

# ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN EN SOJA COMO MODIFICA NUESTRAS DECISIONES DE MANEJO?

JAT Región CREA Sur de Santa Fe



Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris  
Grupo Manejo de Cultivos  
INTA EEA Pergamino

# Fertilización de Soja: Hoja de Ruta

## Que implicancias tiene fertilizar los cultivos de Soja?

- ✓ Las deficiencias nutricionales son responsables de una parte de las brechas de rendimiento entre el nivel actual y el rendimiento alcanzable.
- ✓ La fertilización puede implicar cambios en las decisiones de manejo del cultivo.
- ✓ El rendimiento de soja y la fertilidad del suelo reflejan la historia de fertilización (directa o indirecta) en el largo plazo.

## Otros aspectos

- ✓ Otros elementos, además de fósforo, podrían limitar la producción.
- ✓ La aplicación de fertilizantes junto a la semilla puede representar un riesgo para la emergencia del cultivo.

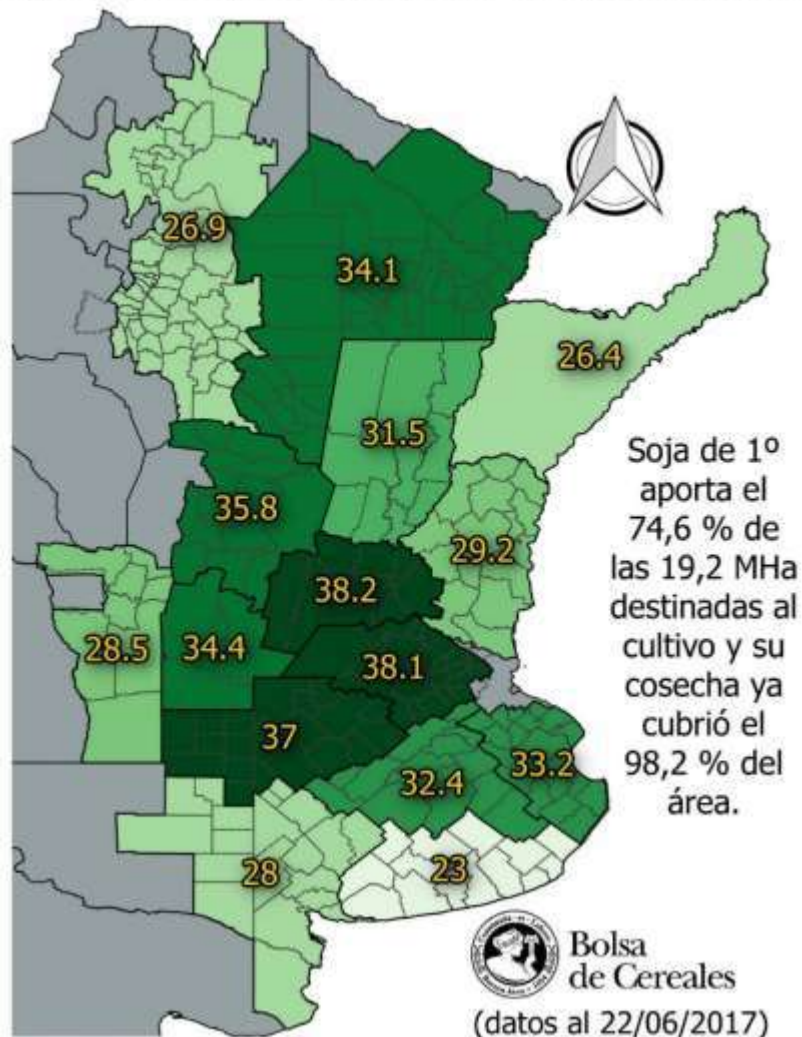
# Fertilización de Soja: Hoja de Ruta

## Que implicancias tiene fertilizar los cultivos de Soja?

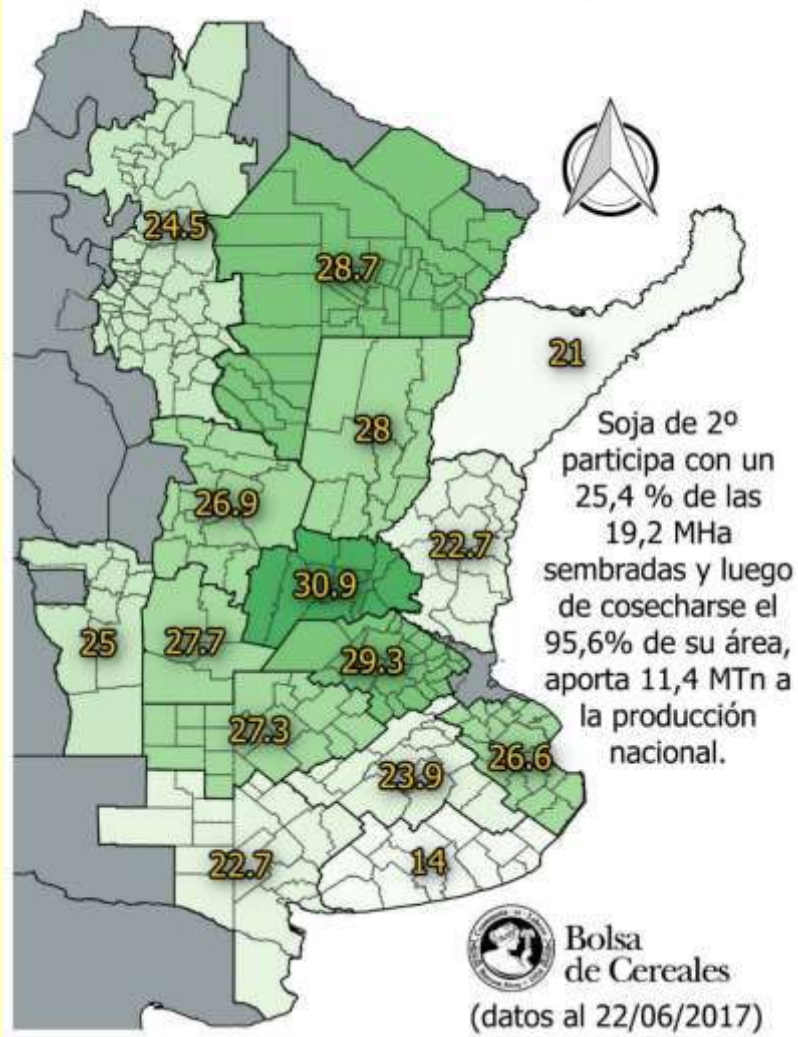
- ✓ Las deficiencias nutricionales son responsables de una parte de las brechas de rendimiento entre el nivel actual y el rendimiento alcanzable.

# Rendimientos medios por Región. Campaña 2016/17

## Rindes de Soja 1º Campaña 2016/17 (qq/Ha)



## Rindes de Soja 2º Campaña 2016/17 (qq/Ha)

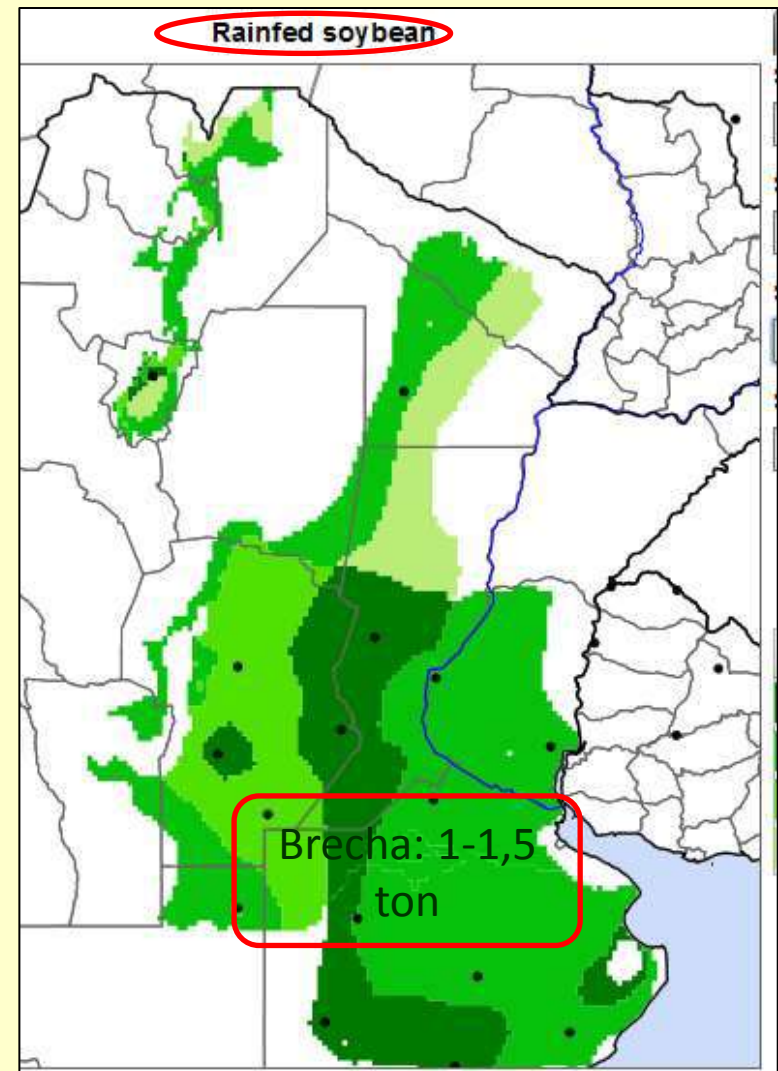
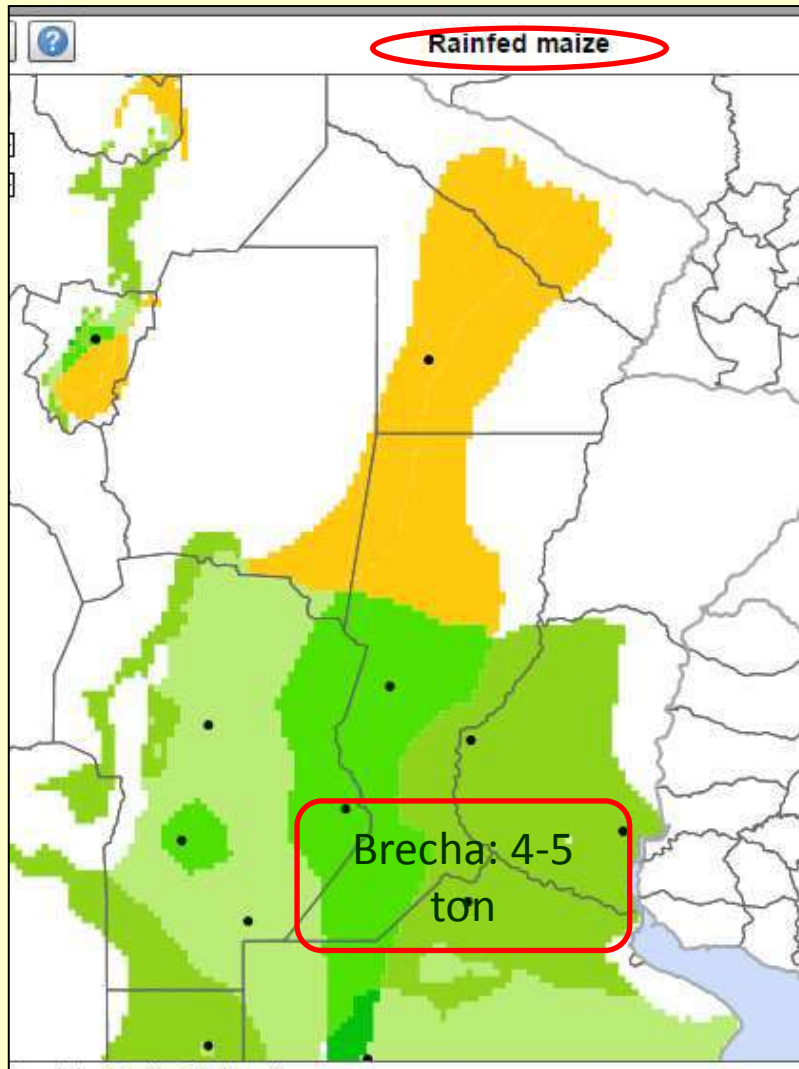


Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”

# Brechas actuales de rendimiento. [www.yieldgap.org](http://www.yieldgap.org)



# Contribución al rendimiento de diferentes factores de producción. Experimentos 2012/13 a 2016/17

Cultivo	FS Temprana	FS Tardía
Nueva Var (STS Ipro)	5223 kg/ha	4195 kg/ha
Sin Intacta (2 años)	+ 62 kg/ha	- 155 kg/ha
Sin STS (2 años)	- 219 kg/ha	- 548 kg/ha
Densidad (30 a 20 pl/m <sup>2</sup> )	- 393 kg/ha	- 401 kg/ha
Nutrición (PSMicros)	- 323 kg/ha	- 532 kg/ha
Inoculación	- 268 kg/ha	- 349 kg/ha
Fungicida foliar	- 308 kg/ha	- 319 kg/ha
<b>BRECHA TOTAL</b>	<b>1283 kg/ha</b>	<b>1198 kg/ha</b>

Δ rendimiento x cambio en FS: 1028 kg/ha (34,2 kg/ha/día) en AT y 943 kg/ha (31,4 kg/ha/día) en BT

# Fertilización de Soja: Hoja de Ruta

## Que implicancias tiene fertilizar los cultivos de Soja?

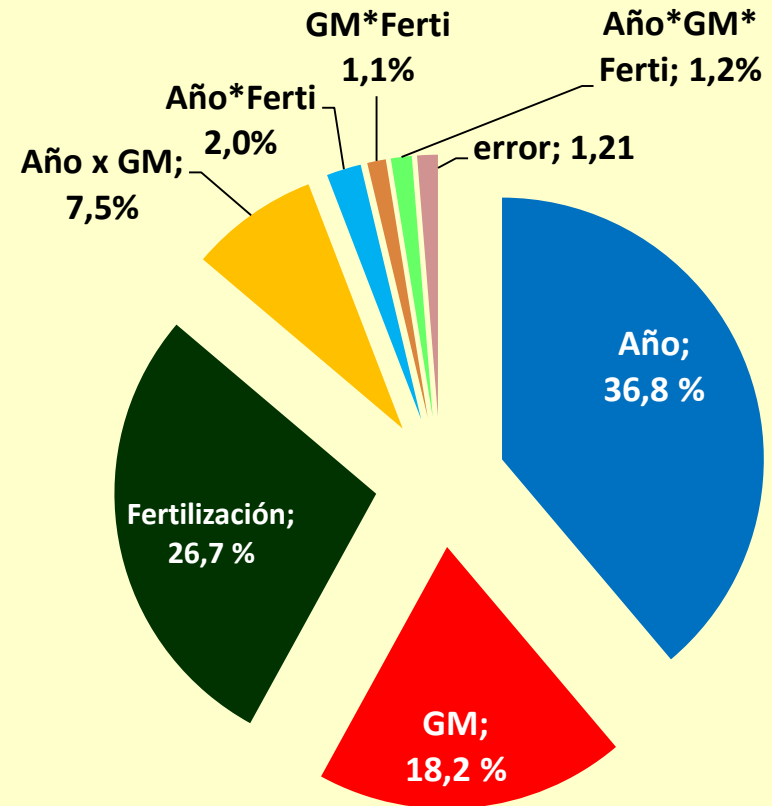
- ✓ Las deficiencias nutricionales son responsables de una parte de las brechas de rendimiento entre el nivel actual y el rendimiento alcanzable.
- ✓ La fertilización puede implicar cambios en las decisiones de manejo del cultivo.

# A que se deben las variaciones en los rendimientos? Pergamino, (2009/10 - 2016/17)

## Tratamientos

GM	Fertilización
III c	Testigo
III L	P
IV c	PS
IV L	PS Micros
V c	

Año	0,0000
Fertilización	0,0000
Variedad	0,0000
Año x Fert	0,0391
Año x GM	0,0000
Fert x GM	0,5457
Año x Fert x GM	0,4682

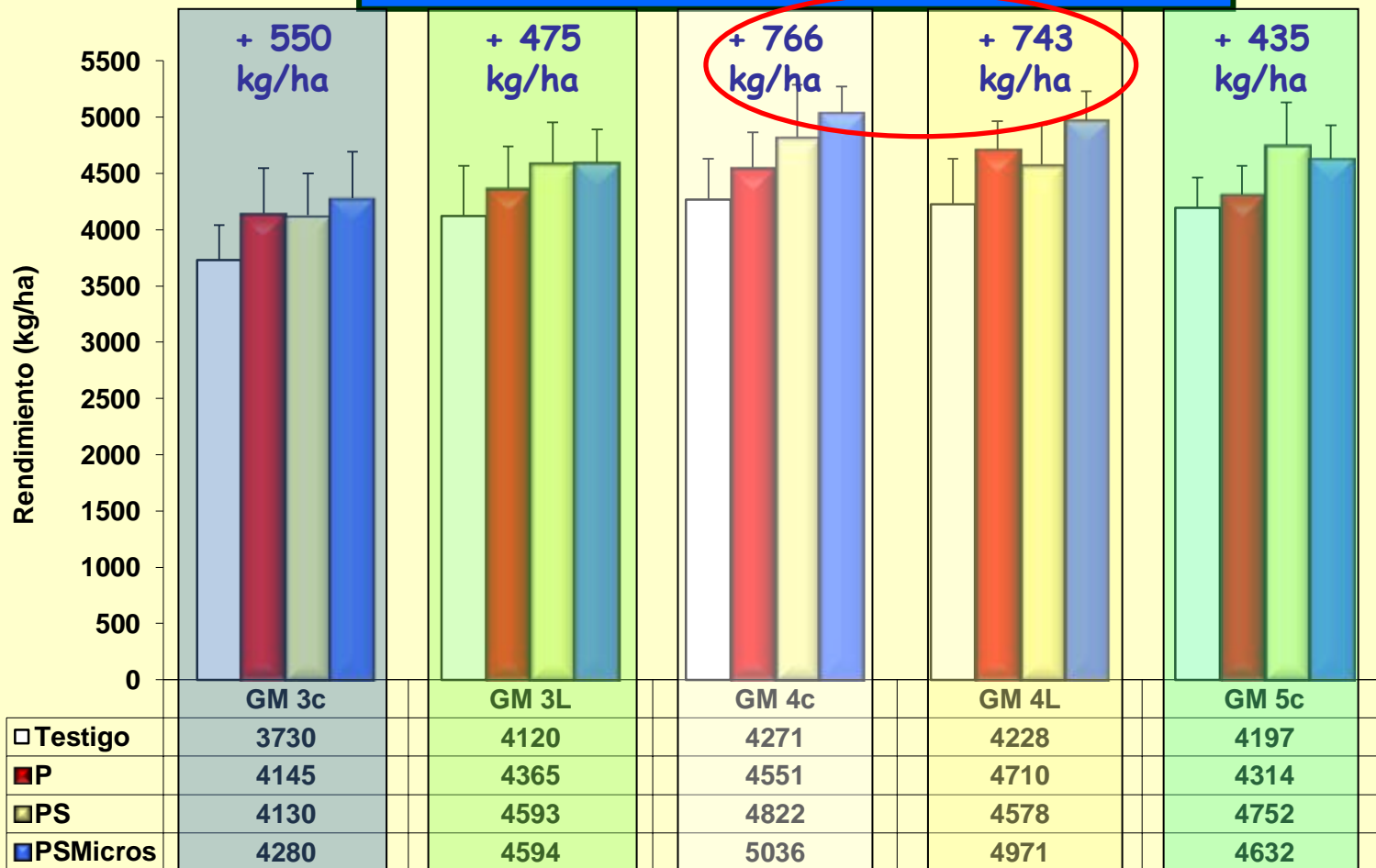


Ferraris et al., 2017.



