



## **Respuestas en el cultivo de soja de segunda a la fertilización fosforada y azufrada en trigo.**

**Campaña 2012-13 CREA Norte de BS. As.**

**Ermacora Matías-ZNBA-  
Lucas Ratto -ZNBA-Ezequiel Gandino-ZNBA-Máximo Reyes**

### **1) Introducción:**

El doble cultivo trigo-soja forma parte de los planteos productivos en las empresas agropecuarias de la región, generando importantes beneficios agronómicos y económicos. Es una de las opciones de menor variabilidad interanual en rendimiento y rentabilidad. El rendimiento del cultivo de segunda adquiere una importancia relevante dentro de este sistema para el resultado económico. Es por ello que, la sintonía fina de los componentes más importantes del sistema, deben ser evaluados. En este proceso de ajuste tecnológico y de intensificación de los sistemas productivos resulta trascendental el análisis y evaluación de los componentes tecnológicos que forman parte del paquete productivo de dicho sistema y que apunta al logro de un buen doble cultivo. Uno de los pilares fundamentales de estos planteos es el manejo de la nutrición. Numerosos trabajos destacan la importancia de la fertilización fosforada y azufrada del cultivo de trigo y su efecto residual en el cultivo de segunda. Por ello, la zona Norte de Bs. As. de AACREA evaluó el efecto residual de la fertilización fosforada y azufrada sobre el rendimiento de la soja de segunda en ambientes con diferentes potenciales productivos en dos sub zonas importantes del Crea Norte Bs.As.

#### **1.1) Objetivo**

Analizar las respuestas a la fertilización residual de fósforo y azufre en rendimiento en el cultivo de soja de segunda según ambiente productivo. Analizar con ensayos de campañas anteriores respuestas a la fertilización fosforada y azufrada en la secuencia trigo/soja y analizarla económicamente.

#### **2) Metodología y determinaciones:**

Sobre lotes en rotación agrícola con antecesor soja de 1° fueron planteados dos ensayos en grandes franjas a campo sobre las parcelas de trigo precedentes en superficies homogéneas del lote con una superficie cosechada de 0.2 has por tratamiento con la tecnología convencional utilizada por el productor. Los tratamientos fueron definidos a partir de análisis de suelo estratificado (0-20+20-40+40-60) en la superficie que ocupaba el ensayo en el momento de la siembra del trigo.

## Tratamientos:

Ambiente con Limitación	Tabsoletivo	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Kg/ha N Total	suelo	100	60	100	100	140	140
kg/ha So4Ca					100		100

Ambiente sin Limitación	Tabsoletivo	T0	T1	T2	T2 bis	T3	T4
Kg/ha N Total	suelo	140	100	140	140	180	180
kg/ha So4Ca					100		100

Los tratamientos vinculados con nitrógeno fueron generados a partir de la oferta del suelo + fertilizante fosforado + fertilizante nitrogenado.

Con respecto a fósforo, los tratamientos quedaron definidos a partir de una dosis fija de fertilizante, 150 kg/ha MAP. Para el caso de azufre, se utilizó una fuente soluble (Azufertil) en una dosis de 19 kg/ha de azufre elemento.

Tanto la fertilización fosforada, azufrada y nitrogenada se realizó junto con la siembra de las parcelas de trigo. Se determinó la densidad de plantas logradas a través del recuento del número total de plantas en 6 repeticiones de 1m<sup>2</sup> cada uno. Se realizaron aplicaciones de herbicidas, insecticidas y fungicidas apuntando a máximos rendimientos.

El rendimiento fue determinado por cosecha mecánica con toma de muestra de grano para corregir los resultados a 13.5 % de humedad y estimar los componentes del rendimiento.

