



Nutrien
Ag Solutions™

Red Nutrición en la Rotación CREA Córdoba Norte

Una síntesis de 5 años de ensayos

Fernando O. García

fgarcia1957@gmail.com

5 Marzo 2020 – Act 20 Octubre 2020



Temario

- Red de Nutrición en la Rotación CREA Córdoba Norte: Síntesis 2008-13
- Resultados de las cinco campañas 2014/15 a 2018/19
- Resultados 2019/20
- Herramientas para la toma de decisión: ¿Útiles para Córdoba Norte?
- ¿Hacia adelante?



Red Nutrición en la Rotación - CREA Córdoba Norte

Iniciada en 2008/09 en 5 sitios de la Región CREA Córdoba Norte

- Evaluación de N, P S, y micronutrientes (B y Zn) en dosis de diagnostico y de reposición
- Sitios: Cañada de Luque, Piquillín, Sarmiento, Totoral
- Nueve tratamientos de fertilización

	Reposición					Diagnostico			
Testigo	NSr	NPr	NPSr	NPSr + BZn	PSr	Nd	NSd	NPd	NPSd

Red Nutrición en la Rotación - CREA Córdoba Norte

Variable		pH	MO	C:N	P Bray	N-nitratos	S-sulfatos		Ca	Mg	Na	K	H	CIC	SB
Prof (cm)		0-20			0-60		0-20	0-60	0-20						
Unidad		-	%	-	mg/kg	kg/ha	mg/kg	kg/ha	cmolc/kg					%	
Totoral															
2008/09	Inicial	6.7	2.4	9.9	47	39	2.0	10	-	-	-	-	-	-	-
2012/13	Test	6.5	2.5	9.6	30	128	2.8	22	-	-	-	-	-	-	-
	NPSr	7.7	2.3	9.6	34	208	4.2	30	-	-	-	-	-	-	-
Picullín															
2008/09	Inicial	6.5	3.5	9.5	35	77	3.9	28	-	-	-	-	-	-	-
2012/13	Test	6.9	3.0	9.8	20	37	4.3	16	13.4	2.4	0.1	2.1	0.8	18.8	96.0
	NPSr	7.4	3.2	9.7	34	75	4.6	28	14.5	2.3	0.1	1.8	0.3	19.0	98.3
Cañada de Luque															
2008/09	Inicial	6.5	3.3	10.5	64	66	1.8	18	-	-	-	-	-	-	-
2012/13	Test	6.3	2.9	9.7	68	72	3.3	16	13.7	2.4	0.1	3.0	1.4	20.6	93.2
	NPSr	6.9	2.9	9.7	90	133	5.0	25	13.1	2.3	0.1	2.9	0.8	19.1	95.9
Sarmiento															
2008/09	Inicial	6.8	3.0	10.2	32	46	1.7	9	-	-	-	-	-	-	-
2012/13	Test	6.4	2.7	9.8	20	41	3.6	16	14.8	1.7	0.1	1.3	1.7	19.7	91.4
	NPSr	6.4	2.5	9.4	34	44	3.8	22	13.3	1.3	0.1	1.3	1.7	17.6	90.6

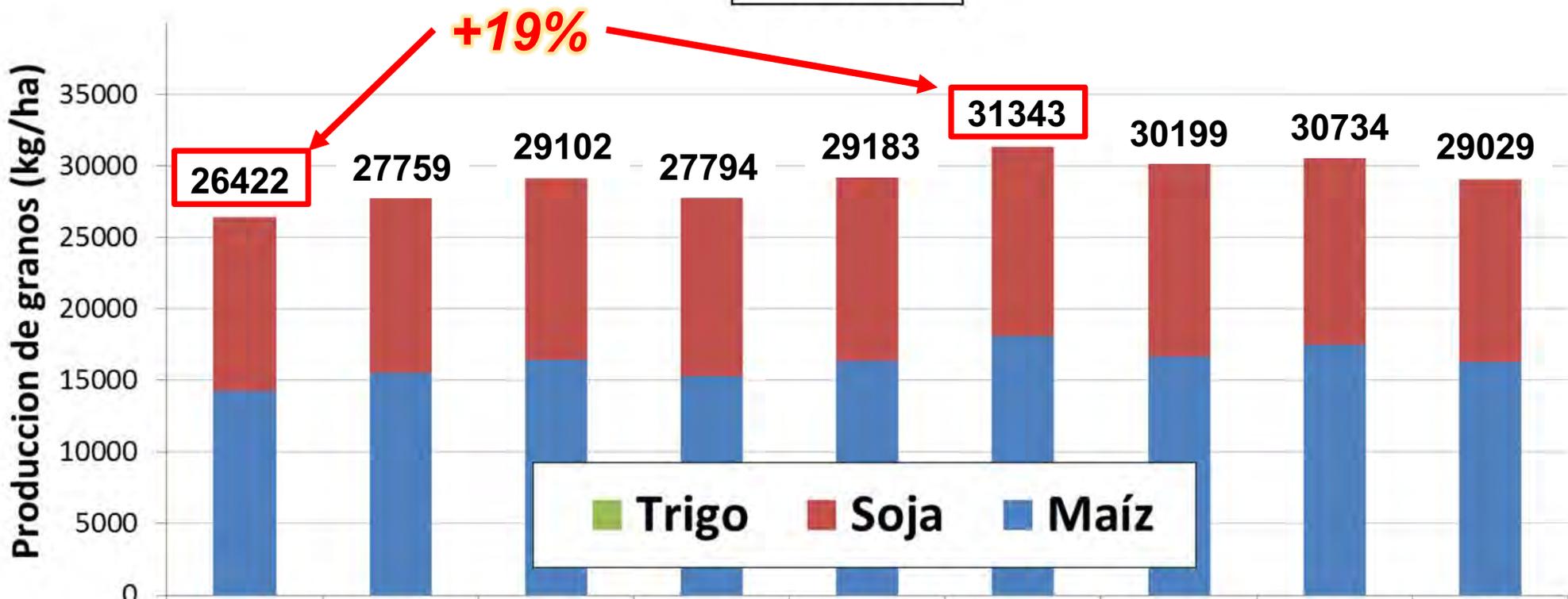


Síntesis de los primeros años de la Red CREA Córdoba Norte

- Maíz: Respuestas significativas en 4 de 9 sitios/año. Máxima respuesta promedio de 746 kg/ha, asociada a N y, en menor medida, a Pr
- Soja: Respuestas significativas en 4 de 11 sitios/año. Máxima respuesta promedio de 113 kg/ha, asociada a S y, en menor medida, a Pr
- Variabilidad en pH y MO del suelo a lo largo de estos 5 años
- Evolución de P Bray de acuerdo a los tratamientos
- Análisis de suelos iniciales en niveles altos en general, excepto S-sulfatos siempre muy bajo