# Interacción GM x Fertilización Todos los años (2009/10 a 2016/17)

Respuesta máxima obtenida.  
Siembras de Noviembre



Ferraris et al., 2017. Inédito

GM x Fertilización

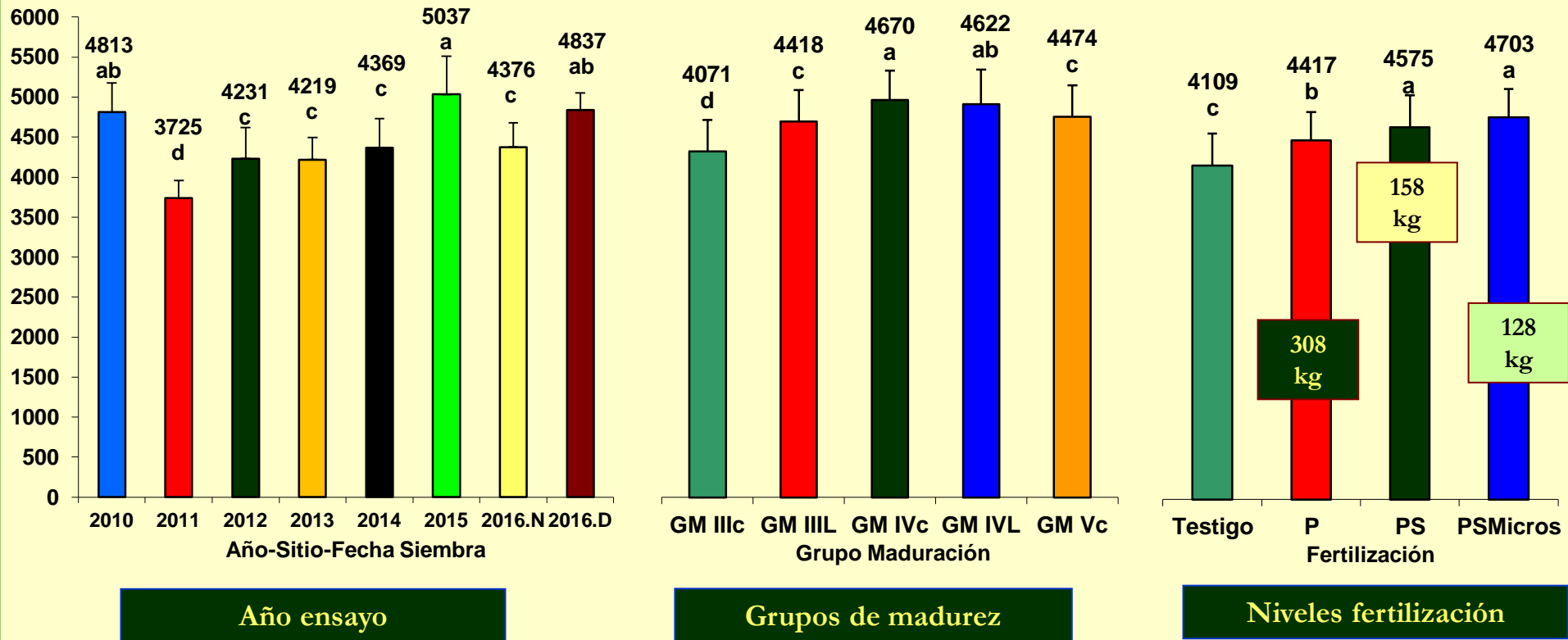
Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”

# Interacción GM x Fertilidad

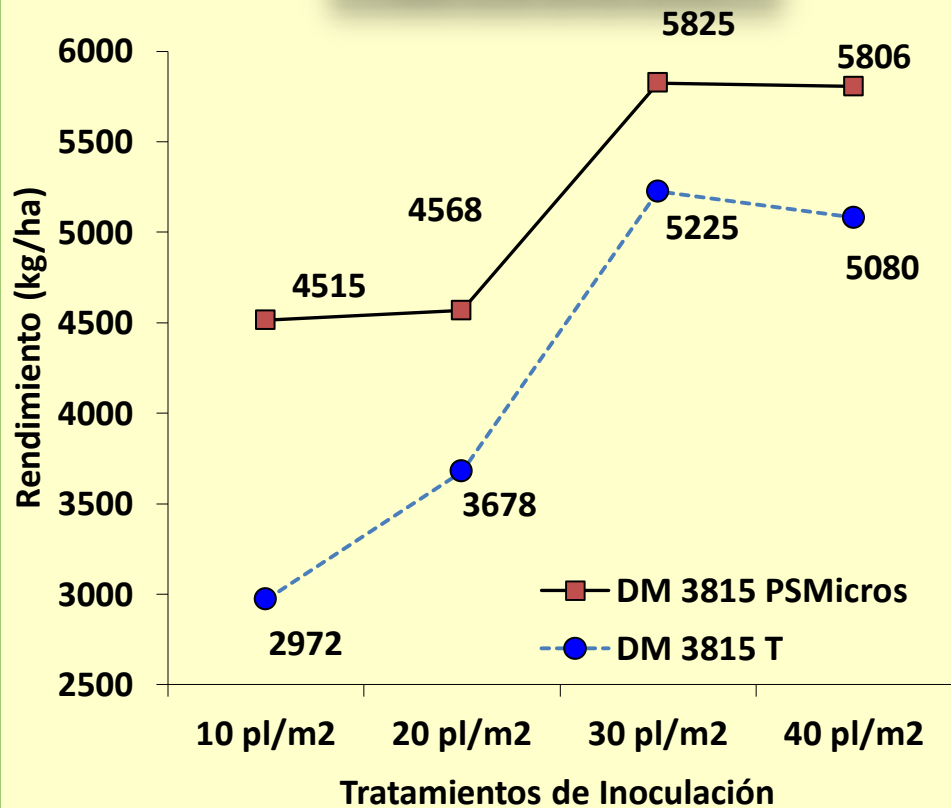
## PERGAMINO. CAMPAÑAS 2010/11 a 2016/17



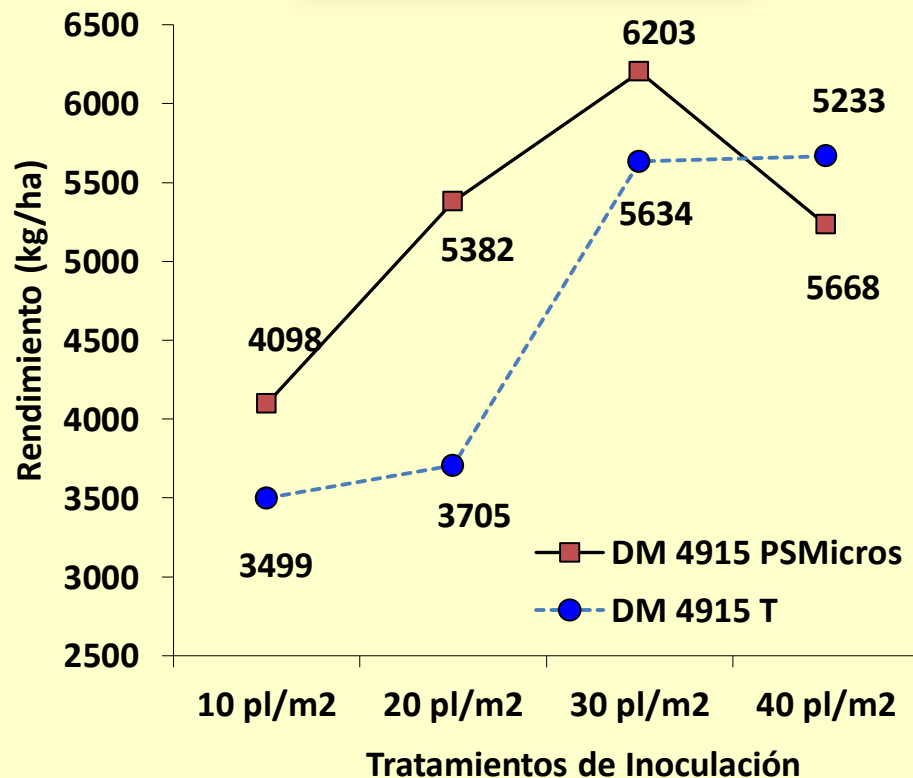
La respuesta según variedad muestra una tendencia parecida al rendimiento de los GM

# Interacciones entre GM, densidad y fertilización. Dos campañas: 2015/16 y 2016/17

**GM 3,8 STS IPro**



**GM 4,9 STS IPro**



Ferraris et al., 2017.



# Fertilización de Soja: Hoja de Ruta

## Que implicancias tiene fertilizar los cultivos de Soja?

- ✓ Las deficiencias nutricionales son responsables de una parte de las brechas de rendimiento entre el nivel actual y el rendimiento alcanzable.
- ✓ La fertilización puede implicar cambios en las decisiones de manejo del cultivo.
- ✓ El rendimiento de soja y la fertilidad del suelo reflejan la historia de fertilización (directa o indirecta) en el largo plazo.