## Manejo de los ensayos:

Campo	Posición	Serie suelo	Fsiembra	Varietad	Sist Sbra	Psiembra	Ssiembra	MO	PH	Factor Diferencial
La Teresita	Loma	RioTala	12/12	DM4250	Chorr 23cm	10	2.5	3.12	6.1	Prof HA; Prof Bt (40cm)
La Teresita	Bajo	RioTala	12/12	DM4250	Chorr 23cm	16	6.0	3.67	6.4	Prof HA; Prof Bt (65cm)
San Felipe	Loma	Bolivar	15/12	DM4670	Chorr 20cm	32.7	2.0	2.30	5.8	TexturaHA (75%Arena)
San Felipe	Bajo	Bragado	15/12	DM4670	Chorr 20cm	15.8	2.8	1.40	6.0	TexturaHA (48%Arena)

Cuadro 1: detalle de serie de suelo, fecha de siembra, variedad, sistema de siembra y condiciones iniciales a la siembra de trigo de: materia orgánica en % (MO), PH, contenido fósforo disponible en Ppm (Psiembra) y contenido de azufre en Ppm (Ssiembra) en la profundidad 0-20 cm. y factor diferencial de ambiente.

Por diferencias entre campos y entre ambientes en valores de nutrientes, los ensayos no fueron tomados como repeticiones (diferencias en los tratamientos) y se analizó cada ambiente en particular.

## 3) Análisis de los resultados, respuestas entre tratamientos por campos:

Campo	Ambiente	Respuesta 150 MAP		Respuesta 100SulfatoCa	
		Trigo	Soja2°	Trigo	Soja2°
La Teresita	Loma	30	12	60	128
La Teresita	Bajo	10	0	148	80
San Felipe	Loma	0	0	100	40
San Felipe	Bajo	0	0	310	155

Cuadro 2: respuesta evaluada en el cultivo de Trigo y Soja 2° a la fertilización fosforada con 150 kg/ha MAP y 100 kg/ha de sulfatoCa (Azufertil).

En el campo La Teresita no se observaron respuestas a la fertilización fosforada en el trigo y en la soja 2° tanto en Loma como en Bajo asociado a altos valores de fósforo inicial y a bajos rendimientos. Si se observaron respuestas al agregado de 19 kg/ha de azufre elemento en la gramínea y en el cultivote segunda.

En el campo San Felipe, no se observaron repuestas al agregado de fósforo en trigo y en soja 2°. Respecto de azufre, la gramínea presentó claras respuestas en el ambiente Bajo tanto en trigo como en el cultivo de segunda y menores respuestas en el ambiente Loma (Cuadro 2).

**a) La Teresita (Doyle):**

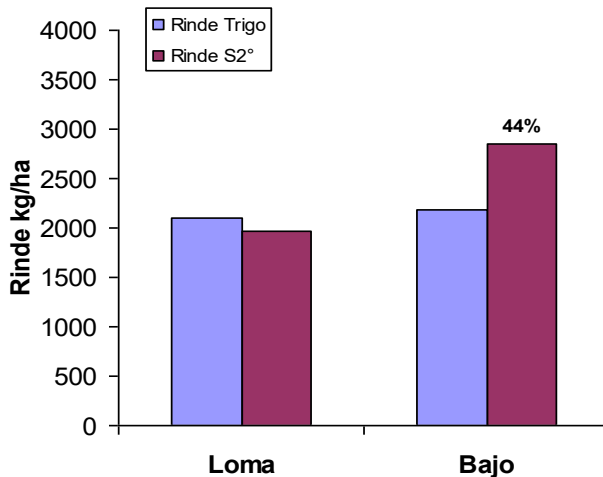


Figura 1: rendimiento de trigo y soja de segunda por ambiente como promedio de los tratamientos.

En trigo las condiciones ambientales pusieron un techo productivo y no se observaron diferencias entre ambientes. El ambiente Bajo presentó rendimientos superiores ( $p=0.00$ ) en la soja de segunda. Las bajas precipitaciones marcaron una diferencia de productividad del 44%.