CREA Córdoba Norte: Acumulados 2008 a 2013

Sarmiento

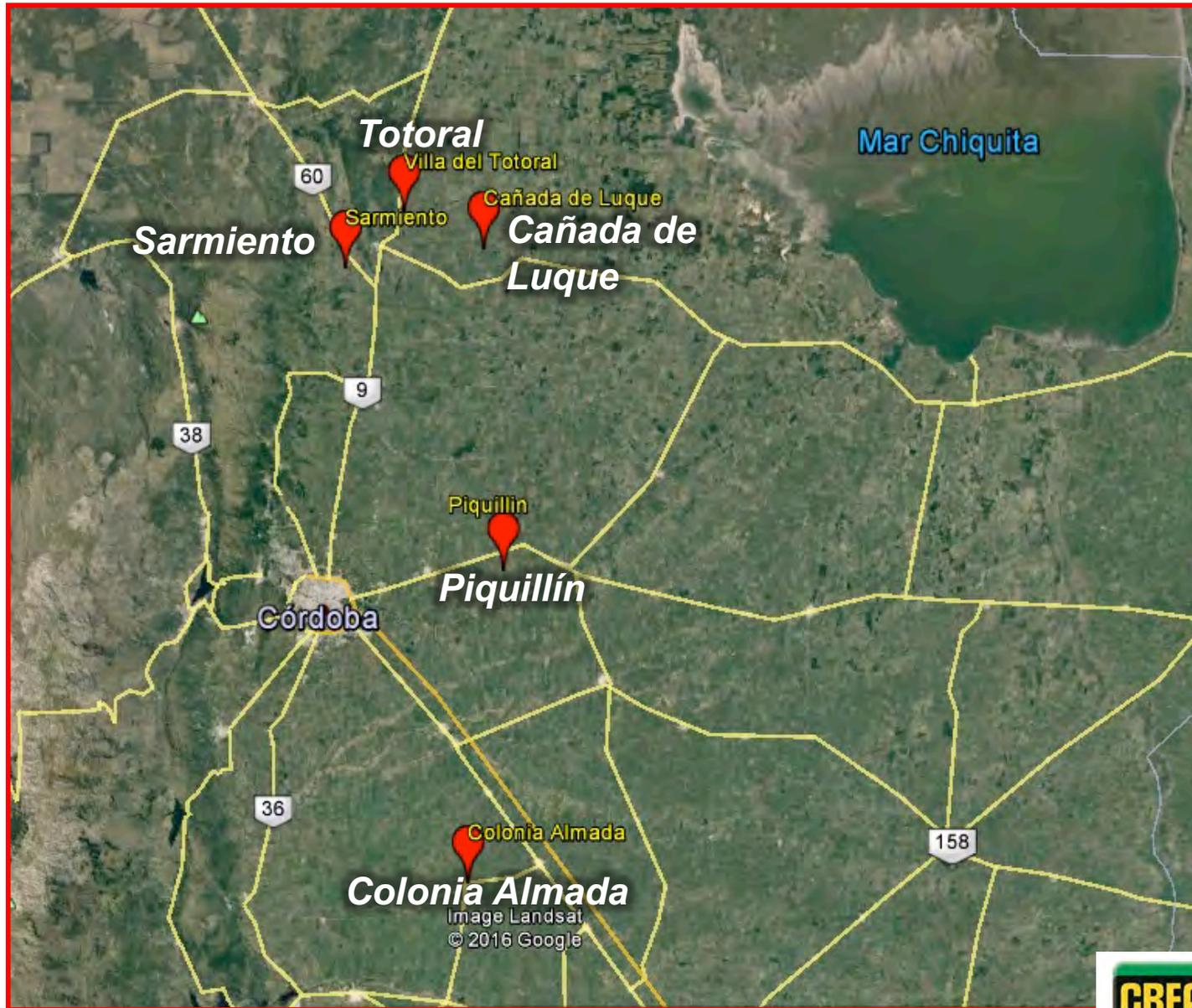


	T	Nd	NSd	NPd	NPSd	NSr	NPr	NPSr	Nr/ NPSr+BZ n
Trigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soja	12218	12275	12671	12478	12806	13291	13565	13224	12783
Maíz	14204	15484	16431	15316	16377	18052	16634	17510	16246

2 Maíz – 3 Soja I

Red Nutrición en la Rotación - CREA Córdoba Norte

Segunda etapa - 2014-2020



Red Nutrición en la Rotación - CREA Córdoba Norte

Reformulación de tratamientos en 2014/15

Soja de primera

Tratamiento	1	2	3	4	5	6
Nombre	Testigo	PS	NS	NP	NPS	+Micros
	Dosis de Nutrientes (kg/ha)					
P	-	20	-	20	20	20
S	-	12	12	-	12	12
B	-	-	-	-	-	0.5
Zn	-	-	-	-	-	1

Maíz

Tratamiento	1	2	3	4	5	6
Nombre	Testigo	PS	NS	NP	NPS	+Micros
	Dosis de Nutrientes (kg/ha)					
N	-	-	65-80	65-80	65-80	65-80
P	-	25	-	25	25	25
S	-	15	15	-	15	15
B	-	-	-	-	-	0.5
Zn	-	-	-	-	-	1

Trigo/Soja

Tratamiento	1	2	3	4	5	6
Nombre	Testigo	PS	NS	NP	NPS	+Micros
	Dosis de Nutrientes (kg/ha)					
N	-	30	92	92	92	92
P	-	29	-	29	29	29
S	-	15	15	-	15	15
B	-	-	-	-	-	1
Zn	-	-	-	-	-	2

**Sitios: Cañada de Luque, Totoral, Sarmiento,
Piquillín, Colonia Almada**



**Tabla 2. Cultivos evaluados en los cinco sitios de los ensayos
Nutrición en la Rotación de la Región CREA Córdoba Norte.
2014/15 a 2018/19 inclusive.**

Sitio	2014	2015	2016	2017	2018
Cañada de Luque	Maiz 2da	Soja 1ra	Trigo/Soja 2da	-	Garbanzo*
C. Almada	Maiz 2da	Soja 1ra	Trigo/Maíz 2da	Soja 1ra	Maiz 1ra
Piquillín	Soja 1ra	Trigo/Soja 2da	Maiz 1ra	Soja 1ra	Garbanzo/ Maiz 2da
Sarmiento	Soja 1ra	Maiz 1ra	Soja 1ra*	-	-
Totoral	Soja 1ra	Maiz 1ra	Soja 1ra	Maiz 1ra	Soja 1ra

*No se cosechó.

Tabla 6. Resultados de los análisis de suelos realizados a la siembra para tratamientos selectos en cada sitio. Campaña 2014/15.

Sitio	N-nitrato (kg/ha)		P Bray (ppm)		S-sulfato (ppm)	
	PS	NPS	NS	NPS	NP	NPS
Cañada de Luque	23	22	67	71	6	4
Colonia Almada	22	19	34	34	2	4
Piquillín			45	43	5	6
Sarmiento			54	65	3	4
Totoral			56	65	5	5