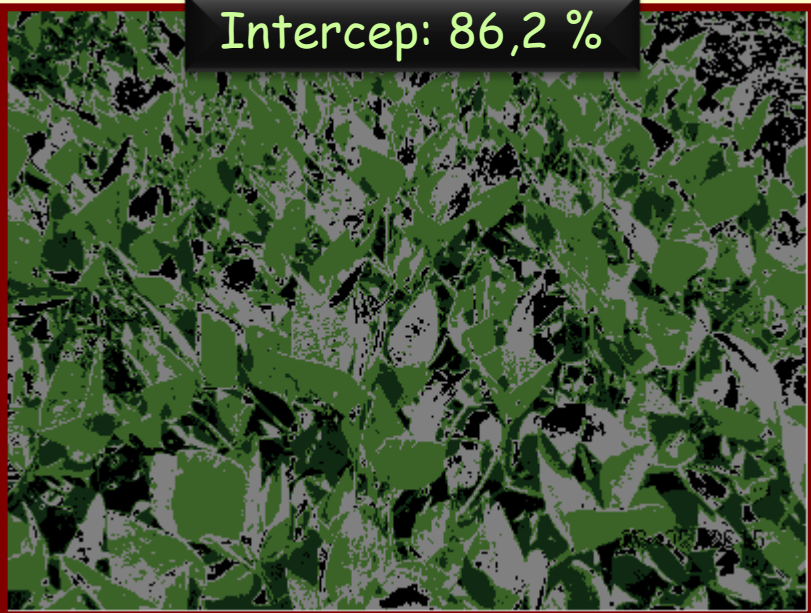
P0



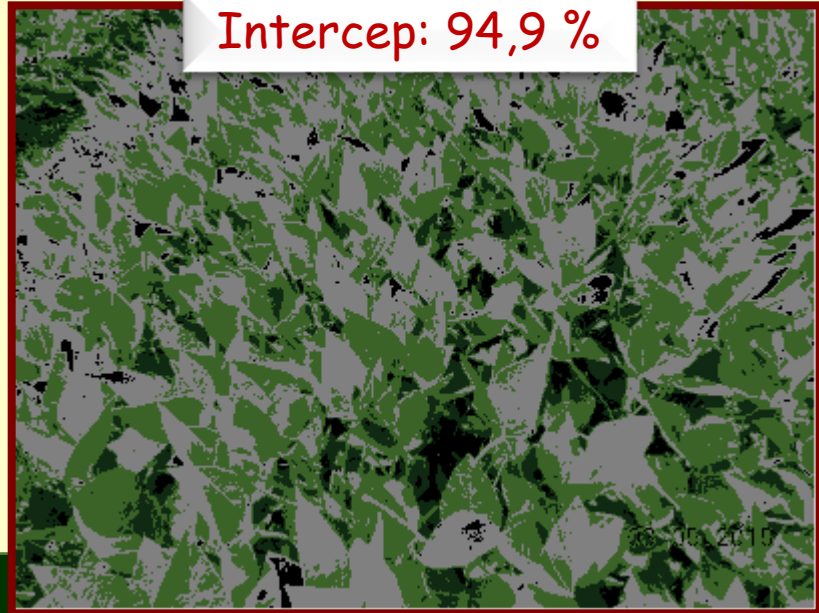
P20



Intercep: 86,2 %

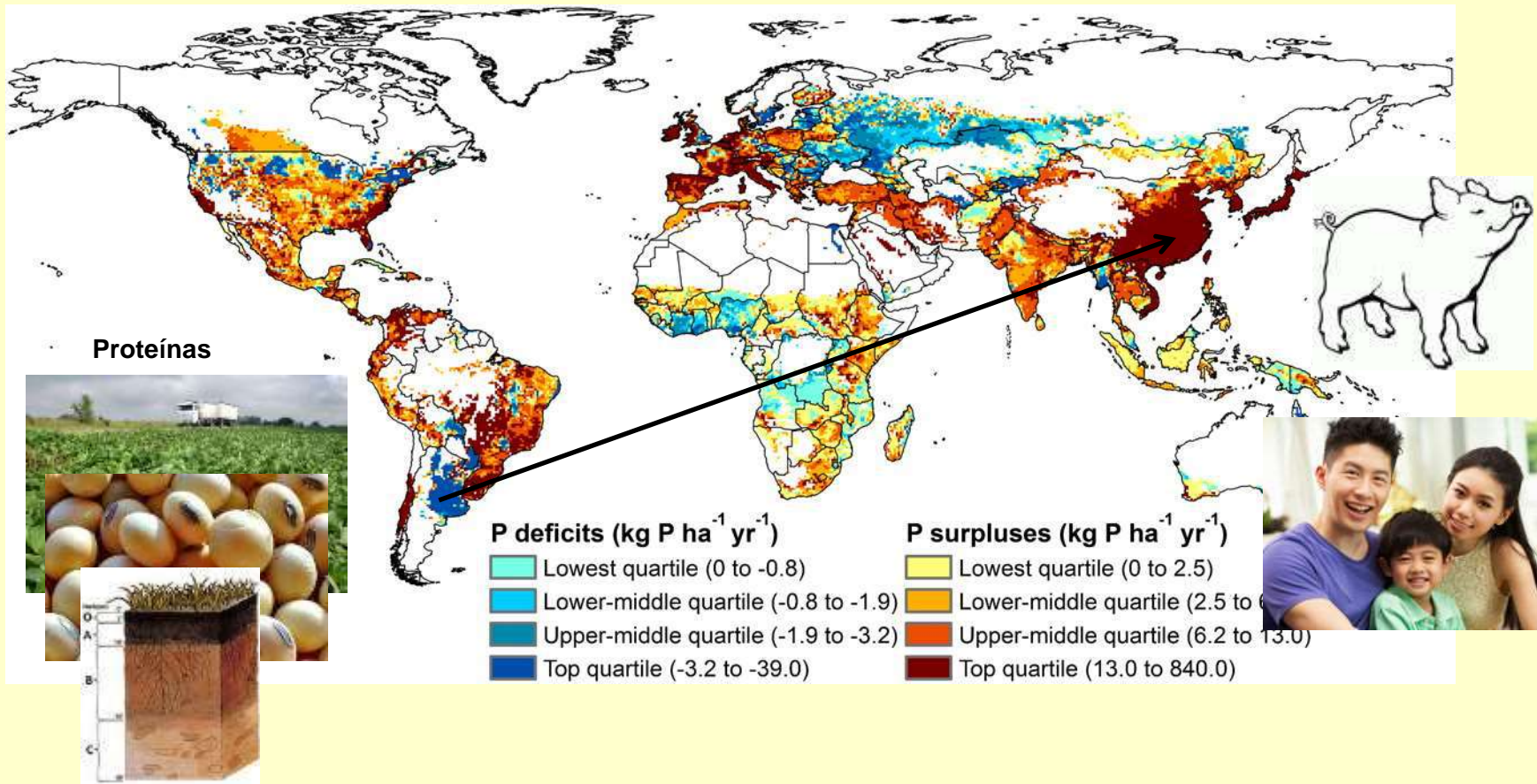


Intercep: 94,9 %



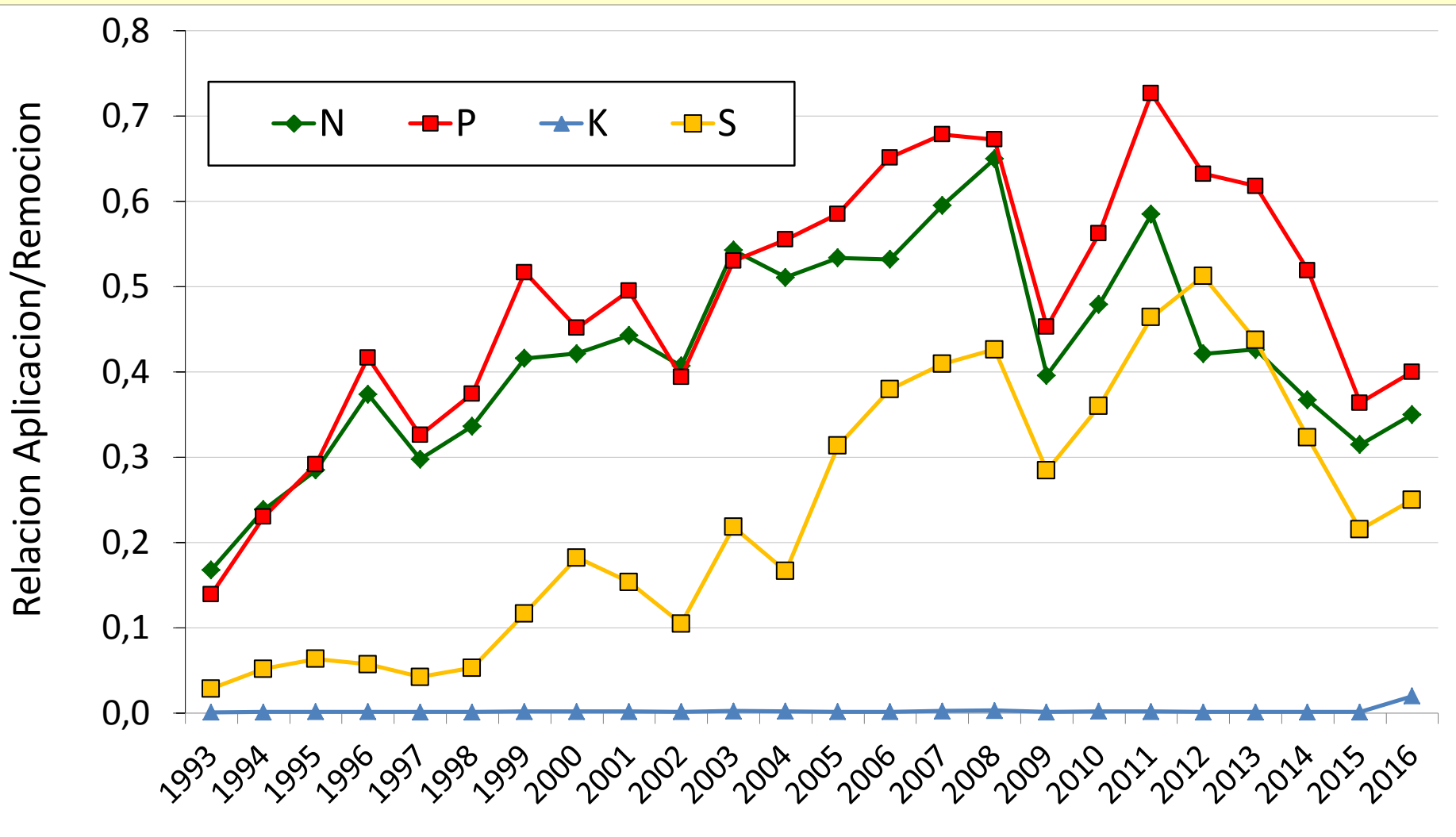
# Mapa Mundial de desbalance de fósforo

Global map of agronomic P imbalances for the year 2000 expressed per unit of cropland area in each 0.5° grid cell.



Graham K. MacDonald et al. PNAS 2011;108:3086-3091

# Reposición de los 4 elementos principales, como fracción de la extracción total.

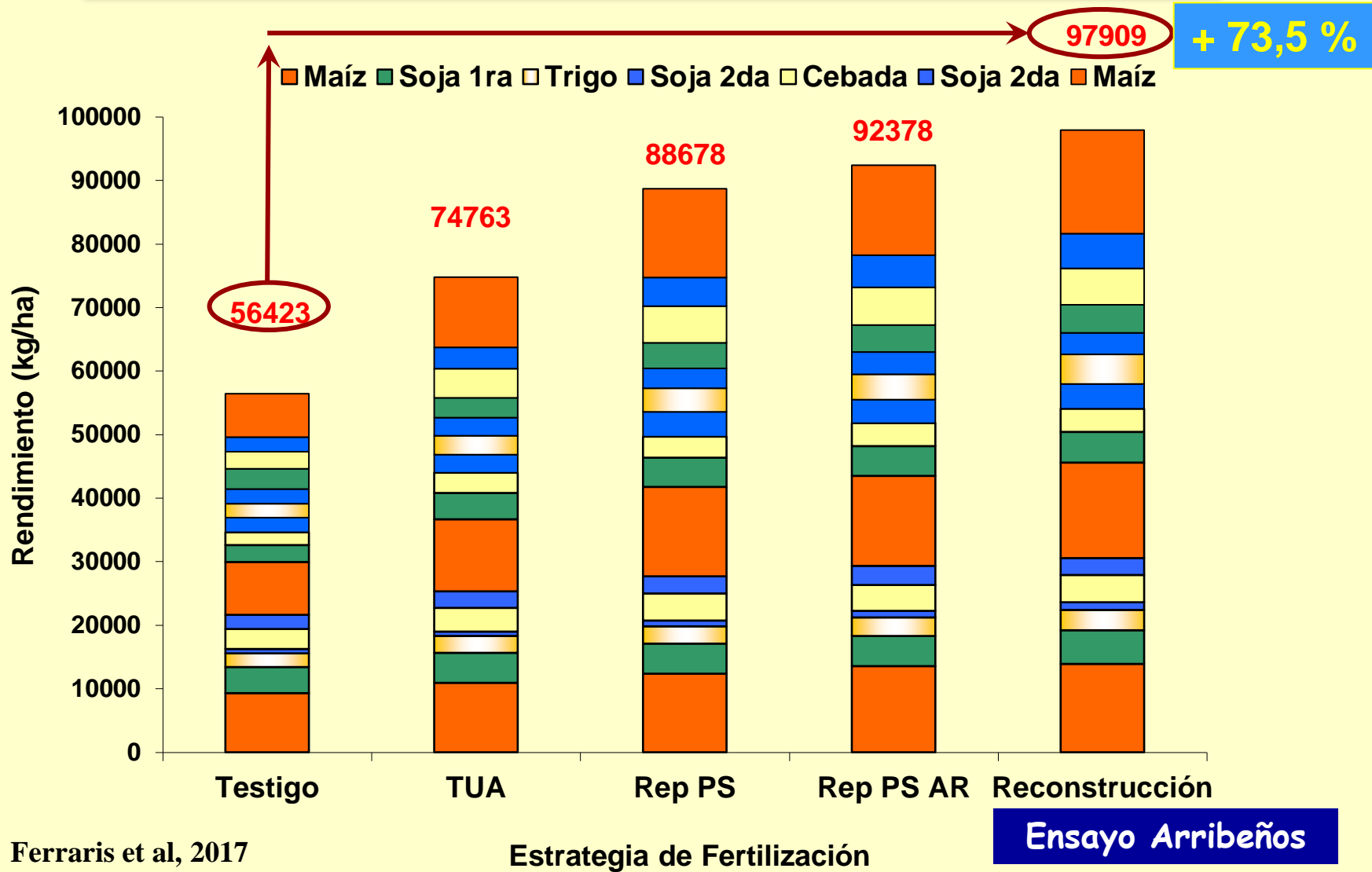


Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”

