciones totales en el ciclo 757 mm. AU inicial (150 cm) 200 mm. Déficit acumulado 0 mm. El rectángulo azul indica el nivel donde AU disminuye debajo del 50%, en el cual el consumo del cultivo podría no ser el óptimo.

RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS

En la Tabla 4 se presenta una evaluación de nodulación, mientras que en la Tabla 5 el rendimiento, sus componentes y otras variables determinadas durante el ciclo de cultivo, para las diferentes localidades.

Tabla 4: Evaluación cuantitativa y cualitativa de nodulación. Fuentes y dosis para la fertilización de Soja. INTA Pergamino, campaña 2018/19.

T	Tratamientos	Número Nódulos (1)	Tamaño nódulos (2)	Localización (3)	Funcionalidad (4)
Pergamino temprano					
T1	Control	2	4	4	2
T2	Microstar PZ 25	3	4	4	3
T3	Microstar CMB 25	2	4	3	3
T4	Microstar CMB 30	3	5	4	4
T5	Microstar CMB 40	3	3	3	3
T6	Fosfato monoamónico 80	3	4	3	3
R2 vs rend		0,36	0,00	0,07	0,41
Wheelwright temprano					
T1	Control	5	4	3	2
T2	Microstar PZ 25	3	4	3	2
T3	Microstar CMB 25	3	4	5	3
T4	Microstar CMB 30	4	5	5	3
T5	Microstar CMB 40	4	4	5	3
T6	Fosfato monoamónico 80	4	3	5	3
R2 vs rend		0,53	0,06	0,34	0,34
Pergamino tardío					
T1	Control	2	3	4	2
T2	Microstar PZ 25	3	4	3	2
T3	Microstar CMB 25	3	4	4	2
T4	Microstar CMB 30	3	4	4	3
T5	Microstar CMB 40	3	3	3	2
T6	Fosfato monoamónico 80	2	2	3	2
R2 vs rend		0,41	0,10	0,28	0,00
Juncal segunda					
T1	Control	3	3	2	2
T2	Microstar PZ 25	4	3	3	2
T3	Microstar CMB 25	4	3	4	2
T4	Microstar CMB 30	3	4	5	3
T5	Microstar CMB 40	4	4	4	2
T6	Fosfato monoamónico 80	3	3	2	2
R2 vs rend		0,15	0,15	0,50	0,17

Escala de colores: 1: rojo, 2: naranja, 3: amarillo, 4: verde claro, 5: verde oscuro.

1: rojo

2: naranja

3: amarillo

4: verde claro

5: verde oscuro

Número de nódulos: 1: nulo, 2: escaso, 3: medio, 4: alto, 5: muy alto.

Tamaño: 1: muy pequeños, 2: pequeños, 3: tamaño medio, 4: tamaño grande, 5: tamaño muy grande.

Localización: 1: totalmente en raíces secundarias, 2: mayormente en raíces secundarias, 3: distribución equitativa raíz principal: raíz secundaria, 4: mayormente en raíz primaria, 5: nódulos totalmente localizados en raíz principal.

Funcionalidad: 1: tonalidad completamente verde o marrón, 2: tonalidad mayormente verde o marrón, 3: tonalidad diversa, 4: tonalidad mayormente rojiza, 5: tonalidad rojiza en la totalidad de los nódulos.

Tabla 5: Densidad, Altura de planta (cm), cobertura e intercepción, índice verde (Green seeker), número de nudos y vainas, intercepción de radiación, vigor, rendimiento de grano, componentes y respuesta sobre el testigo. Tratamientos con impregnación de fertilizantes y aplicaciones foliares en Soja. Juncal, Colón, General Gelly, Pergamino y El Socorro. Campaña 2018/19.

Trat.	Número de plantas	Green Seeker R4	Nudos/planta	Vainas /planta	Intercepción R4 (%)	Vigor
Pergamino INTA 1						
Control	30,5	0,80	16,0	40,5	94,1	3,5
Microstar PZ 25	31,5	0,82	16,5	51,0	97,5	4,0
Microstar CMB 25	33,0	0,84	16,0	45,0	94,1	3,8
Microstar CMB 30	32,0	0,83	17,0	45,0	86,5	3,9
Microstar CMB 40	33,5	0,84	16,5	45,5	94,1	3,7
MAP 80	30,5	0,82	16,0	47,0	95,8	3,8
R ² vs rend	0,16	0,42	0,12	0,83	0,03	0,83
Wheelwright 1						
Control	28,2	0,73	14,0	39,0	93,3	3,5
Microstar PZ 25	30,1	0,72	13,0	36,0	96,7	3,4
Microstar CMB 25	31,5	0,73	17,0	56,0	95,1	3,5
Microstar CMB 30	32,0	0,73	14,0	51,0	94,8	3,5
Microstar CMB 40	33,0	0,73	14,0	47,0	97,1	3,6
MAP 80	26,5	0,72	14,5	51,0	94,6	3,8
R ² vs rend	0,29	0,04	0,00	0,18	0,46	0,0
Pergamino INTA 2						
Control	25,1	0,63	17,0	35,0	91,2	3,0
Microstar PZ 25	24,2	0,64	17,0	40,0	94,3	3,8
Microstar CMB 25	28,3	0,64	16,0	51,0	92,3	3,5
Microstar CMB 30	27,3	0,64	15,5	40,5	95,1	3,7
Microstar CMB 40	28,5	0,65	16,5	40,0	95,7	3,7