Testigo
3776 kg/ha

NS
4048 kg/ha

Colonia Almada
Red Nutrición en la Rotación - CREA Córdoba Norte
Campaña 2015/16

CREA

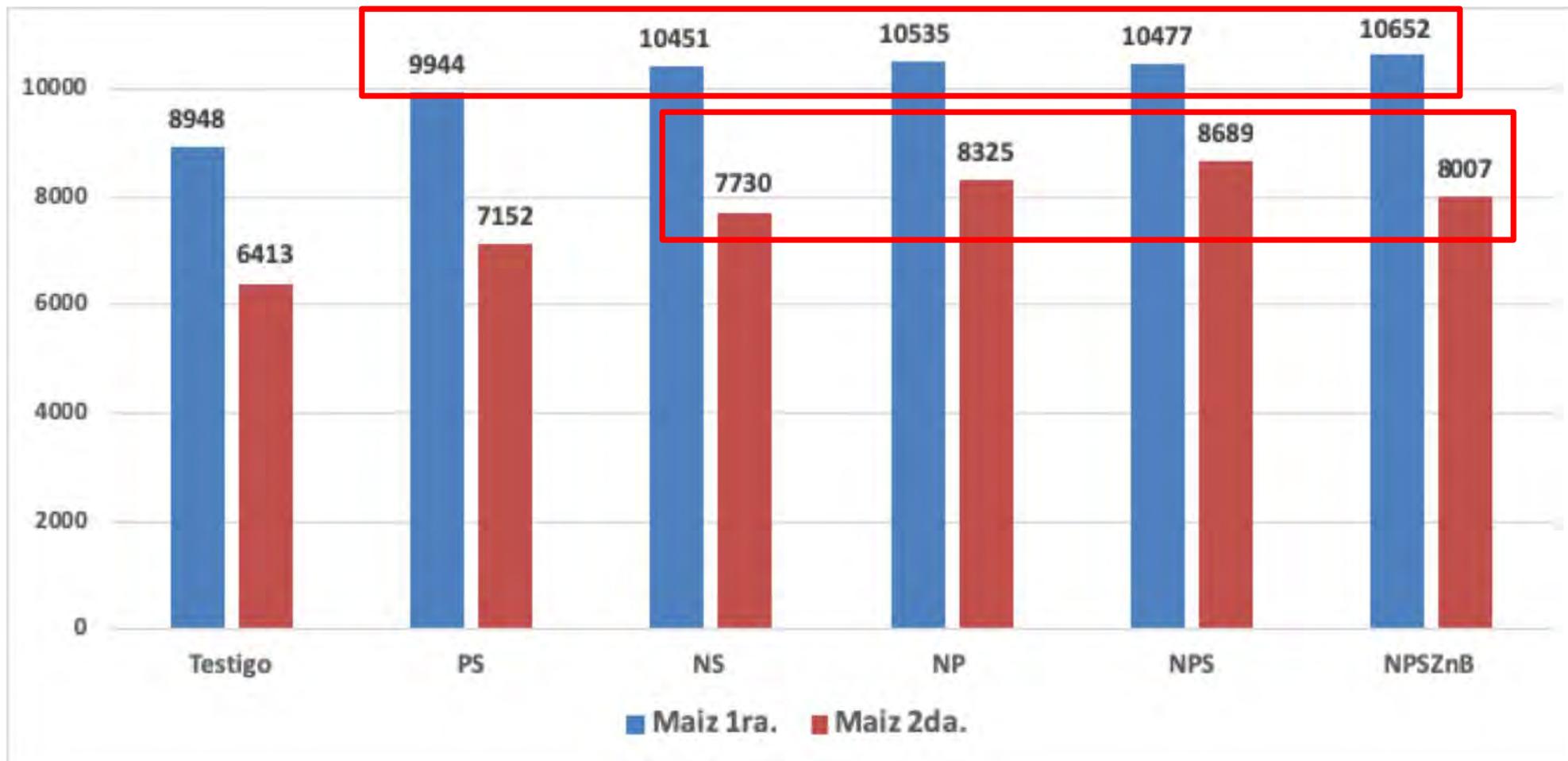
CÓRDOBA
NORTE

Nutrien
Ag Solutions™

NP
4048 kg/ha

PS
4116 kg/ha

Figura 2. Rendimientos promedio por tratamiento para los cultivos evaluados en los cinco ensayos. Numero de cultivos: 4 Maíz 1ra.; 3 Maiz 2da.; 9 Soja 1ra.; 5 Soja 2da.; 3 Trigo y 1 Garbanzo.



Análisis por ensayo

Maíces de primera (5 ensayos)

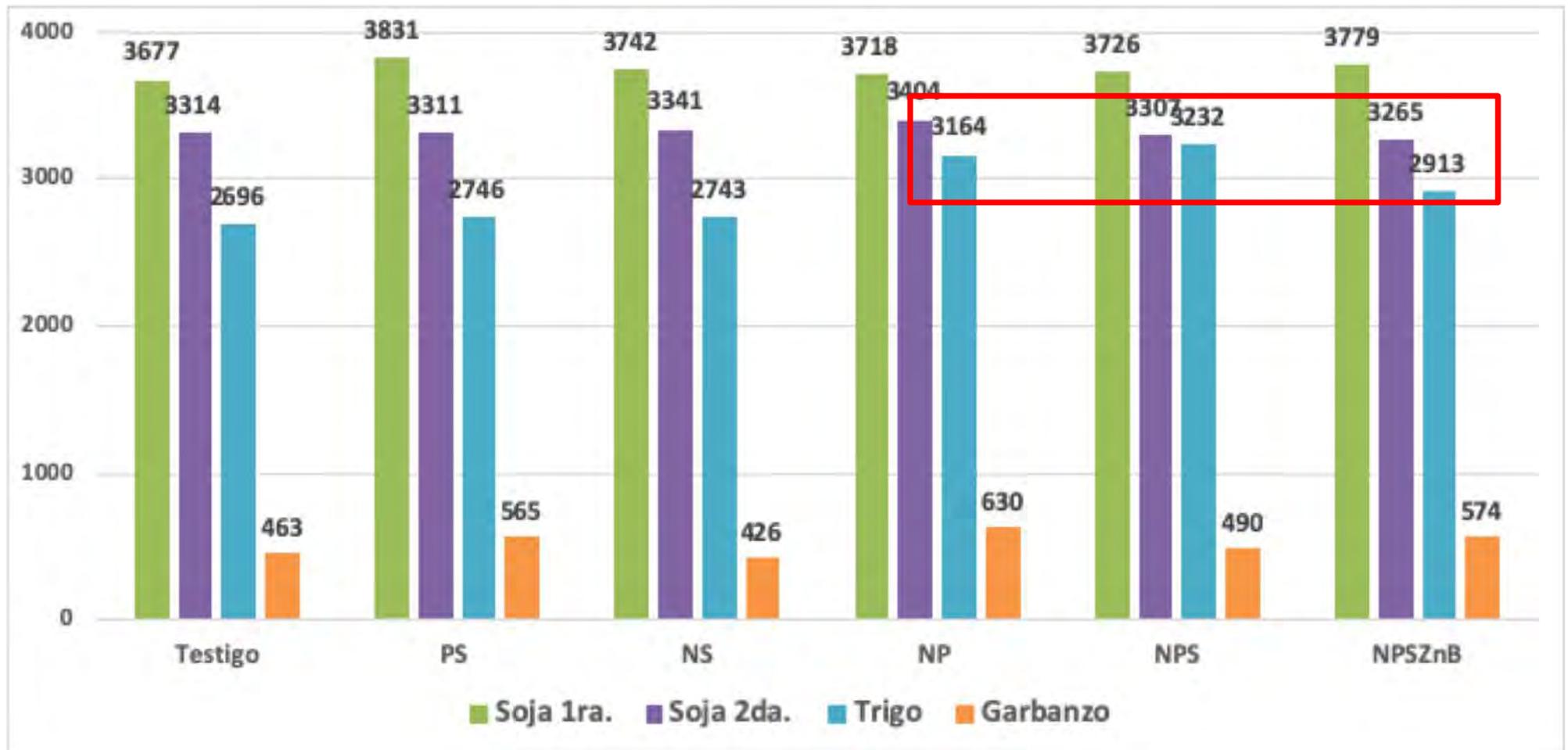
- Respuestas significativas a N en tres ensayos evaluados: Totoral 2015/16, Piquillín 2016/17 y aun en la campaña seca de 2017/18 en Totoral.
- La respuesta a N interactuó con P en Sarmiento 2015/16, Totoral 2015/17, Piquillín 2016/17 y C. Almada 2018/19, con S en Sarmiento 2015/16, Totoral 2015/16 y C. Almada 2018/19.
- Asimismo, se registraron respuestas, de menor magnitud, a PS en tres ensayos: Sarmiento 2015/16, Totoral 2015/16 y C. Almada 2018/19.
- *La respuesta promedio a N fue de 533 kg/ha; a interacciones NS, NP o NPS de 1504-1587 kg/ha; y a PS de 996 kg/ha.*