# Rendimientos acumulados luego en once secuencias, dieciséis cultivos



Ferraris et al, 2017

Estrategia de Fertilización

Ensayo Arribeños

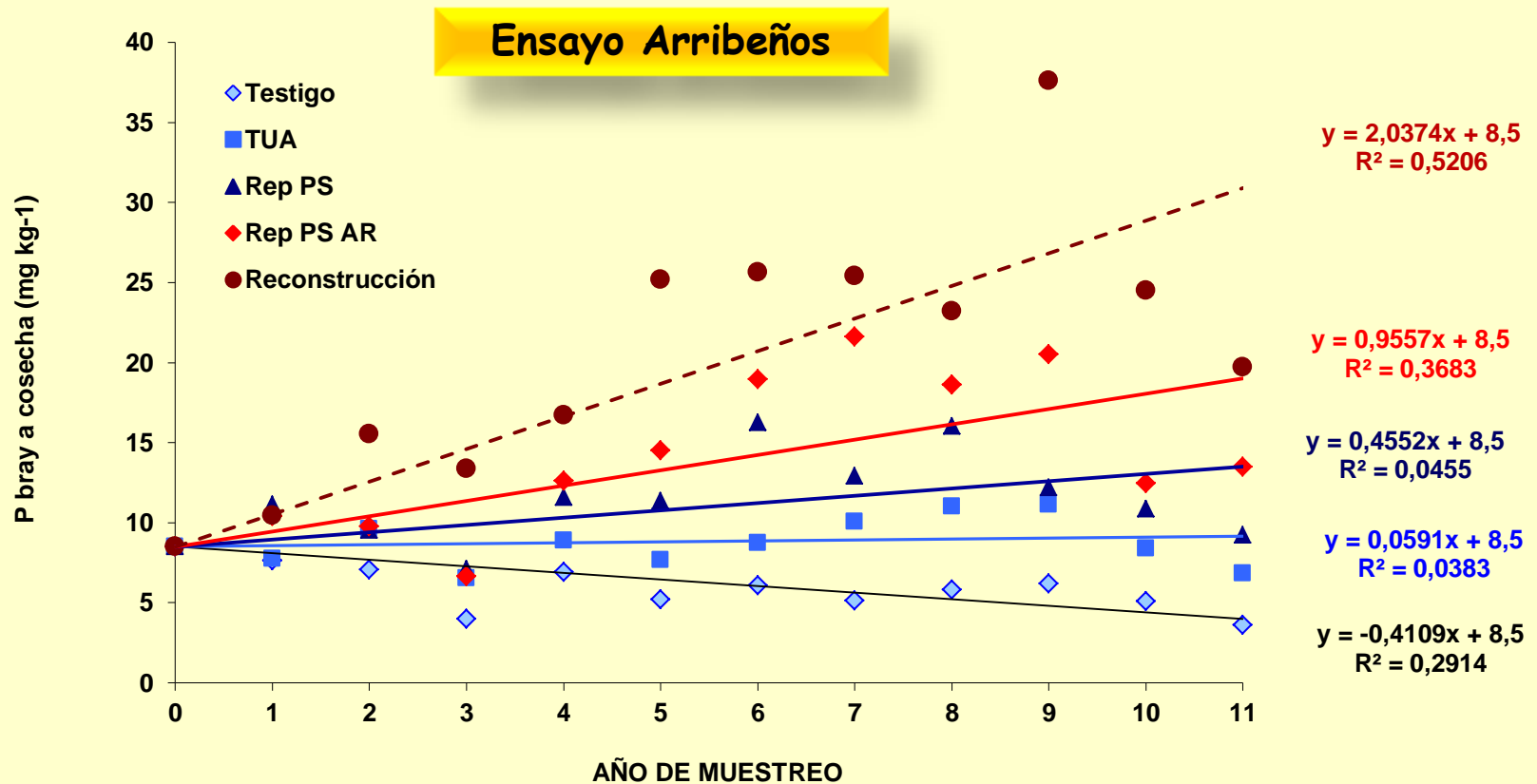
Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”



# Cambios en los niveles de fósforo en el mediano plazo



Ferraris et al, 2017

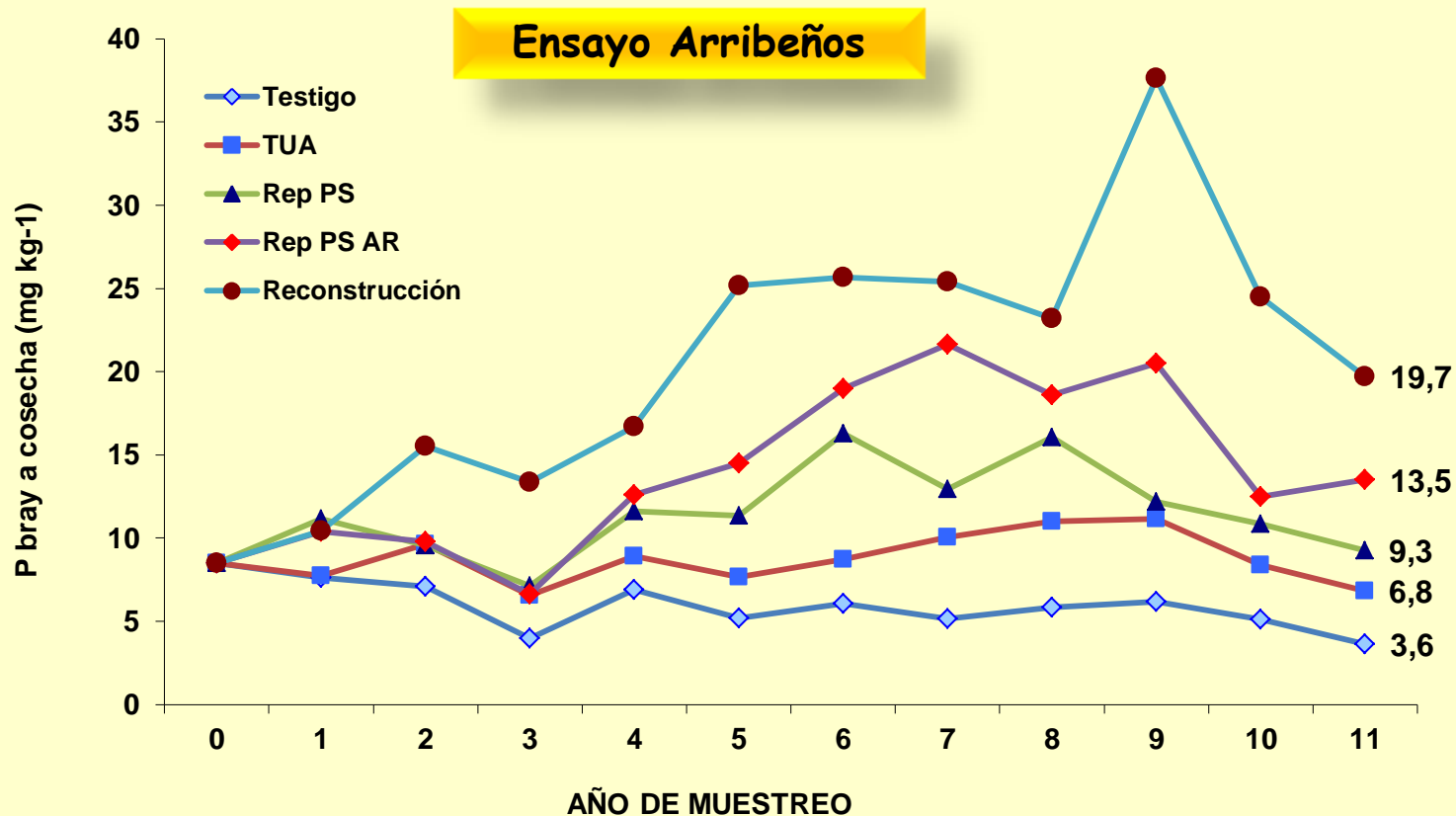
**Otros cambios:** Baja pH (0,2 unidades), MO aumenta ligeramente (0,2%), Aumenta N en suelo y grano, S mínimo en tratamiento 2

Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”

# Cambios en los niveles de fósforo en el mediano plazo



Ferraris et al, 2017

Otros cambios: Baja pH (0,2 unidades), MO aumenta ligeramente (0,2%), Aumenta N en suelo y grano, S mínimo en tratamiento 2

Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”