MAP 80	26,5	0,63	15,0	42,0	94,8	3,5
R ² vs rend	0,02	0,22	0,07	0,29	0,41	0,85
Juncal 2						
Control	31,5	0,59	12,0	34,0	89,4	3,5
Microstar PZ 25	33,0	0,62	12,5	41,0	92,5	3,7
Microstar CMB 25	30,5	0,61	13,5	38,0	95,0	3,6
Microstar CMB 30	33,0	0,61	13,0	44,0	93,5	3,7
Microstar CMB 40	33,0	0,61	13,5	37,0	95,1	3,8
MAP 80	29,5	0,62	13,0	44,0	95,4	3,7
R ² vs rend	0,03	0,62	0,55	0,49	0,62	0,47

Trat.	Altura de plantas	Spad	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	NG	PG	Dif vs T1 (kg ha ⁻¹)
Pergamino INTA 1						
Control	97	46,5	4415,2	3222,8	137,0	
Microstar PZ 25	102	46,4	5113,3	3678,6	139,0	698,1
Microstar CMB 25	97	47,1	4948,8	3485,1	142,0	533,6
Microstar CMB 30	102	47,0	4892,5	3457,6	141,5	477,3
Microstar CMB 40	100	47,5	4894,4	3508,5	139,5	479,2
MAP 80	100	47,2	4925,1	3568,9	138,0	509,9
R ² vs rend	0,39	0,05	P=0,40	0,92	0,26	
Wheelwright 1						
Control	110	49,3	4094,0	2261,9	181,0	
Microstar PZ 25	110	50,1	6116,0	3351,2	182,5	2022,0
Microstar CMB 25	109	51,2	5959,3	3310,7	180,0	1865,3
Microstar CMB 30	120	51,3	6386,5	3480,4	183,5	2292,5

Microstar CMB 40	109	51,5	6036,0	3381,5	178,5	1942,0
MAP 80	107	50,9	5757,5	3234,6	178,0	1663,5
R2 vs rend	0,10	0,65	P<0,0001	0,99	0,02	
Pergamino INTA 2						
Control	83	46,1	4122,8	3142,4	131,2	
Microstar PZ 25	88	47,5	4442,6	3383,6	131,3	319,8
Microstar CMB 25	87	46,4	4367,7	3223,4	135,5	244,9
Microstar CMB 30	91	46,9	4446,3	3407,1	130,5	323,5
Microstar CMB 40	89	47,1	4466,4	3358,2	133,0	343,6
MAP 80	92	45,9	4351,2	3308,9	131,5	228,4
R2 vs rend	0,45	0,32	P=0,28	0,56	0,04	
Juncal 2						
Control	78	45,2	3184,0	2035,7	156,4	
Microstar PZ 25	82	45,4	3875,3	2501,1	154,9	691,3
Microstar CMB 25	83	43,9	3947,3	2531,6	155,9	763,3
Microstar CMB 30	89	49,1	4030,5	2627,9	153,4	846,5
Microstar CMB 40	84	47,4	3832,3	2500,3	153,3	648,3
MAP 80	87	48,9	3799,8	2507,9	151,5	615,8
R2 vs rend	0,60	0,09	P<0,01	0,98	0,20	

R4 (vaina de máximo tamaño) de acuerdo a la escala de Fehr y Caviness, 1974.

Índice de Vigor: Según escala 1: mínimo – 5: máximo. Evalúa Sanidad, tamaño de planta y uniformidad de las parcelas.

Intercepción: evaluado cómo % de la radiación máxima incidente.