**b) San Felipe (Bragado):**

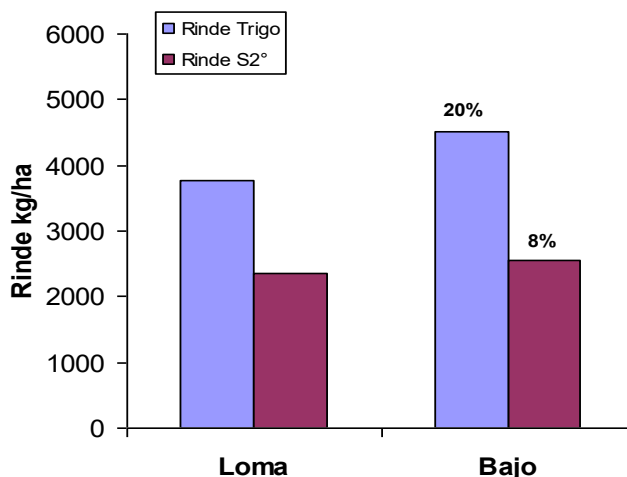


Figura 2: rendimiento de trigo y soja de segunda por ambiente como promedio de los tratamientos.

El ambiente productivo Bajo presentó rendimientos superiores ( $p=0.00$ ) en el cultivo de trigo, con un aumento del 20%. Las diferencias en rendimiento ( $p=0.00$ ) de la soja 2° alcanzó el 8% como promedio de los tratamientos en el ambiente Bajo asociado a una mejor situación hídrica.

#### 4) Respuestas al agregado de fósforo en el planteo trigo/soja 2°. Datos de las últimas 8 campañas, 2005/06 a 2012/13:

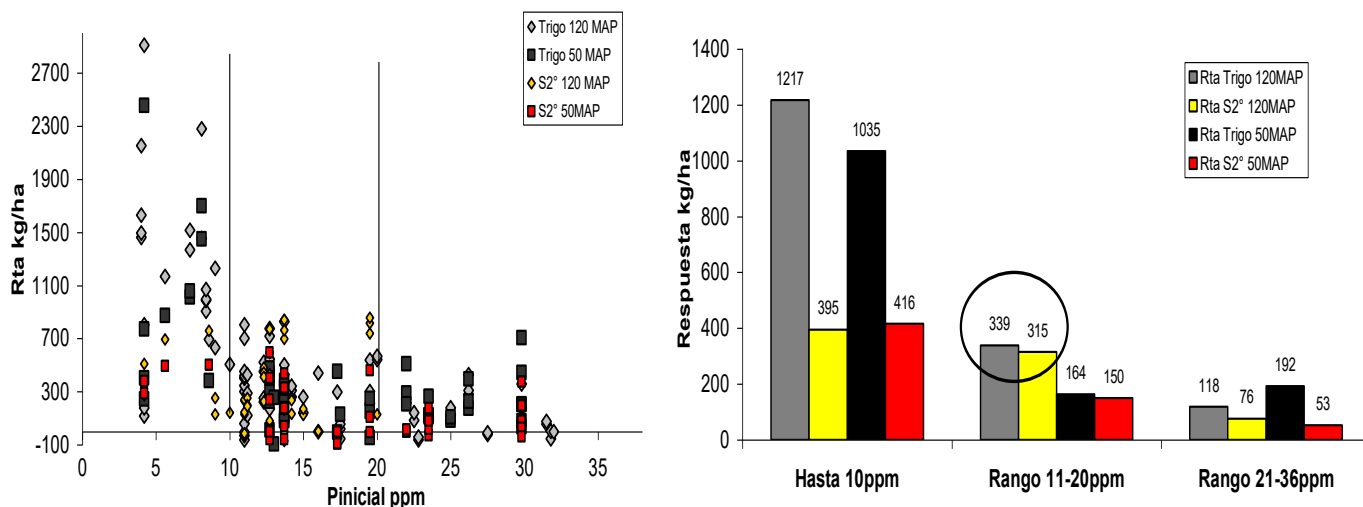


Figura 3: respuesta en kg/ha logradas en ensayos de fertilización fosforada de la secuencia trigo/soja2ª conducidos en grandes franjas a campo durante las campañas 2005/06, 2006/07, 2007/08, 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011-12 y 2012/13 en el Crea Norte Bs As diferenciado entre dos grupos de fertilización: 120 kg/ha Map o 50 kg/ha Map agregados a la siembra del cultivo de trigo. Figura izq: toda la variabilidad; Figura Der: respuesta promedio diferenciada en tres categorías de fósforo inicial (Bray1)