Análisis por ensayo

Maíces de segunda (4 ensayos)

- Respuesta significativa a N en dos ensayos: C. Almada 2014/15 y 2016/17, y a P en tres ensayos: C. Almada 2014/15 y 2016/17 y Piquillín 2018/19.
- La respuesta a N interactuó con P y con S en Cañada de Luque 2014/15 y Piquillín 2018/19.
- Asimismo, se registró respuesta a PS en Piquillín 2018/19.
- *La respuesta promedio a N fue de 1537 kg/ha; a interacciones NS o NP o NPS de 1317-2276 kg/ha; y a PS de 739 kg/ha.*

Figura 2. Rendimientos promedio por tratamiento para los cultivos evaluados en los cinco ensayos. Numero de cultivos: 4 Maíz 1ra.; 3 Maíz 2da.; 9 Soja 1ra.; 5 Soja 2da.; 3 Trigo y 1 Garbanzo.



Análisis por ensayo

Las **sojas de primera** (9 ensayos) presentaron respuesta a S, NS y PS en Sarmiento 2014/15, y a PS en Piquillín 2017/18. En promedio, la diferencia entre el tratamiento PS y el Testigo fue de 154 kg/ha.

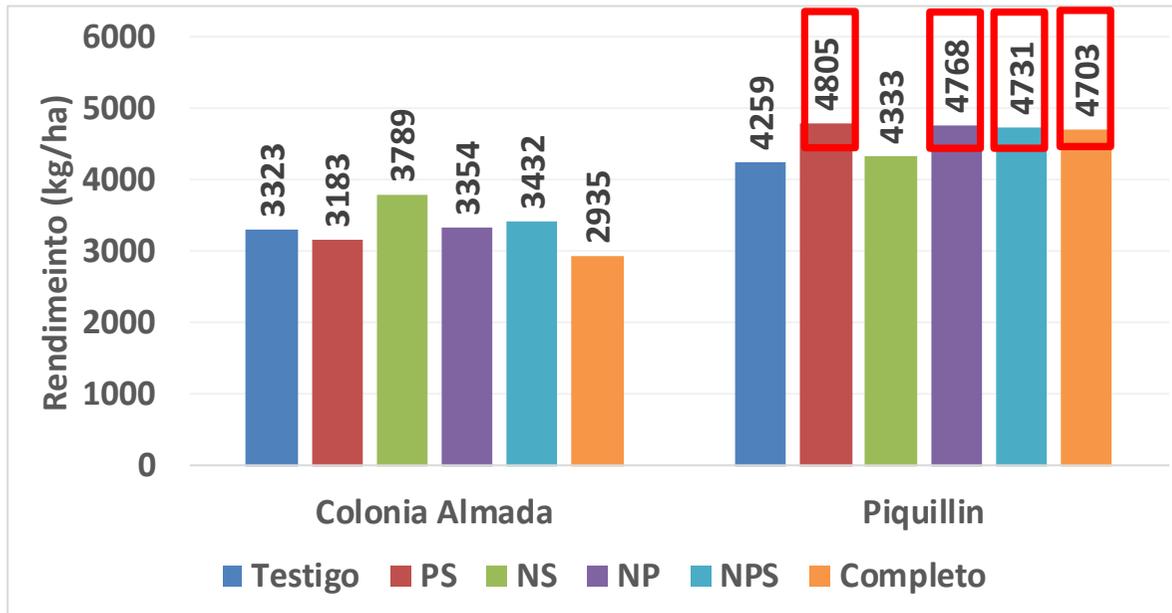
Las **sojas de segunda** (2 ensayos), no mostraron respuestas consistentes a ningún nutriente.

En **trigo** (3 ensayos), se registró respuesta a N y NP solamente en Cañada de Luque 2016/17. La respuesta a NP, promedio para los tres ensayos, fue de 468 kg/ha.

En un único ensayo de **garbanzo** no se observó respuesta a la fertilización.