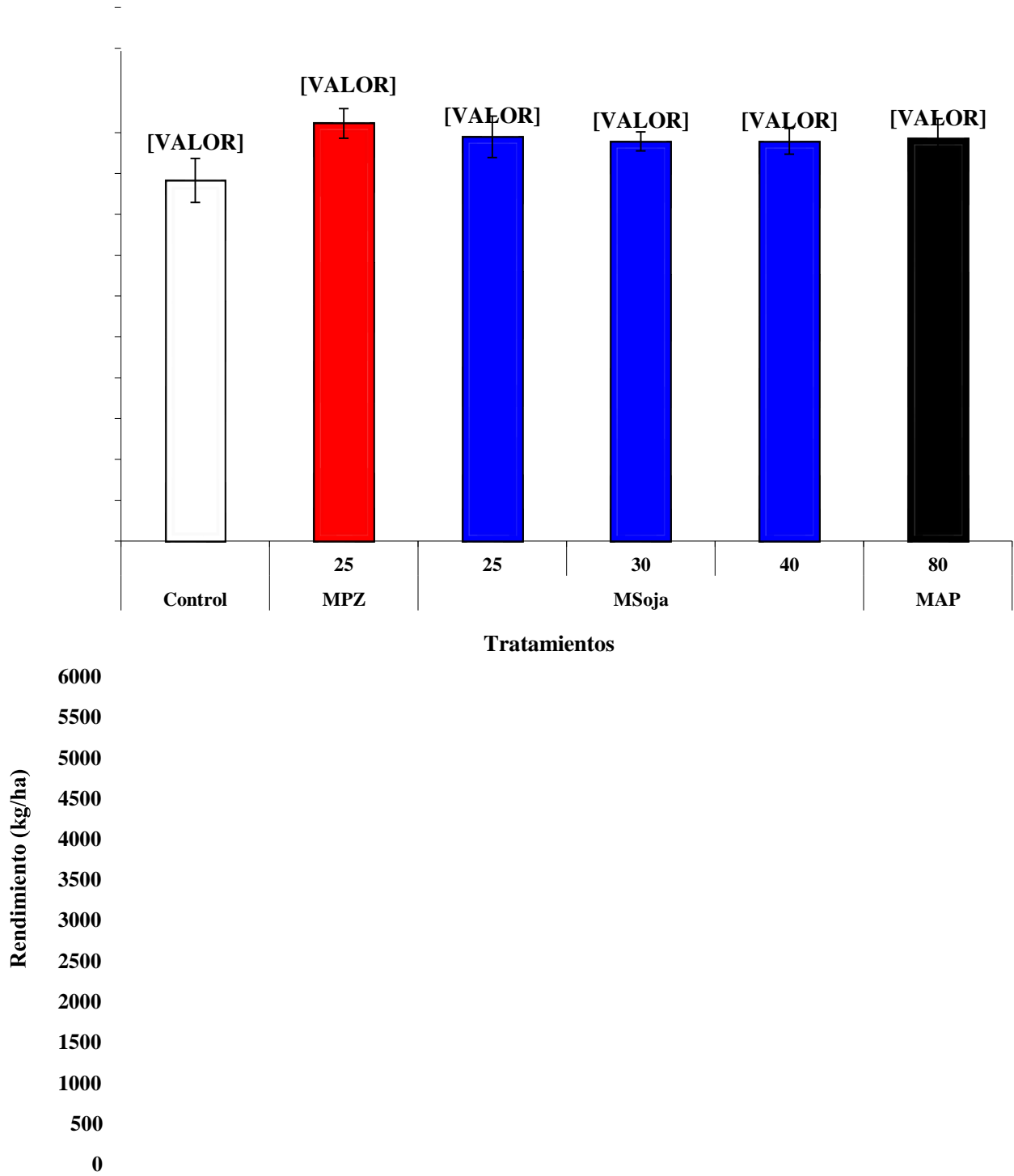


Figura 2.a. Pergamino temprano

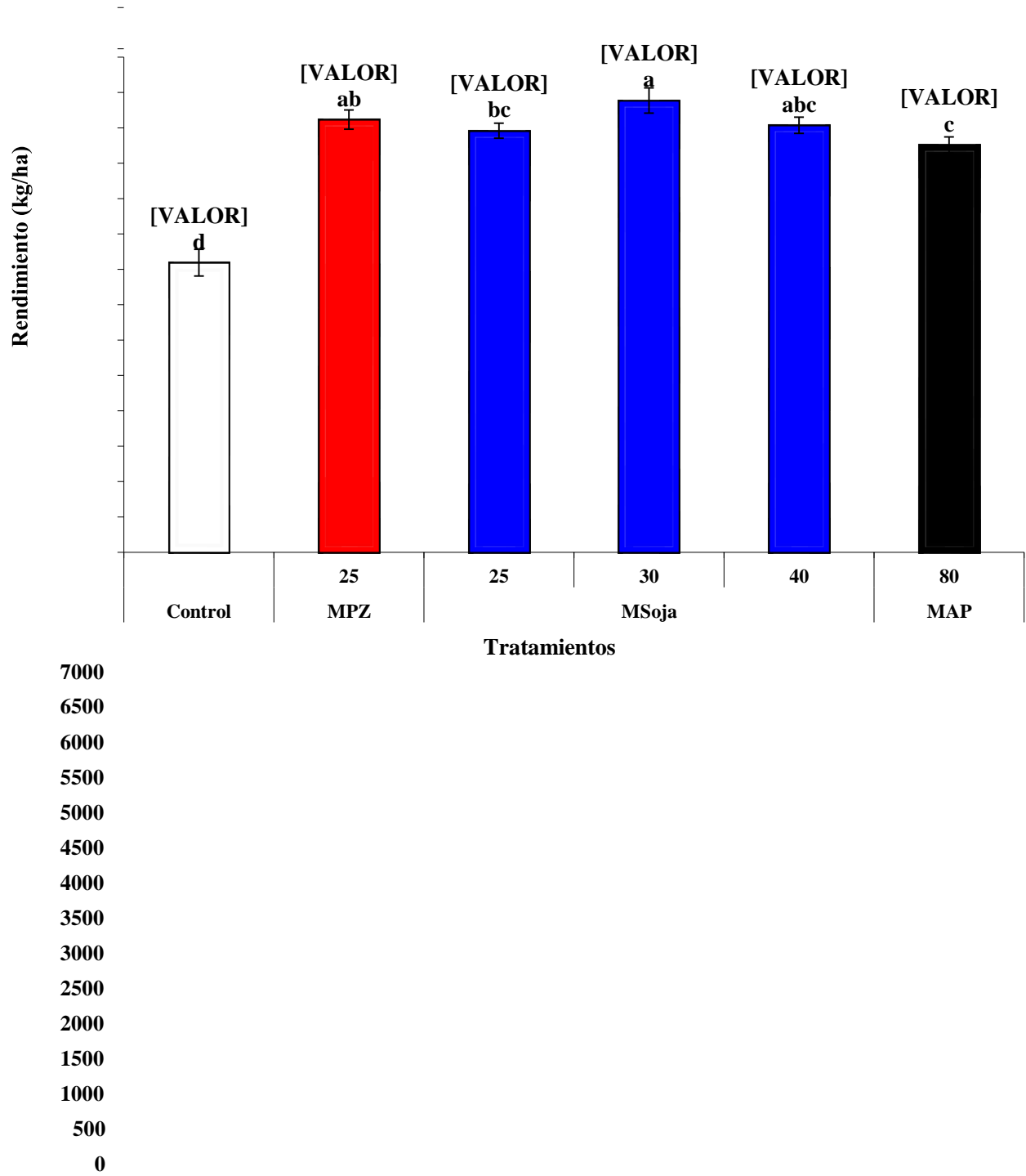


Figura 2.b Wheelwright temprano

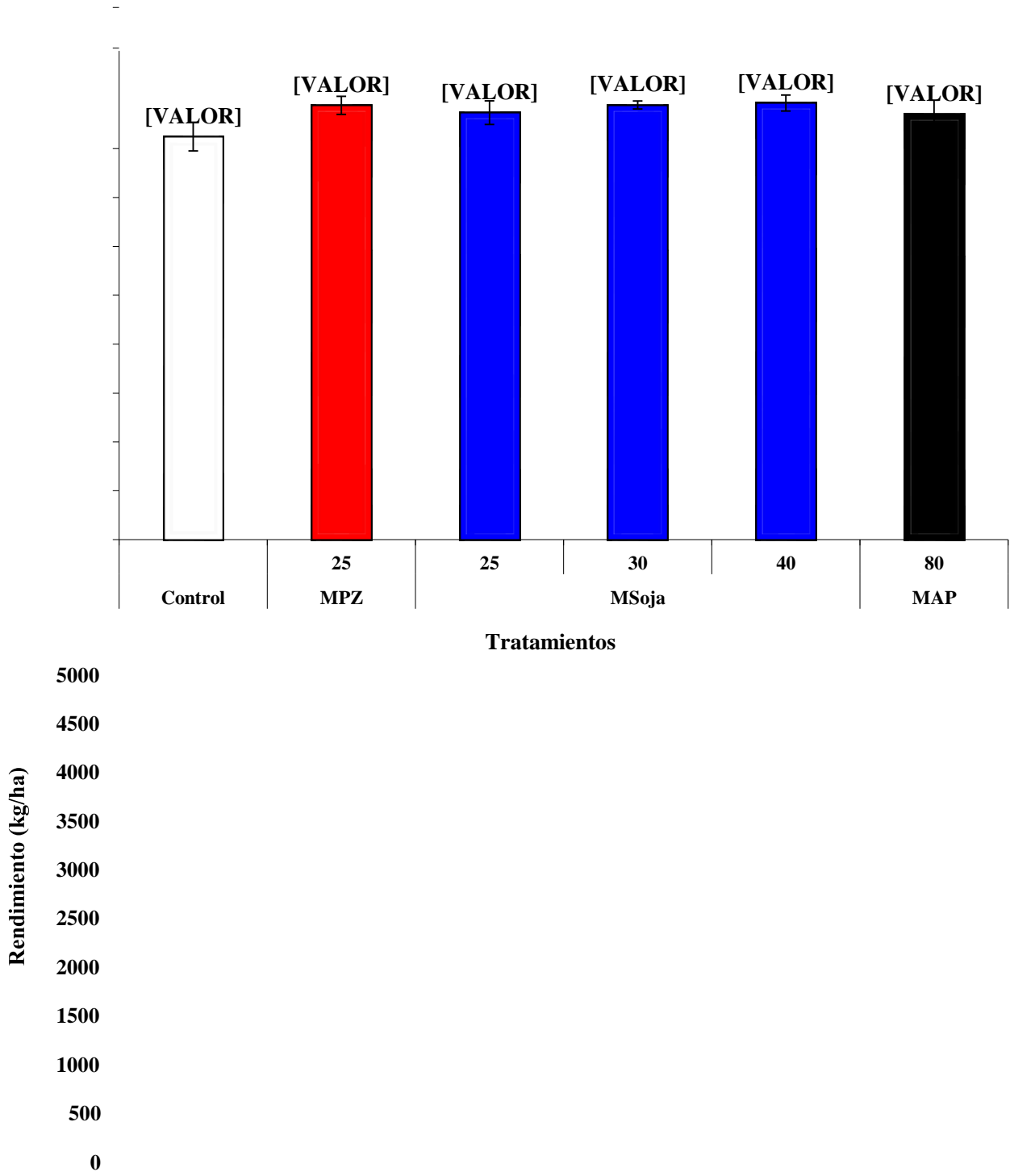


Figura 2.c. Pergamino tardío

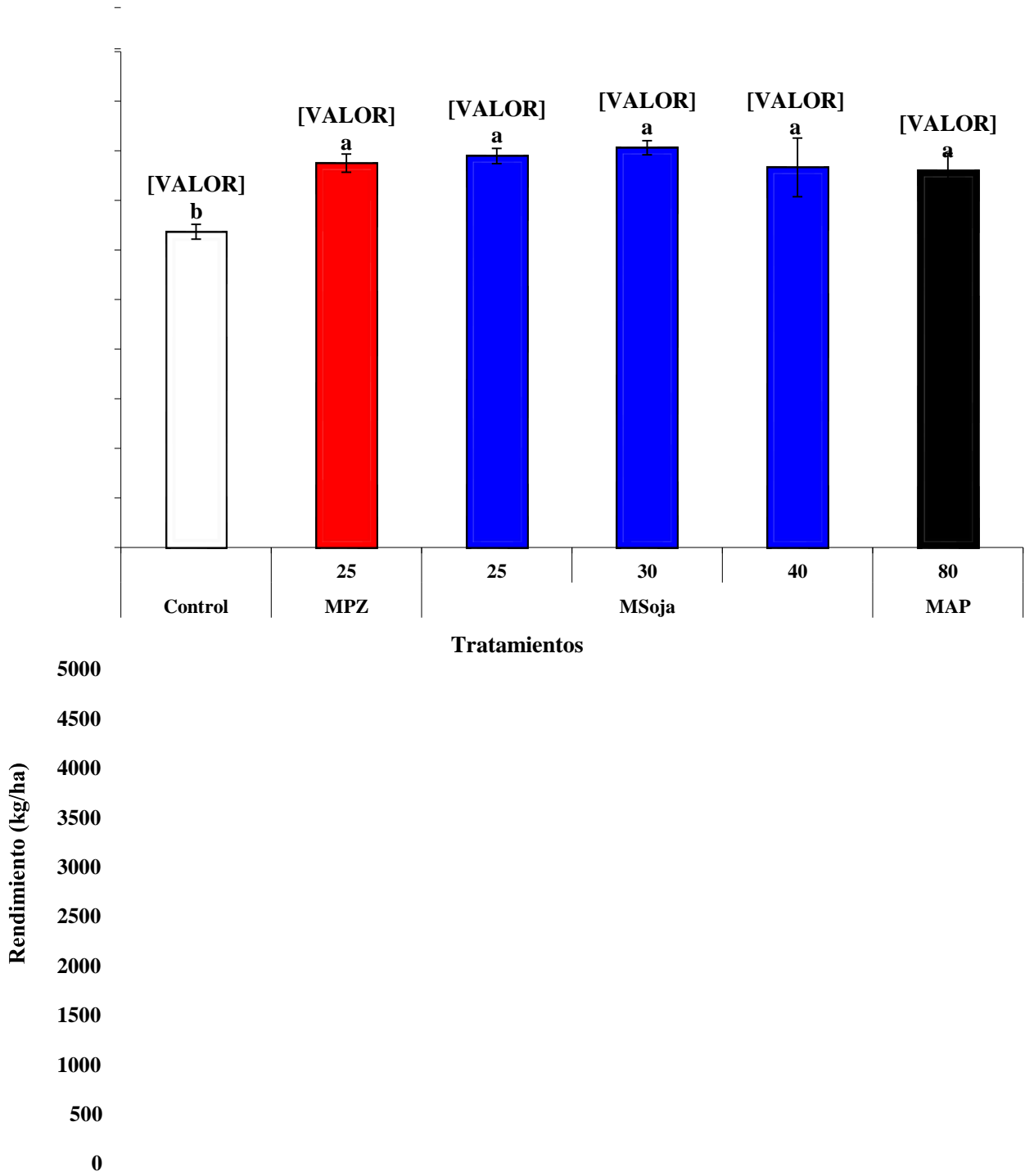


Figura 2.d. Juncal tardío

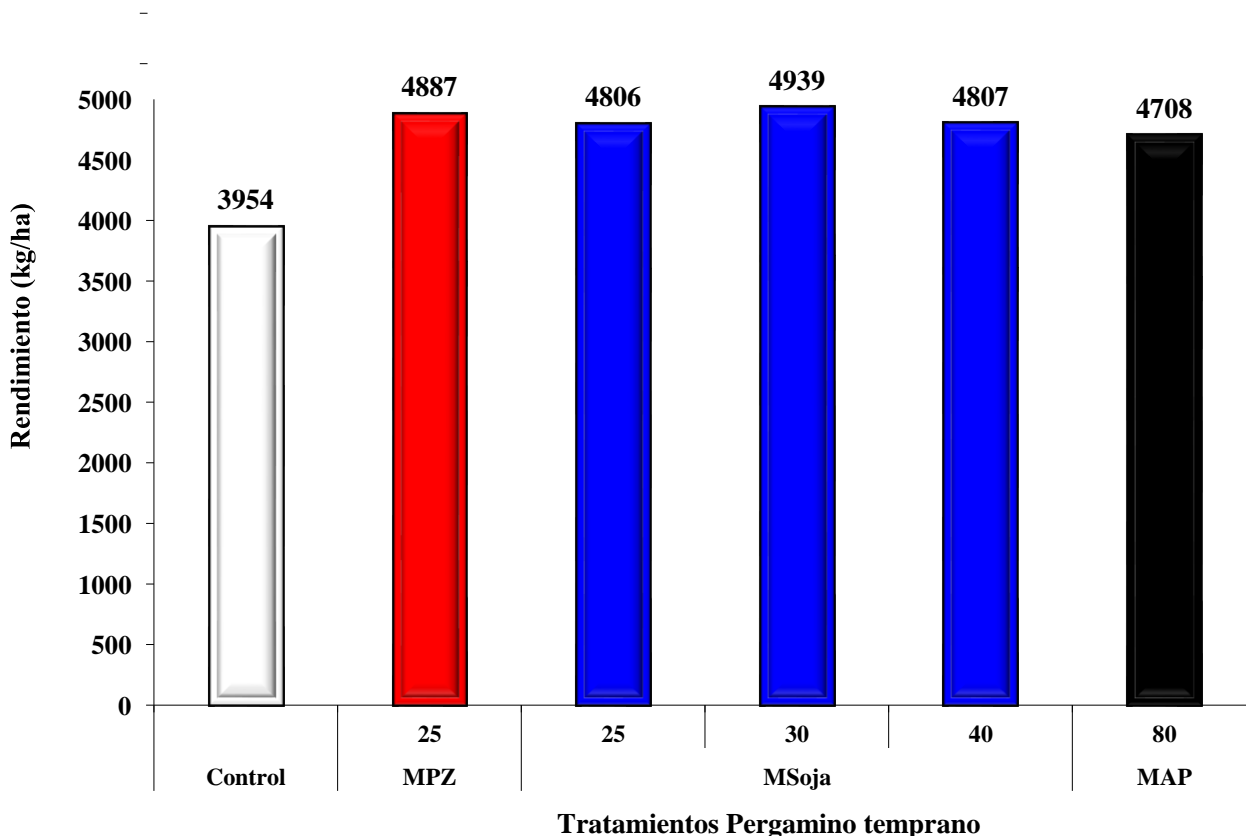


Figura 2.f. Promedio de todos los sitios