Como promedio de toda la variabilidad analizada en la figura 3 izq., se observan respuestas muy importantes en trigo y en la soja de segunda tanto a la dosis alta como baja de Map si partimos de un suelo con fósforo inicial dentro del rango de 1 a 10 ppm. La respuesta promedio de los ensayos evaluados dentro del rango de 11 a 20 ppm de fósforo disponible, alcanzan los 340 kg/ha en trigo y los 315 kg/ha en la soja de segunda para el agregado de 120 kg/ha de Map, y de 165 kg/ha trigo y 150 kg/ha de soja de segunda para fertilizaciones con 50 kg/ha de Map (Figura 3 der.). Las respuestas observadas dentro del rango de fósforo disponible entre 21 y 36 ppm para ambas dosis de fertilización disminuyen marcadamente en ambos cultivos.

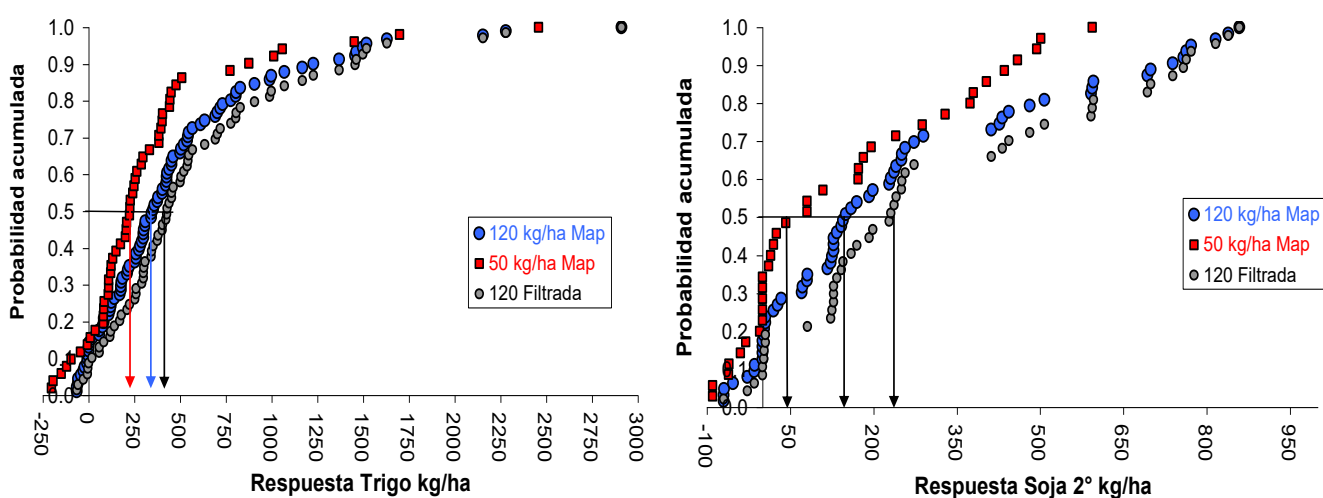


Figura 4: Probabilidad acumulada de las respuestas en kg/ha de: Izq) Trigo; Der) Soja2° logradas en ensayos de fertilización fosforada de la secuencia trigo/soja2ª conducidos en grandes franjas a campo durante las campañas 2005/06, 2006/07, 2007/08, 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011/12 y 2012/13.

Utilizando todos los datos (puntos rojos y azules), las curvas de probabilidad de rendimientos en trigo (Figura 4 izq) definen un 12-14% de resultados sin respuestas en rendimiento. Estas situaciones están asociadas a ensayos de bajos rendimientos (campañas de seca, variable no manejable) y en menor medida a ensayos con valores de fósforo inicial alto (variable manejable). Sobre el valor de 50% de probabilidad, se observan respuestas de 352 y 225 kg/ha para el set de datos con 120 y 50 kg/ha Map, respectivamente. El 20% de las mejores respuestas estuvo en 800 y 445 kg/ha para el set de datos con 120 y 50 kg/ha Map, respectivamente (Figura 4). Observando las curvas de probabilidad acumulada de respuestas en el cultivo de soja 2° y utilizando la totalidad de los datos (puntos rojos y azules, Figura 4 der), el 50% de probabilidad acumulada define una respuesta de 160 kg/ha para el agregado de 120 kg/ha de Map y de 50 kg/ha de respuesta por el agregado de 50 kg/ha de Map. Analizando estos datos, con fertilizaciones de 50 Map solamente alcanza para conseguir cubrir los requerimientos y de forma parcial del cultivo de trigo, sin fertilizar al cultivo de segunda.