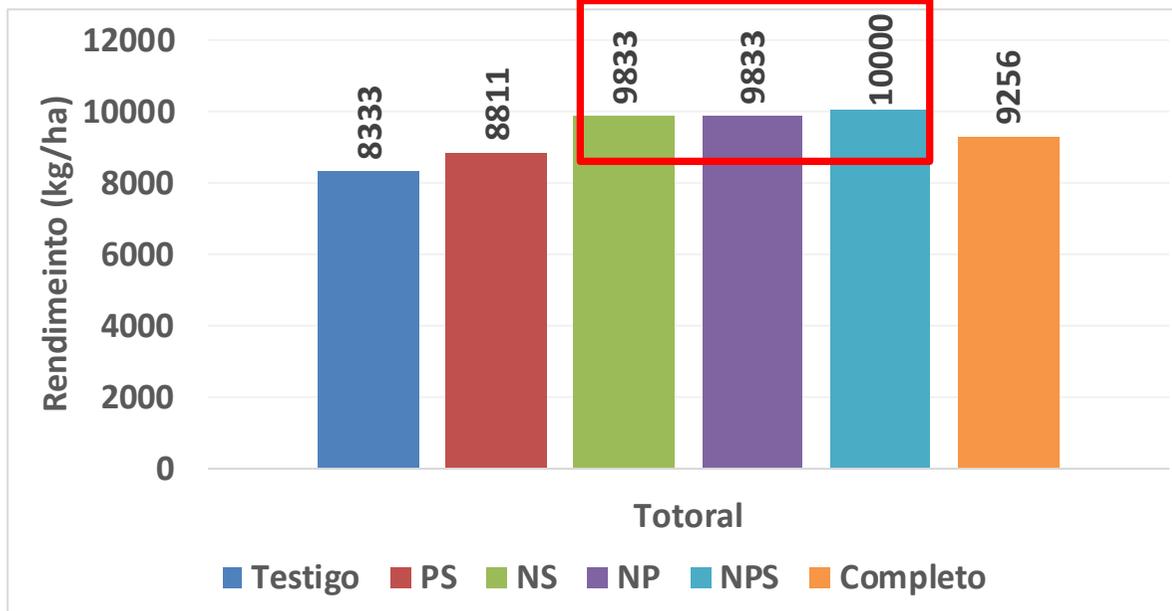
CREA Córdoba Norte

Rendimientos Soja y Maíz 2019/20



Soja

Tendencias a P y PS en Piquillín



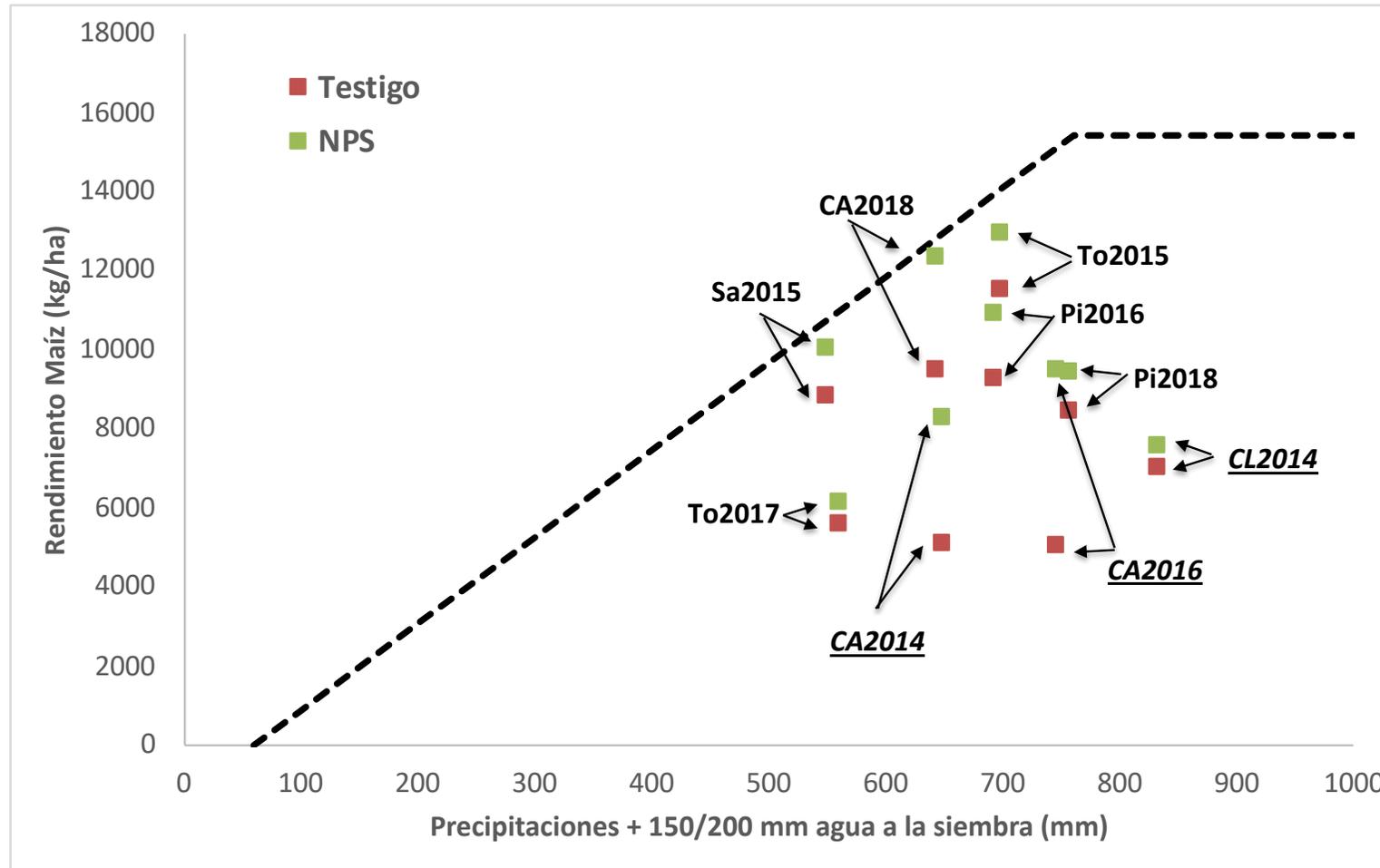
Maíz

*Respuestas a N
Tendencias NS y NP
24 kg maíz por kg Nf*



CREA Córdoba Norte

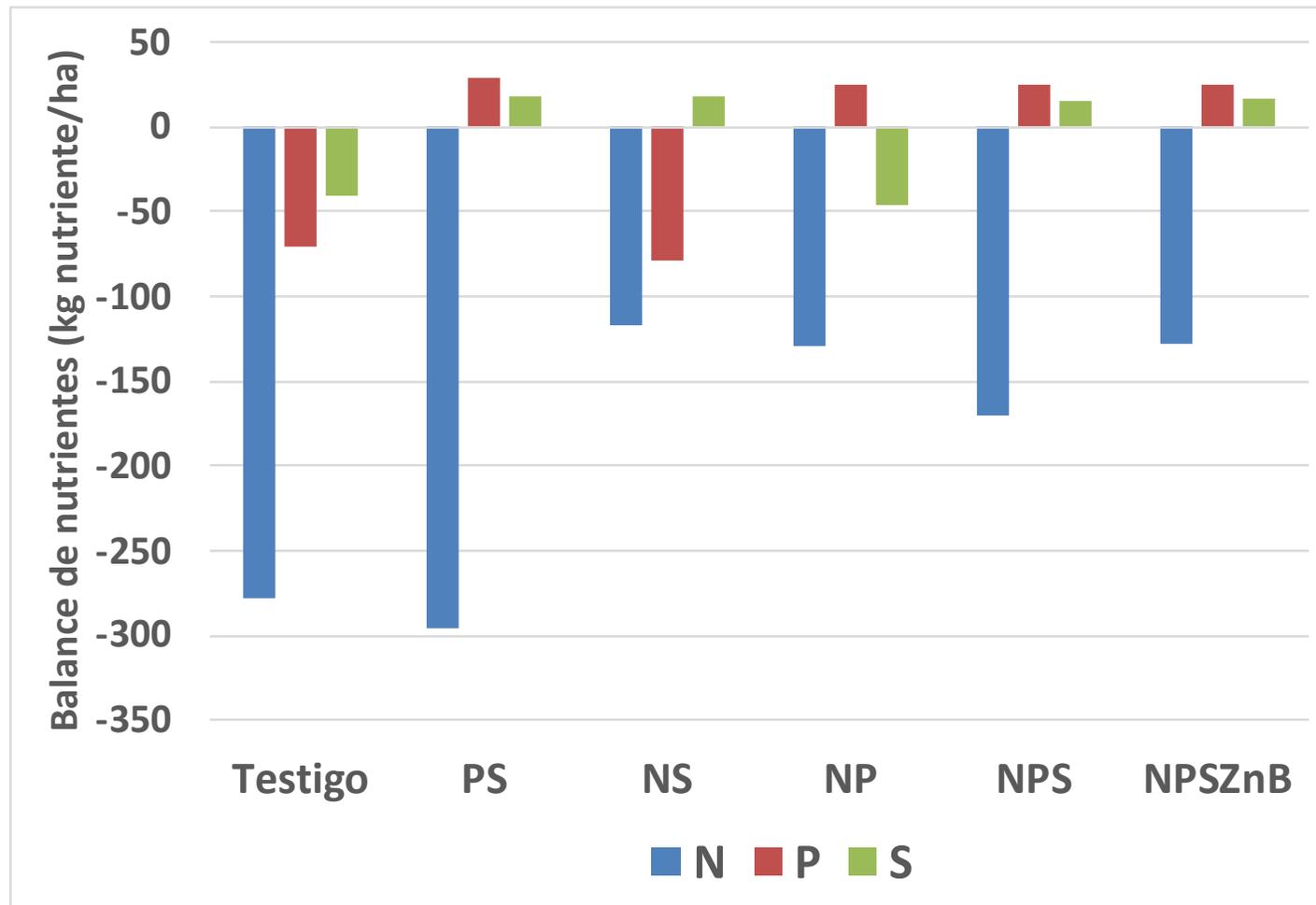
Relación entre rendimientos de maíz 1ra. (fuente normal) y 2da. (fuente *itálica y subrayado*) de tratamientos Testigo y NPS con el abastecimiento de agua (precipitaciones durante el ciclo mas 200 y 150 mm de agua almacenada en el suelo a la siembra de maíz 1ra y maíz 2da., respectivamente).