# Cuanto fósforo se debe agregar para incrementar 1 mg/kg (0-20 cm)?

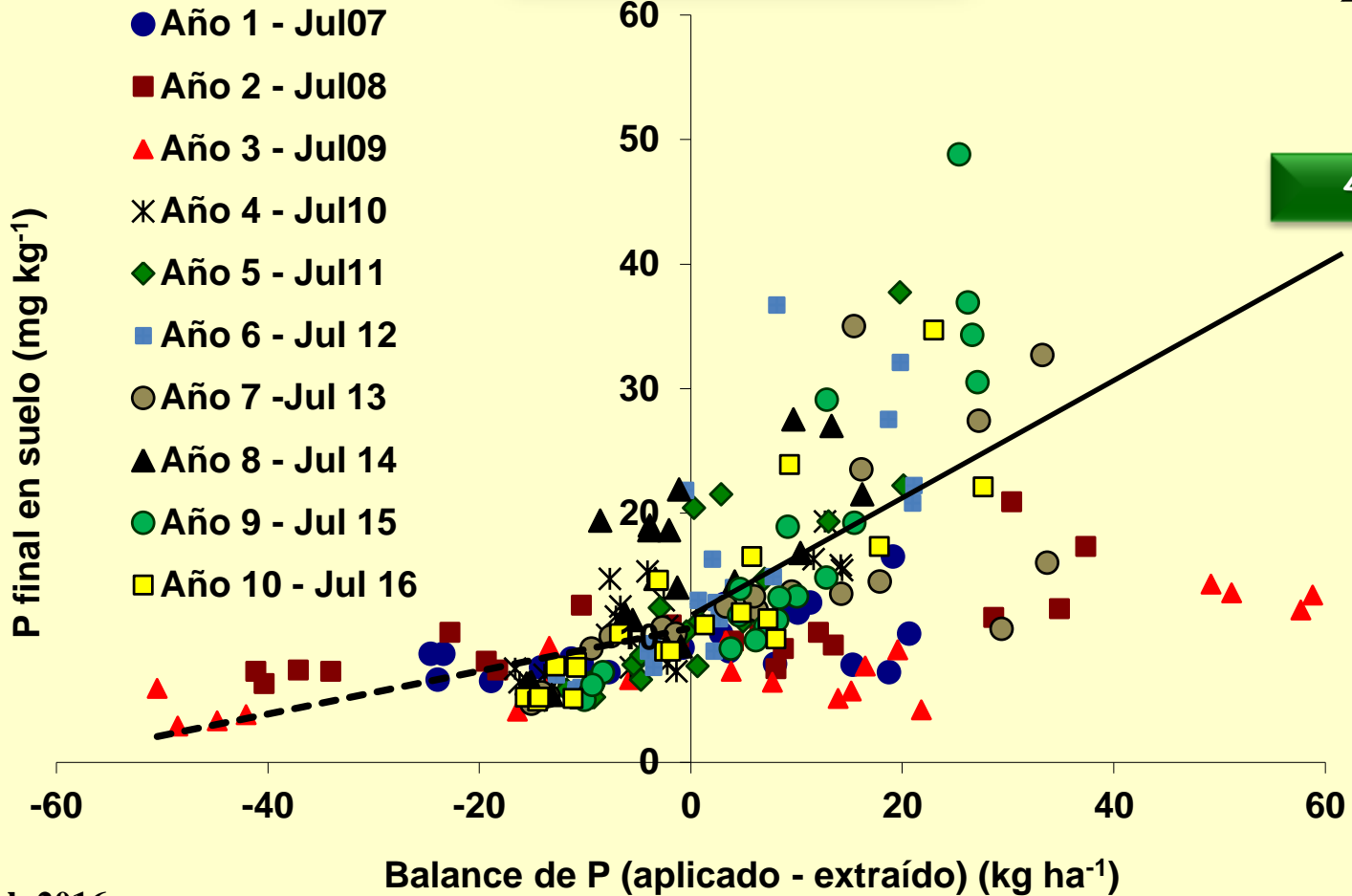
5,7 kgP

Ensayo Arribeños

16 kg SPT

23,1 kg SPT

4 kgP



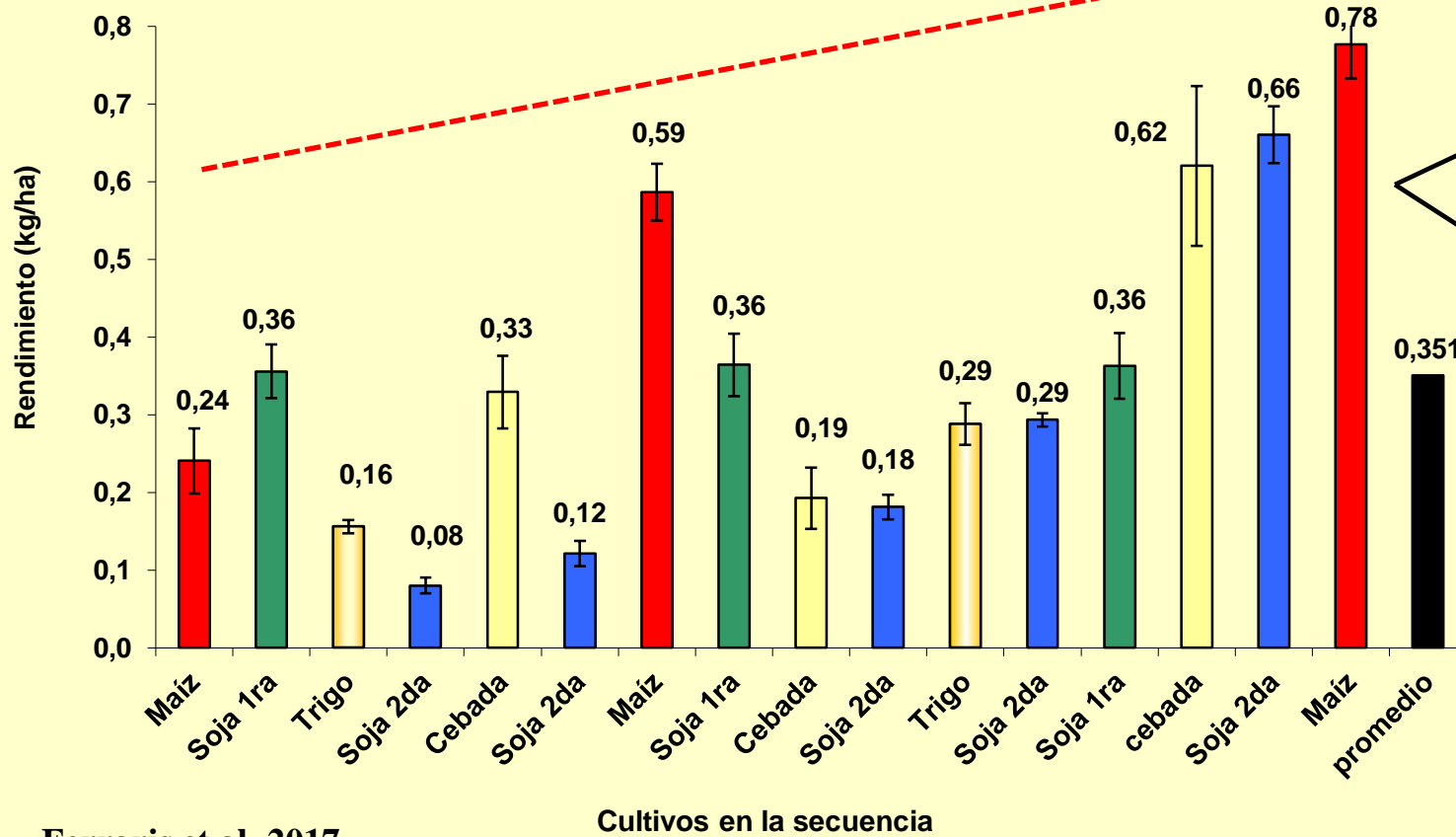
Ferraris et al, 2016

# Recuperación aparente del P aplicado como fertilizante Ensayo Secuencia intensificada. Arribeños.

## Porcentaje del P aplicado recuperado en grano según cultivo

Media de recuperación:  
35,1 %

Ensayo Arribeños



Soja: 30 %

Trigo-Cebada  
Maíz: 40 %

Ferraris et al, 2017

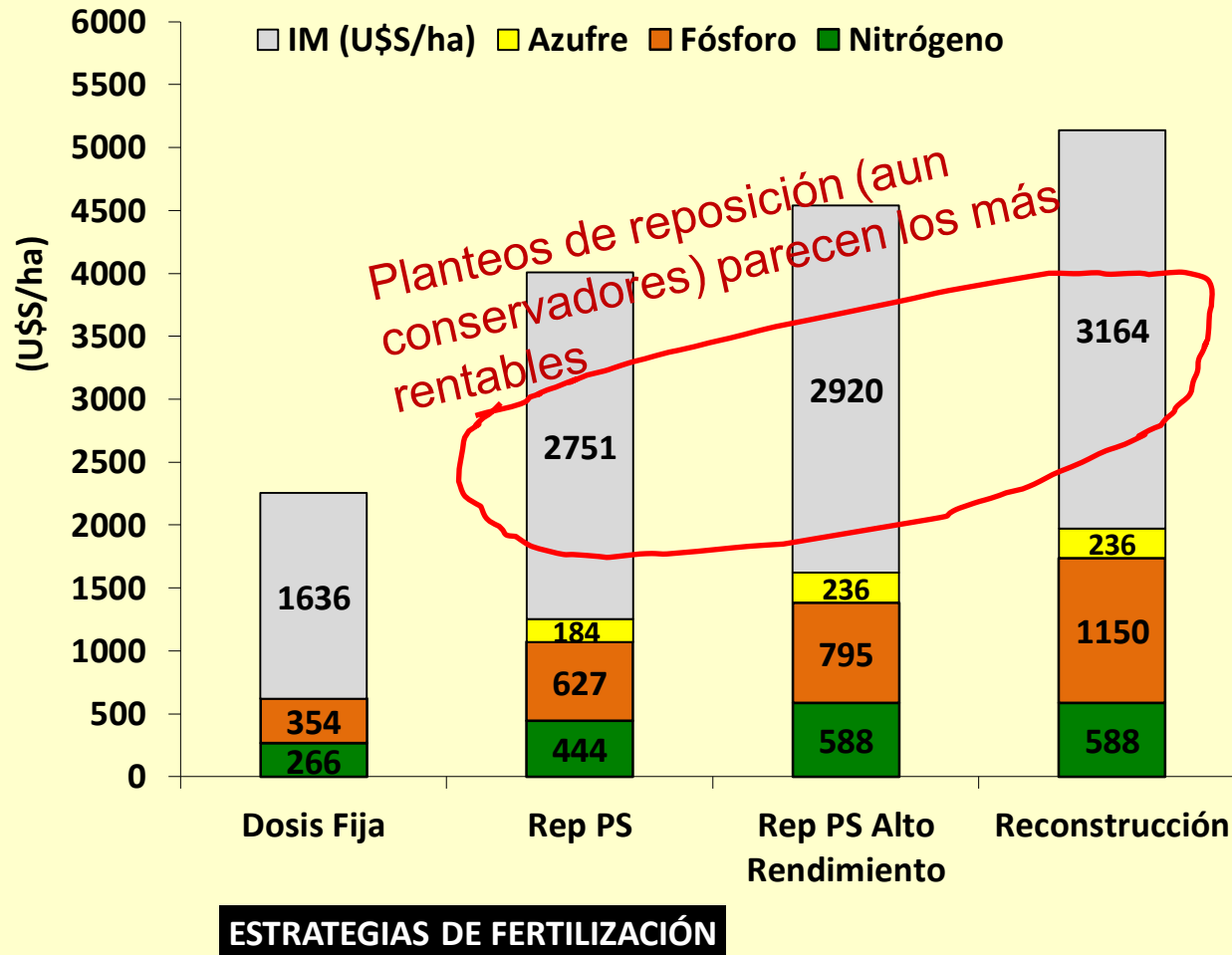
Cultivos en la secuencia

Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”

# Rentabilidad de la fertilización (11 campañas)



Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”