### Respuestas a la fertilización con 120 kg/ha Map en situaciones de fósforo inicial por debajo de 20ppm:

Quitando del análisis las situaciones con valores iniciales altos de fósforo (Figura 4 puntos grises) que son las situaciones que incorporan parte de la variabilidad en la respuesta a la fertilización fosforada, permite analizar la decisión de fertilizar en ambientes con distinto grado de limitación por fósforo bajo la incertidumbre sólo por efecto del clima. Se observan valores de respuestas de rendimiento más importantes sobre todos los percentiles. Sobre el valor de 50% se observan respuestas de 430 kg/ha y 230 kg/ha para trigo y soja2° respectivamente. Se observan leves disminuciones en el porcentaje de casos sin respuestas en trigo y en el cultivo de segunda.

### Análisis económico:

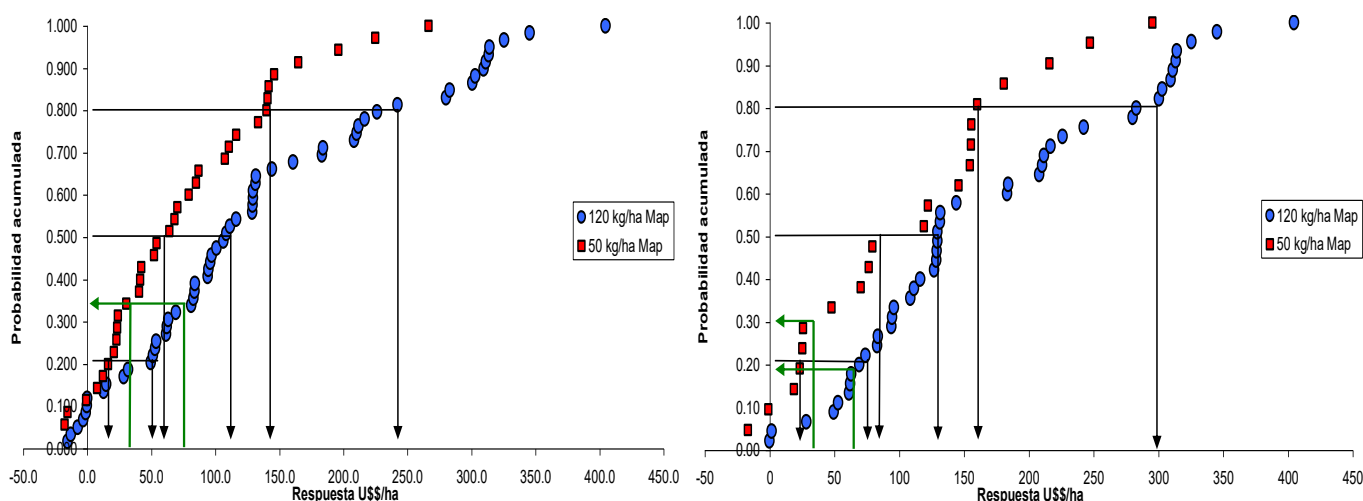


Figura 5: probabilidad acumulada de la diferencia lograda expresada en U\$\$/Ha respecto al testigo sin fertilizar en ensayos de fertilización fosforada en la secuencia trigo/soja2<sup>a</sup> conducidos en grandes franjas a campo durante las campañas 2005/06, 2006/07, 2007/08, 2008/09, 2009/10, 2010/1, 2011/12 y 2012/13. Izq) todos los ensayos; Der) ensayos con menos de 21ppm de P En verde costo del fertilizante (Map 690U\$\$/tn; PB trigo 195U\$\$/tn; PB Soja 340U\$\$/tn).