La línea negra punteada muestra la función de frontera propuesta por van Ittersum et al. (2013) para cereales. CL es Cañada de Luque, CA es C. Almada, Pi es Piquillín, Sa es Sarmiento y To es Totoral.

CREA Córdoba Norte

Balance de nutrientes N, P y S, promedios de C. Almada, Piquillín y Totoral, para los seis tratamientos de fertilización. Periodo 2014/15 a 2018/19 inclusive.



Datos de concentración de nutrientes en granos tomadas de referencias, no determinados.

Figura 4. Evolución de los niveles de P Bray a través de los cinco años de evaluación en los cinco sitios experimentales para los tratamientos NS y NPS.

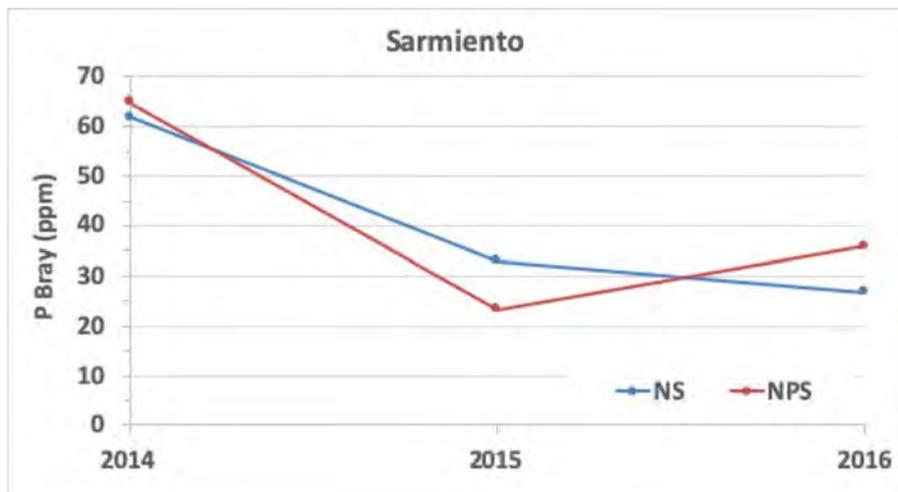
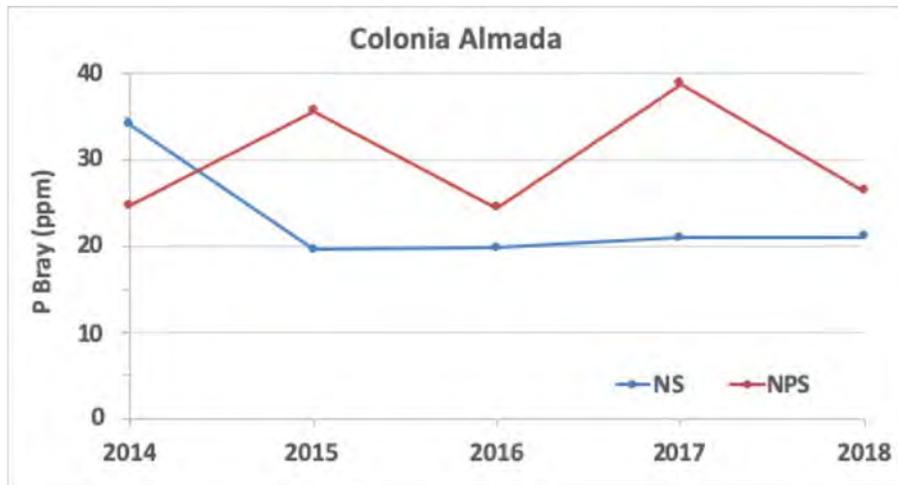
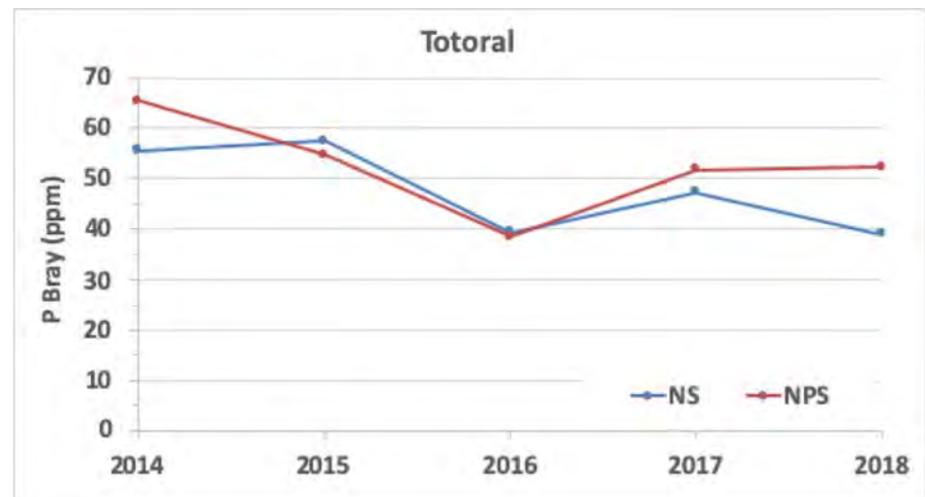
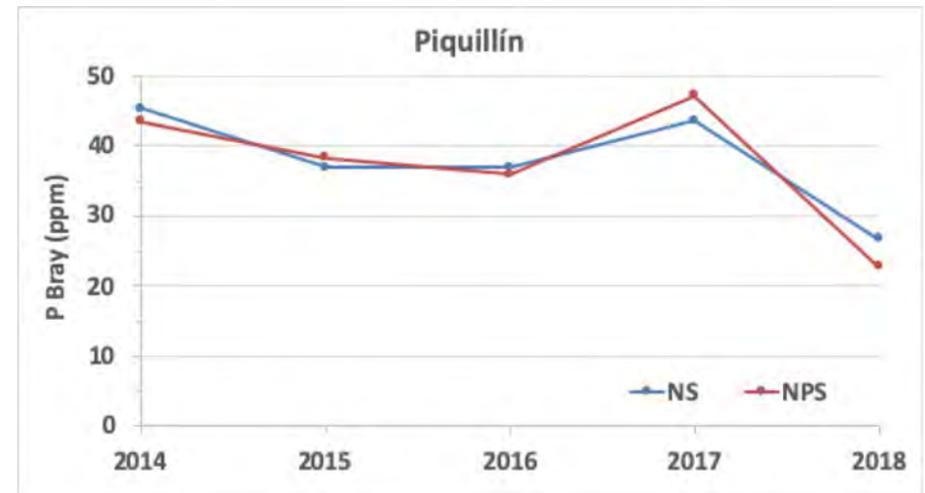
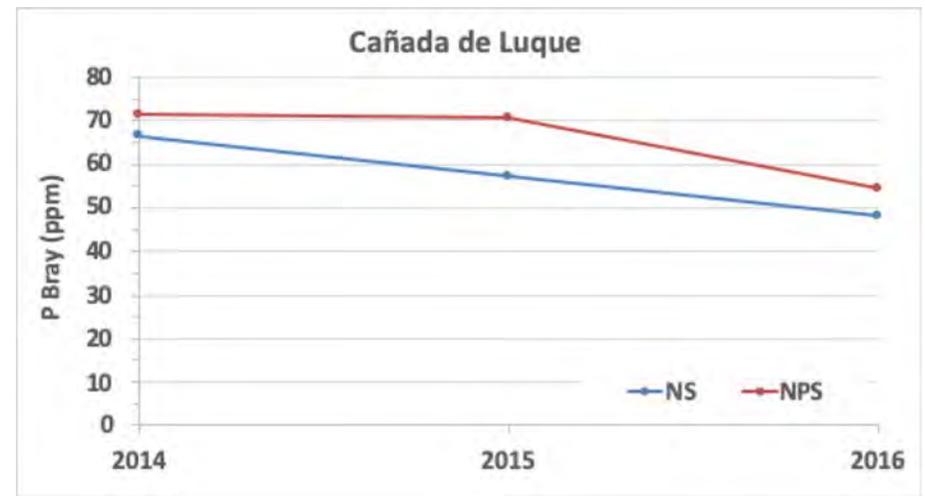


Figura 6. Relación entre rendimientos de maíz y disponibilidad de N a la siembra (N-nitratos a 0-60 cm + N fertilizante) para distintos niveles de rendimiento según Correndo et al. (2018), y relaciones observadas en los cinco sitios de maíz 1ra. y cuatro de maíz 2da. (puntos según leyenda en la figura). La línea negra continua conecta los umbrales críticos sugeridos para los distintos niveles de rendimiento.