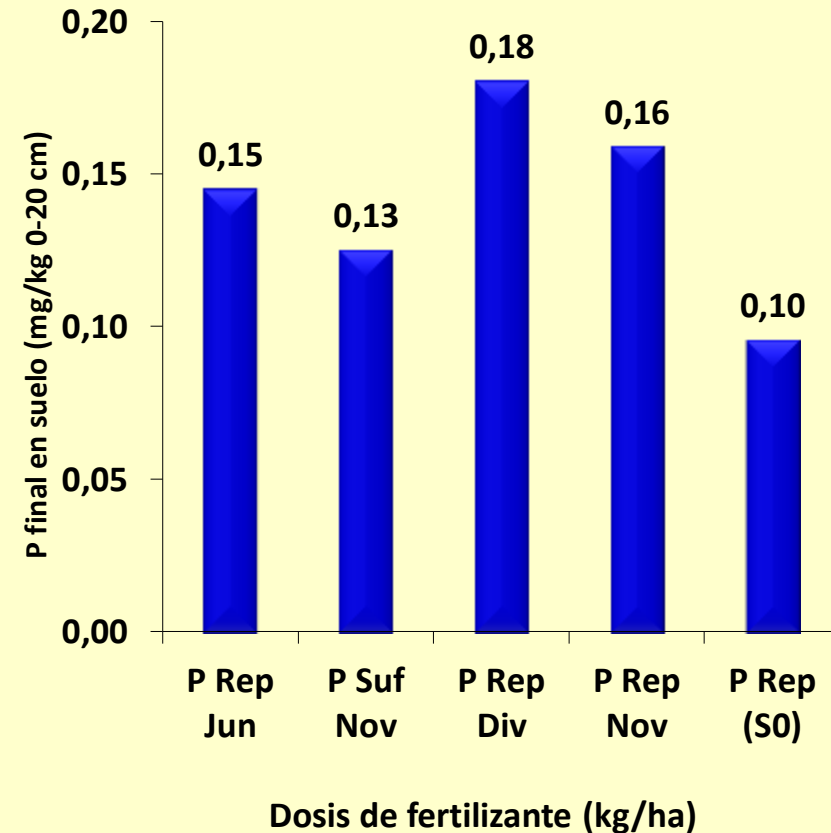
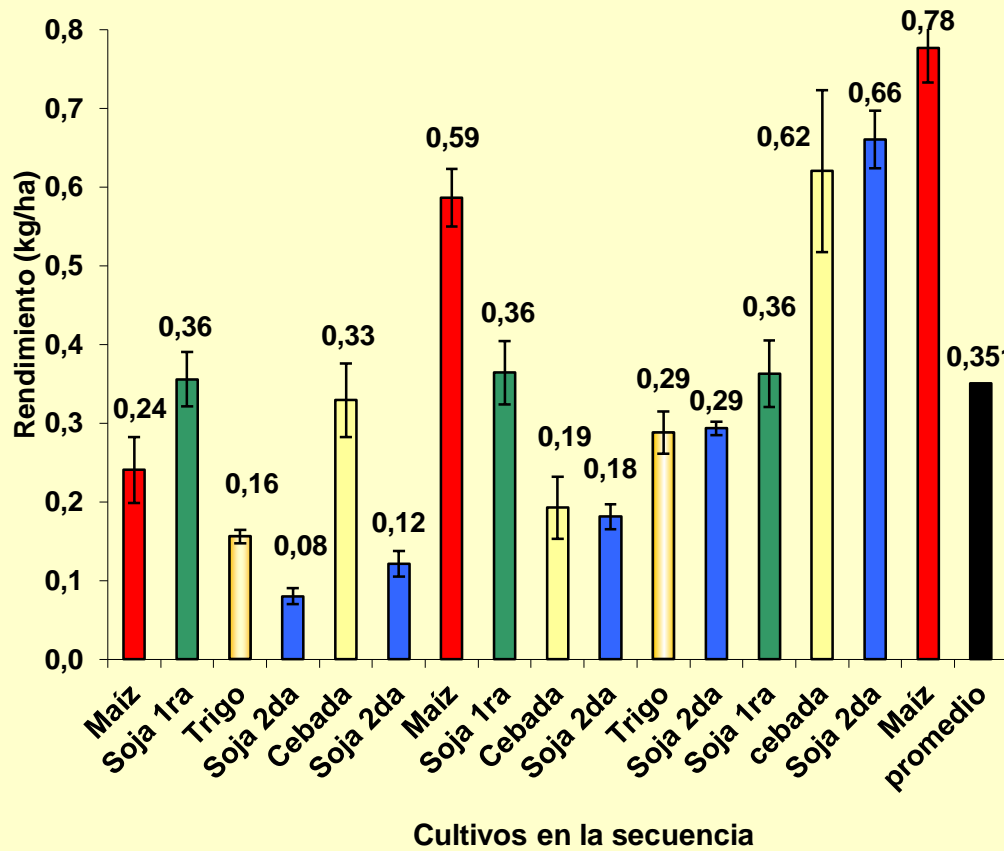
# Recuperación aparente del P aplicado como fertilizante

## Ensayos de larga duración.

### Porcentaje del P aplicado recuperado en grano, según intensidad de cultivo

Media de recuperación: 35,1 % (Soja 30 %)

Media de recuperación 14,2 %



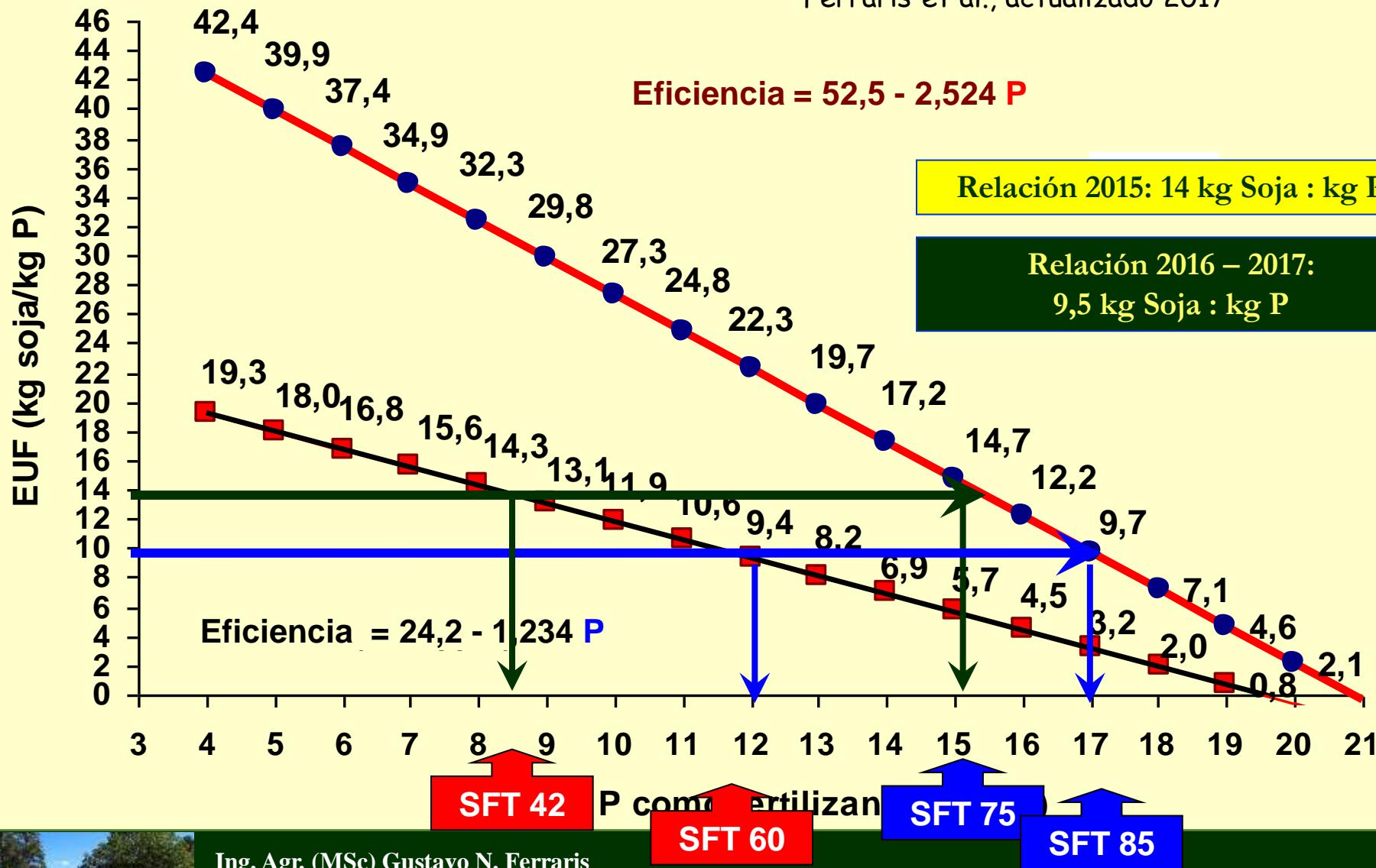
Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”

# Dosis óptima según Relación de precios y P inicial

Ferraris et al., actualizado 2017



Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”

## Localización de fósforo: Afecta la respuesta?

Escuela Inchausti (Valdez, 25 de Mayo). Nueve lotes, tres ciclos de secuencia Trigo/soja – Maíz - Soja

**P extractable (Bray I): 5,8 a 7,4 mg kg<sup>-1</sup>**  
**Fuente:** Superfosfato triple (0-20-0). **Dosis:** 22 kgP ha<sup>-1</sup>  
**Voleo:** Cobertura total 45 - 60 d.a.s.

	Trigo	Soja 2da	Maíz	Soja
<b>Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				
<b>Control</b>	3893 b	2540 b	7692 b	2988 b
<b>P_voleo</b>	4975 a	3166 a	9221 a	4418 a
<b>P_línea</b>	5281 a	3124 a	9554 a	4424 a
<b>Granos m<sup>-2</sup></b>				
<b>Control</b>	12670 b	1875 b	2676 b	1925 b
<b>P_voleo</b>	16160 a	2240 a	3118 a	2756 a
<b>P_línea</b>	16760 a	2246 a	3166 a	2799 a
<b>Peso individual de los granos (mg grano<sup>-1</sup>)</b>				
<b>Control</b>	36 a	149 a	284 b	158 a
<b>P_voleo</b>	37 a	152 a	296 a	159 a
<b>P_línea</b>	37 a	152 a	304 a	162 a

Rillo et al, 2016

Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”