Figura 2: Rendimiento de grano según tratamientos de fertilización con fósforo, azufre y microelementos en soja, comparando fuentes tradicionales y microgranuladas Localidades de a)Pergamino temprano, b)Wheelwright temprano, c)Pergamino tardío, d)Juncal segunda, y e)promedio de todos los sitios. INTA EEA Pergamino, campaña 2018/19.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La campaña 2018/19 fue favorable, marcando distancias con la precedente. El promedio general de la red fue de 4684 kg ha⁻¹. Para la dispersión geográfica y de ambientes propia de la red, y considerando que la mitad de los sitios corresponden a soja de segunda, constituye un rendimiento notable. La localidad de mayor rendimiento fue INTA Pergamino con 5725 kg ha⁻¹, un sitio de media fertilidad pero con una posición alta en el relieve. En el lado opuesto, el ambiente de menor producción correspondió a Juncal segunda, cuyo rendimiento de 3778 kg ha⁻¹ tuvo restricciones propias de un breve período de falta de precipitaciones.

Dos de los sitios presentaron diferencias estadísticas en los tratamientos ($P < 0,01$), Pergamino temprano (Figura 2.a) y Pergamino tardío (Figura 2.c). Esta diferencia se trasladó al rendimiento medio de todos los sitios (Figura 2.f).