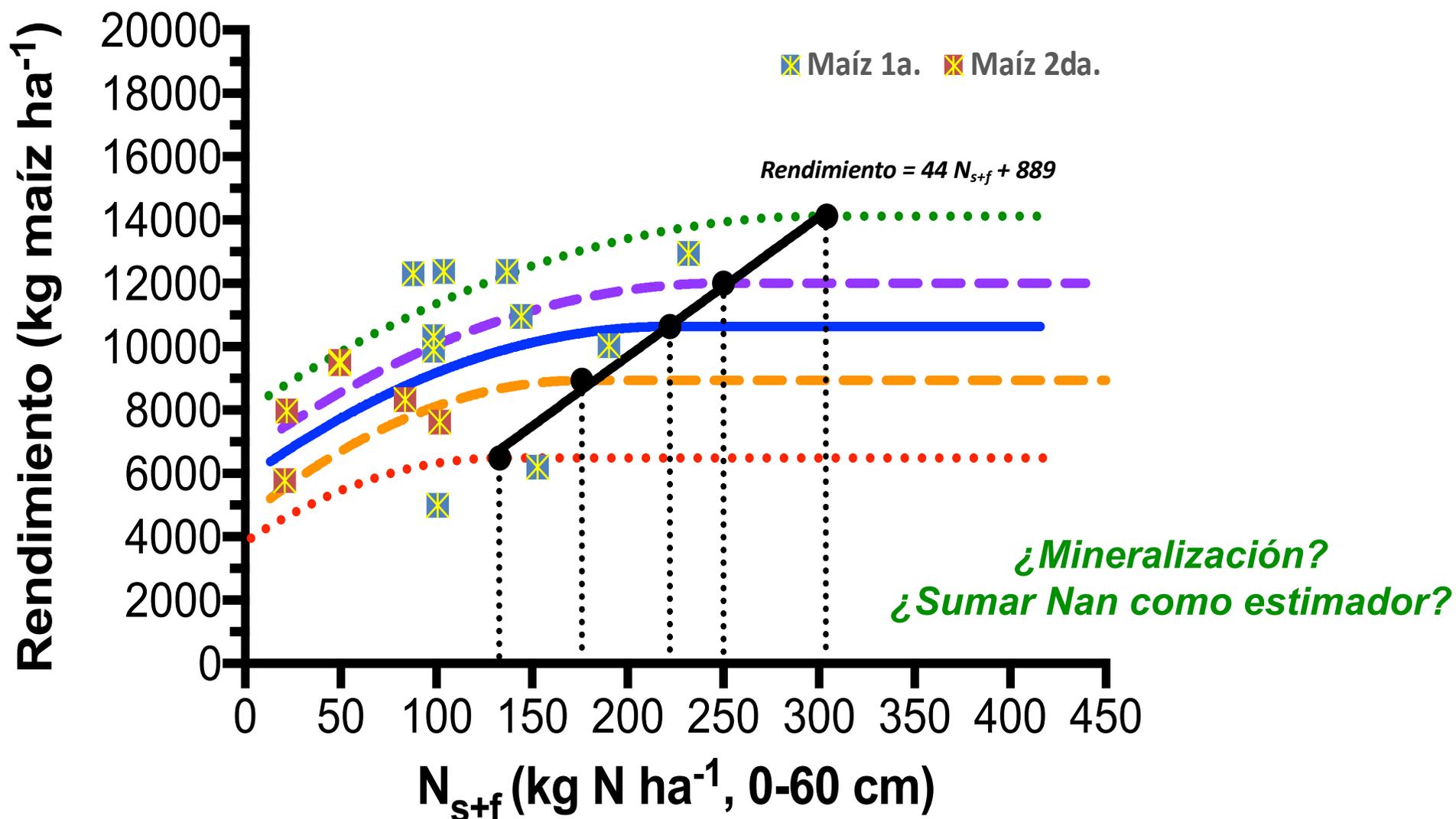


Figura 7. Relación entre rendimientos relativos de maíz (Rendimiento sin P/Rendimiento con P) y nivel de P Bray a 0-20 cm para suelos de distintas texturas según Correndo et al. (2018), y relaciones observadas en los cinco sitios de maíz 1ra. y cuatro de maíz 2da. (puntos según leyenda en la figura).