Observando las curvas de probabilidad acumulada de respuesta económica en el doble cultivo trigo/soja con todos los ensayos (figura 5 izq), el 50% de probabilidad acumulada define una respuesta de 55 y 105 U\$\$/ha para fertilizaciones con 50 y 120 kg/ha de Map, respectivamente. Un tercio de los casos presentó resultados económicos negativos. Estos casos están asociados a ensayos con estrés hídrico de baja respuesta y a ensayos con niveles iniciales de fósforo disponible alto.

Quitando las situaciones con niveles iniciales de fósforo disponible alto (más de 20 ppm; Figura 5 derecha) el percentil 50 marca una respuesta económica de 80 y 130 U\$\$/ha para fertilizaciones con 50 y 120 kg/ha de Map, respectivamente, disminuyendo las situaciones con respuesta económica negativa al 18% de probabilidad para la fertilización más alta (Figura 5 der) y quedan acotadas a situaciones de no respuesta a la fertilización fosforada por situaciones de baja productividad (estrés hídrico).

### 5) Respuestas al agregado de azufre en el planteo trigo/soja 2°. Datos de campañas 2007-08, 2009-10, 2011-12 y 2012-13:

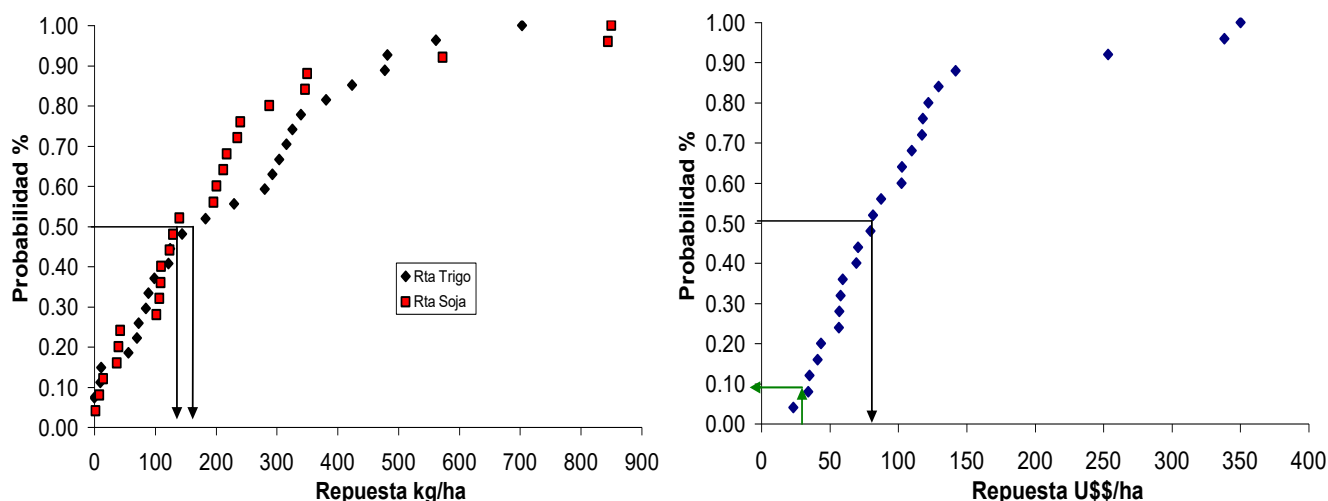


Figura 6: probabilidad acumulada de respuestas (izq) en kg/ha; (der) en U\$\$/ha a la fertilización con 100 kg/ha de SulfatoCa (Azufertil) a la siembra del cultivo de trigo respecto al testigo sin fertilizar en la secuencia trigo/soja<sup>2a</sup> conducidos en grandes franjas a campo durante las campañas 2007/08, 2009/10, 2011/12 y 2012/13. En verde costo del fertilizante (Azufertil 300U\$\$/tn)

Sobre el 50% de probabilidad se observan respuestas de 180 kg/ha en trigo y 150 kg/ha en soja 2° generando una diferencia económica respecto al testigo sin fertilizar de 80 U\$\$/ha. Teniendo en cuenta costo del fertilizante, sólo 2 ensayos de 25 (8%) no presentaron respuestas económicas.

Como promedio, las respuestas alcanzaron los 230 kg/ha en trigo (4.5%) y los 220 kg/ha en la soja 2° (8%).