En promedio de todas las localidades, Microstar CMB alcanzó el rendimiento máximo a la dosis de 30 kgha⁻¹. En este nivel, la productividad fue superior a la de Microstar PZ. Los resultados provienen de sitios con disponibilidades muy bajas a bajas de P. Las fuentes microgranuladas alcanzaron rendimientos superiores a los de MAP, probablemente a partir de un aporte más balanceado de nutrientes.

Entre las variables evaluadas, NG se destacó por su alta correlación con rendimiento en todos los sitios (Tabla 5). Otras variables de alta asociación a rendimiento fueron Altura (cm), la calificación subjetiva de vigor, vainas planta⁻¹ e intercepción (%) (Tabla 5).

-

Los resultados del presente experimento permiten concluir sobre los efectos positivos de una nueva fuente incorporada al mercado. Sus cualidades físicas y de formulación balanceada mejorarían la contribución respecto de fuentes con aporte único de NP. Por otra parte, de acuerdo con la

información generada, a la dosis óptima ajustada de 30 kgP ha⁻¹, Microstar CMB podría superar a la precedente Microstar PZ.

estrategias innovadoras de fertilización, que alcanzan rendimientos similares aun cuando se apoyan en principios diferentes, desde lo conceptual y en la forma de aplicación. Resalta la importancia de Zn, y la impregnación de los fertilizantes como una vía exitosa para proveerlos.

LITERATURA CONSULTADA

- * Akhtar, M., Yaqub, M., Naeem, A., Ashraf, M., & Hernandez, V. E. (2016). Improving phosphorus uptake and wheat productivity by phosphoric acid application in alkaline calcareous soils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(11), 3701-3707.
- * Allan, G. G., Freepons, D. E., & Crews, G. M. (1989). U.S. Patent No. 4,832,728. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- * Barbagelata, P. 2011. Fertilización fosfatada para trigo y maíz en siembra directa: Diagnóstico de fertilidad y estrategias de fertilización. *Actas Simposio Fertilidad 2011. IPNI-Fertilizar AC.* pp. 90-97.
- * Barraco, M., M Díaz Zorita, W. Miranda y C. 2015. Contribución de la fertilización con nitrógeno, fósforo y azufre a la productividad de maíz en la Pampa Arenosa pp116-119. *Simposio Fertilidad 2015 “Nutriendo los suelos para las generaciones del futuro”.* IPNI – Fertilizar Asociación Civil. 252pp.
- * Bermudez, M. 2011. Cómo llevar a la práctica en gran escala el manejo sitio-específico de N y P. *Simposio Fertilidad 2011. Rosario-Santa Fé, Argentina.* p: 47-54
- * Bianchini, A. 2003. Localización de fósforo en siembra directa. *Simposio “El fósforo en la agricultura argentina”.* IPNI Cono Sur. pp. 79-82.
- * Bray, R. and Kurtz, L. 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci* 59: 39 - 45.
- * Chien, S. H., Prochnow, L. I., & Cantarella, H. (2009). Recent developments of fertilizer production and use to improve nutrient efficiency and minimize environmental impacts. *Advances in Agronomy*, 102, 267-322.
- * Ciampitti I. y F. García. 2007. Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios: Cereales, Oleaginosos e Industriales. *Informaciones Agronómicas No. 33. Archivo Agronómico No. 11.* pp. 1-4. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires.
- * Codling, E. E. (2019). Effects of phosphorus amended low phosphorus soil on soybean (*Glycine max L.*) and wheat (*Triticum aestivum L.*) yield and phosphorus uptake. *Journal of Plant Nutrition*, 1-9.
- *Crista, F., Boldea, M., Radulov, I., Crista, L., Lato, A., Dragomir, C., ... & Lato, I. (2014). Changing the quality of maize grain after applying micro-granular fertilizers. *Research Journal of Agricultural Science*, 46(1), 166-171.
- * Crista, F., Boldea, M., RADULOV, I., LATO, A., CRISTA, L., DRAGOMIR, C., ... & Okros, A. (2014). The impact of chemical fertilization on maize yield. *Research Journal of Agricultural Science*, 46(1), 172-177.
- * Edwards, C. L., & Ruiz Diaz, D. (2016). Evaluation of Phosphorus Source and Chelate Application as Starter Fertilizer in Corn. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 2(6), 4.
- * Ferraris, G. 2008. Fertilización de la Soja. pp 261-278. En: R. Melgar y M. Díaz Zorita (eds). *Fertilización de cultivos y pasturas. 2da edición ampliada y actualizada.* 569 pp.
- * Ferraris, G. 2010. Dosis y localización de fuentes fosforadas en trigo en el norte, centro y oeste de Buenos Aires. *Campañas 2008, 2009 y 2010.* En: *Jornada de Cultivos de Invierno INTA-AIANBA 2010.* 7 pp.
- * Ferraris, G. 2016. Evaluación de una fuente líquida fósforo-azufrada en trigo: Caracterización de su comportamiento agronómico. *Informe de resultados.* 7 pp.
- * Ferraris, G., F. Mousegne, et al. 2008. Efecto aditivo del agregado de diferentes nutrientes en maíz en el norte, centro y oeste de la provincia de Buenos Aires. En: *IV Jornada de Maíz INTA EEA Pergamino-AIANBA.* 14 pp.
- * Ferraris, GN., 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 pp137-142. *Simposio Fertilidad 2015 “Nutriendo los suelos para las generaciones del futuro”.* IPNI – Fertilizar Asociación Civil. 252pp.
- * Ferraris, GN. 2017. Estrategias de nutrición con fosforada en trigo: Alternativas al enfoque tradicional. *Campaña 2016 Informe técnico de la EEA INTA EEA Pergamino.* 7 pp.
- * Fulford, A. M., Culman, S. W., Mullen, R. W., Dygert, C. E., LaBarge, G. A., Lentz, E. M., & Watters, H. D. (2016). Corn and Soybean Response to Phosphorus and Potassium Fertilization in Ohio. *Better Crops with Plant Food*, 100(2), 7-9.
- * Gluhić, D. (2012). The use of starter fertilizers in fertilization of field crops. *Glasnik Zaštite Bilja*, 35(3), 35-35.
- * Gregoret, M.C., M. Díaz Zorita, J. Dardanelli, y R.Bongiovanni. 2011. Regional model for site-specific corn nitrogen fertilization rainfed in Haplustolls of the central pampas, Argentina. *Precision Agriculture*. 12(6):831-849.