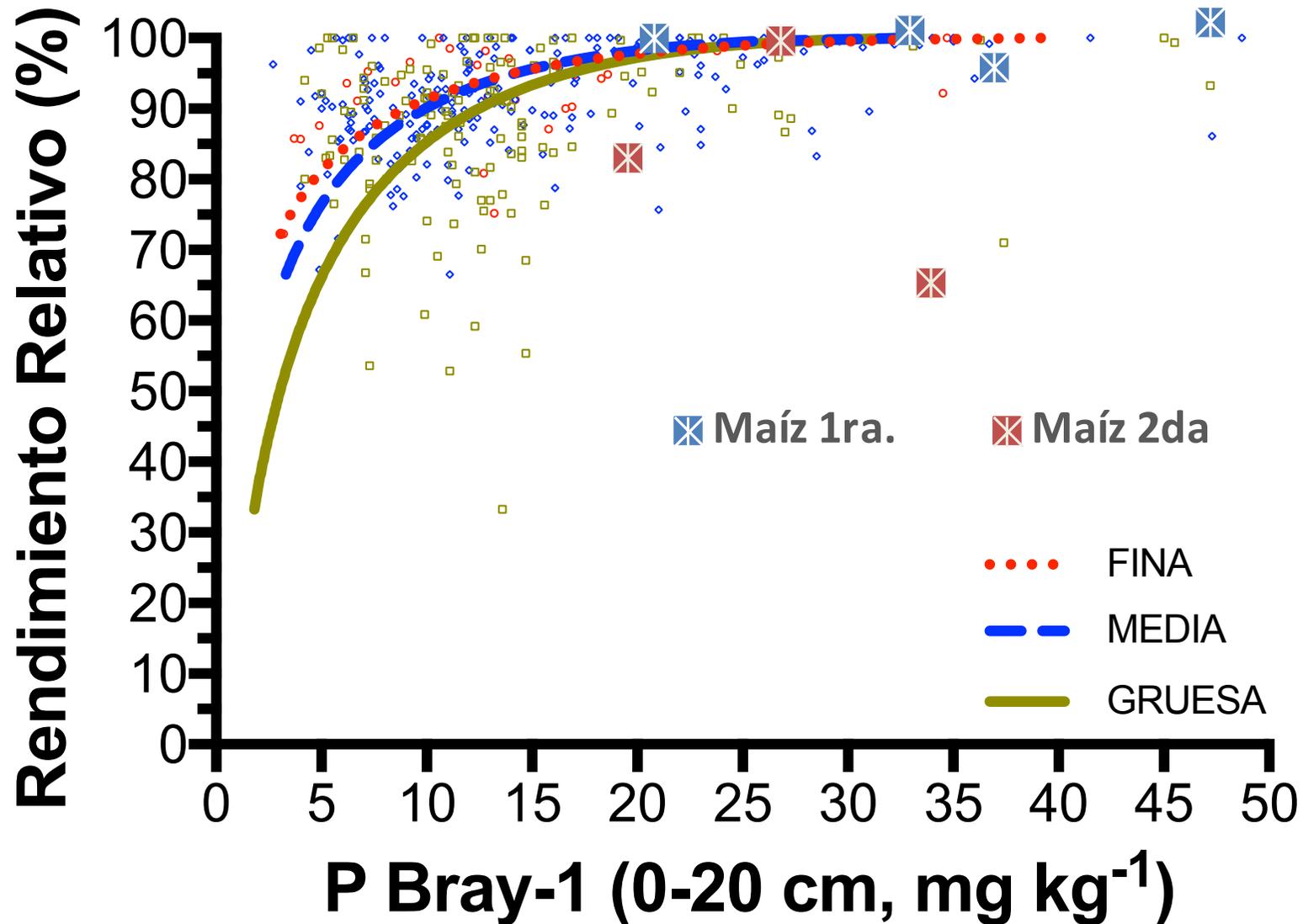
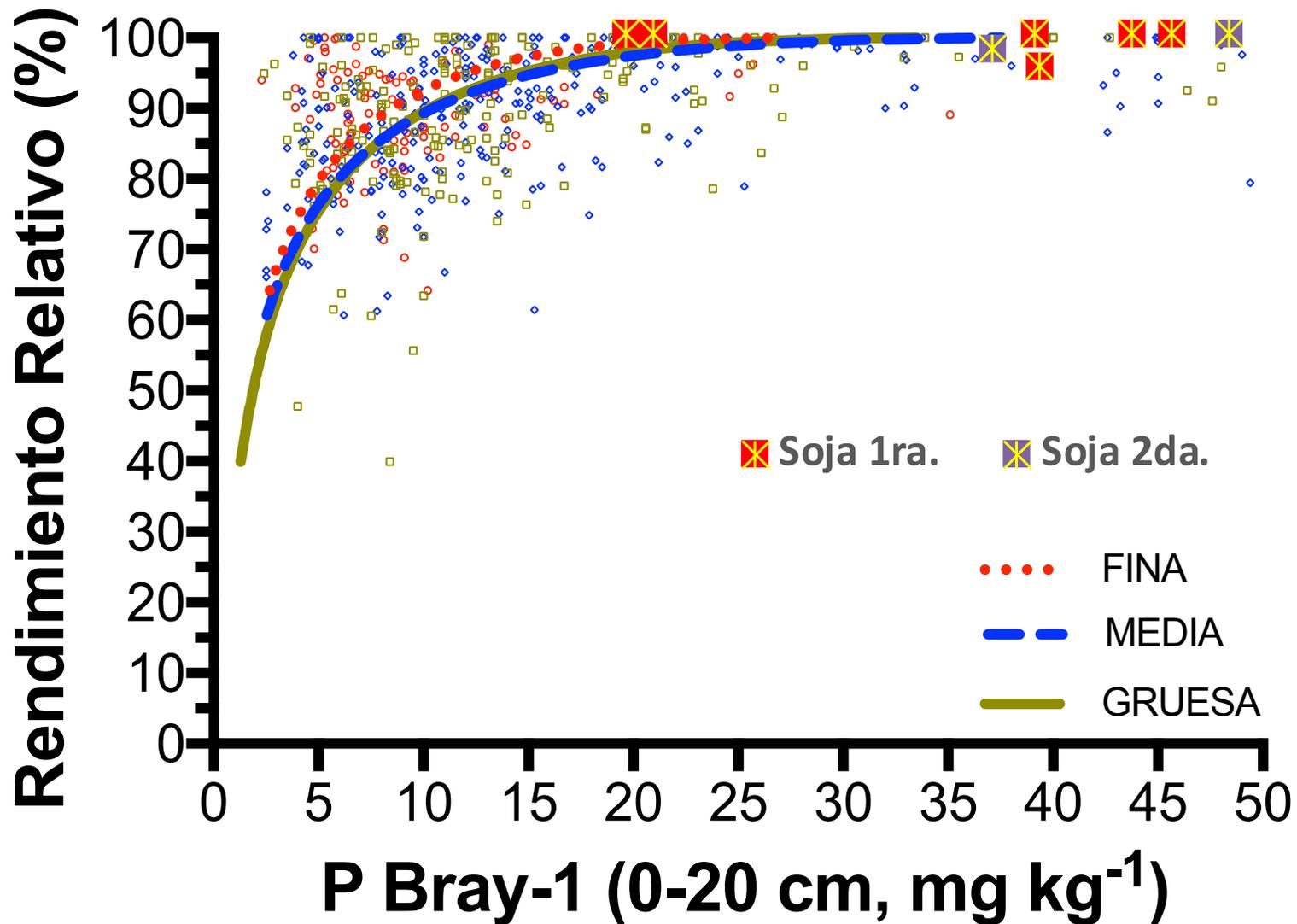


Figura 8. Relación entre rendimientos relativos de soja (Rendimiento sin P/Rendimiento con P) y nivel de P Bray a 0-20 cm para suelos de distintas texturas según Correndo et al. (2018), y relaciones observadas en los diez sitios de soja 1ra. y dos de soja 2da. (puntos según leyenda en la figura).



CONCLUSIONES

- Las buenas condiciones climáticas permitieron obtener altos rendimientos en los cultivos de maíz y soja.
- En maíz se registraron respuestas significativas a N (56%) y a interacciones de N con P y S (78%).
- Las respuestas a N en maíz y los índices de eficiencia de uso del N aplicado sugieren que buena parte del N para el cultivo fue suministrada por el N del suelo.
- En soja, las respuestas fueron de muy baja frecuencia (18%) y relacionadas a interacciones de S con P o N.
- Las calibraciones existentes de análisis de suelos de N-nitratos en maíz y de P Bray en maíz y soja funcionaron adecuadamente para los sitios evaluados en la región CREA Córdoba Norte.
- No se observaron respuestas a Zn y B, en la comparación NPSZnB vs. NPS, en ninguno de los ensayos.



CONCLUSIONES

- Hacia adelante:
 - N en maíces (y trigo):
 - Calibración de Ns+F (inicial) con rendimientos.
 - Sumar i) herramientas como el Nan para predecir mineralización y ii) diagnósticos dinámicos como imágenes o sensores remotos o locales comparando el lote con franjas in restricción de N.
 - Reponer P en planteos de rotación privilegiando trigo o coberturas invernales y luego maíz/sorgo.
 - Seguir chequeando S, la respuesta a N es un buen indicador de posible respuesta a S.
 - Análisis de suelo de esta red de ensayos ... ¿y en lotes/ambientes de producción?
- Ensayos??
 - Pensar en franjas de N y exploratorias de S/Zn/B
 - Monitorear P Bray y bases
 - Zonas?????