- * Gutierrez Boem F., F. Garcia, y M. Boxler. 2010 ¿Qué tan distintos son los niveles críticos de fósforo disponible para soja, maíz y trigo? En: Actas XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal. Rosario, Santa Fe.
- * Gutierrez, Boem F.H. y G. Thomas. 1998. Phosphorus nutrition affects wheat response to water deficit. *Agronomy Journal* 90: 166-171.
- * Hnatowich, Garry Lawrence, et al. Methods and compositions for increasing the amounts of phosphorus available for plant uptake from soils. U.S. Patent Application No 16/004,575, 11 Oct. 2018.
- * Kaiser, D. E., Mallarino, A. P., & Bermudez, M. 2005. Corn grain yield, early growth, and early nutrient uptake as affected by broadcast and in-furrow starter fertilization. *Agronomy journal*, 97(2), 620-626.
- * Luikham, E., Kumar, K., & Mariam Anal, P. S. (2018). Influence of phosphorus on yield and quality of promising varieties of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] under rainfed condition. *Agricultural Science Digest*, 38(1).
- * Miele, S., Bargiacchi, E., Capuzzi, L., & Russo, E. 2005. Micro-granular composition with a combined fertilizing and phyto-protective action. U.S. Patent Application No. 10/496,474.
- * Moreira, A., Moraes, L. A. C., Moretti, L. G., & Aquino, G. S. (2018). Phosphorus, Potassium and Sulfur Interactions in Soybean Plants on a Typic Hapludox. *Communications in soil science and plant analysis*, 49(4), 405-415.
- * Naville, R., C. Cerliani, G. Balboa, G. Martinez Bologna, y G. Espósito. 2015. Dosis y momento de aplicación de fósforo por zonas de manejo en maíces tardíos del sur de Córdoba pp159-164. Simposio Fertilidad 2015 “Nutriendo los suelos para las generaciones del futuro”. IPNI – Fertilizar Asociación Civil. 252pp.
- * Randall, G. W., & Hoelt, R. G. 1988. Placement methods for improved efficiency of P and K fertilizers: A review. *Journal of Production Agriculture*, 1(1), 70-79.
- * Rehm, G. W., & Lamb, J. A. 2009. Corn response to fluid fertilizers placed near the seed at planting. *Soil Science Society of America Journal*, 73(4), 1427-1434.
- * Roth, G. W., Beegle, D. B., & Antle, M. E. 2003. Evaluation of starter fertilizers for corn on soils testing high for phosphorus. *Communications in soil science and plant analysis*, 34(9-10), 1381-1392.
- * Roth, G. W., Beegle, D. B., Heinbaugh, S. M., & Antle, M. E. 2006. Starter fertilizers for corn on soils testing high in phosphorus in the northeastern USA. *Agronomy journal*, 98(4), 1121-1127.
- * Sainz Rosas, H., H.E. Echeverría, y H. Angelini, 2012. Fósforo disponible en suelos agrícolas de la Región Pampeana y Extrapampeana argentina. *RIA Volumen 38- N°1*.pp 33-39.
- * Vázquez, M. 2002. Balance y fertilidad fosforada en suelos productivos de la región pampeana. *Informaciones agronómicas del Cono Sur. Edición especial sobre el simposio “Enfoque sistémico de la fertilización fosforada”, XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Puerto Madryn- Chubut, Argentina. 16: 3-7.*
- * Weiss, M.; Baret, F.; Smith, G.J.; Jonckheered, I. and Coppin, P. 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination, part II: Estimation of LAI, errors and sampling. *Agric. and For. Met.*, 121: 37-53.