# Fertilización de Soja: Hoja de Ruta

## Que implicancias tiene fertilizar los cultivos de Soja?

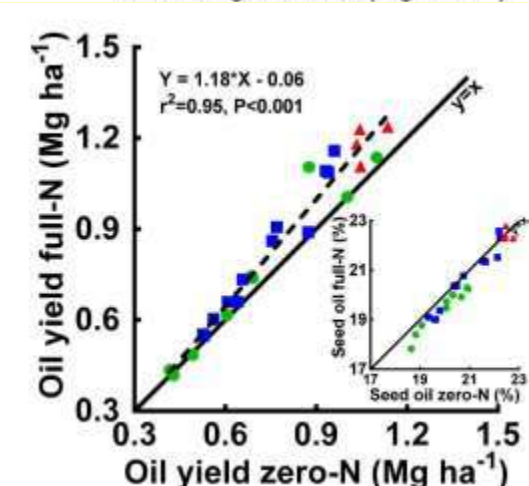
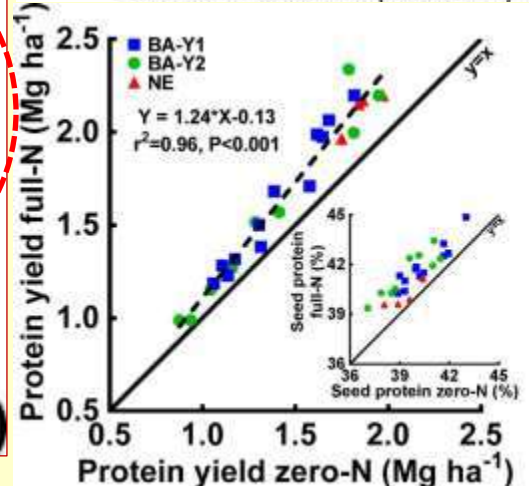
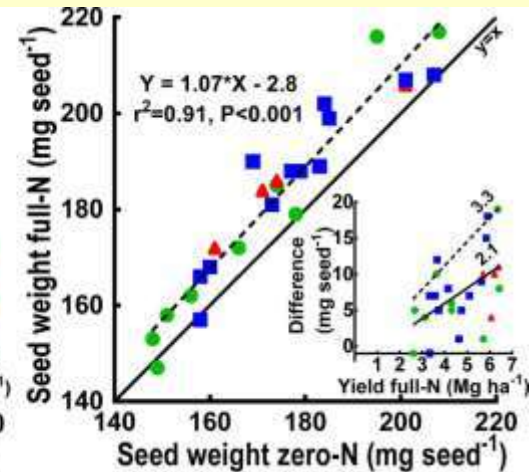
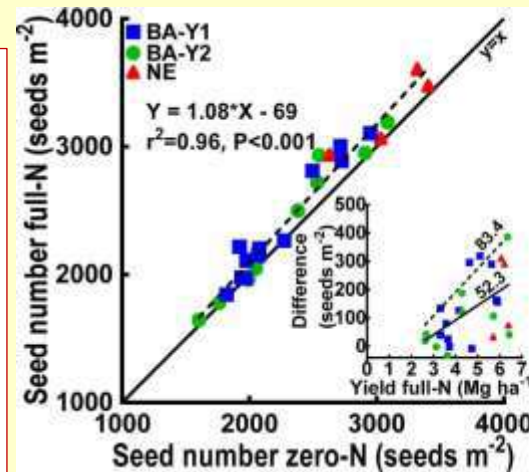
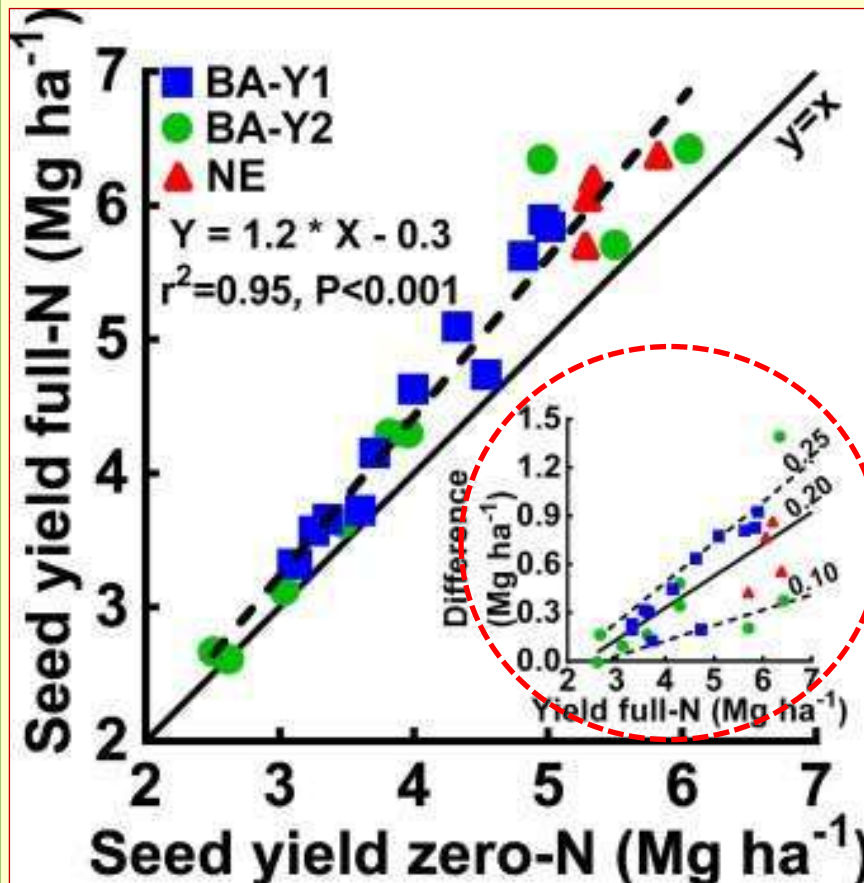
- ✓ Las deficiencias nutricionales son responsables de una parte de las brechas de rendimiento entre el nivel actual y el rendimiento alcanzable.
- ✓ La fertilización puede implicar cambios en las decisiones de manejo del cultivo.
- ✓ El rendimiento de soja y la fertilidad del suelo reflejan la historia de fertilización (directa o indirecta) en el largo plazo.

## Otros aspectos

- ✓ Otros elementos, además de fósforo, podrían limitar la producción.

# El cultivo de Soja está limitado x Nitrógeno?

Dos Años x 3 variedades x 4 FS en Balcarce - 4 sitios de producción en Nebraska



Cafaro La Menza et al., 2017.

Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris  
INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”



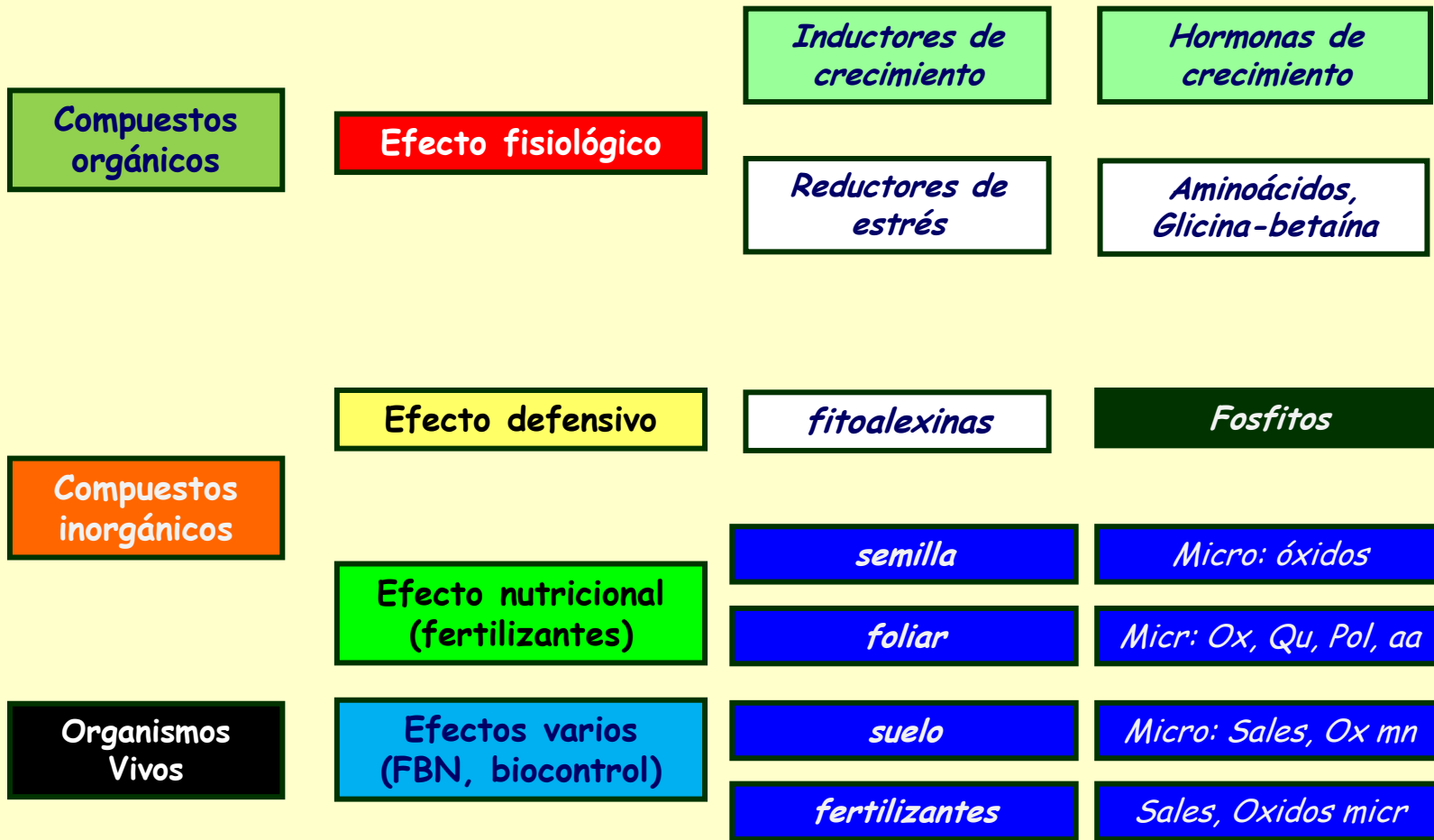
**S+**

**S+**

**S-**

# Los complementarios (Micronutrientes, biológicos, etc)

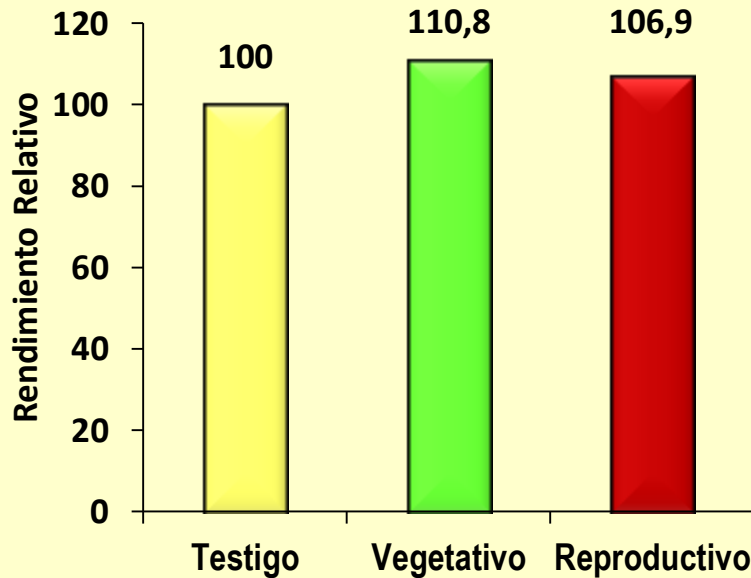
Complementarios



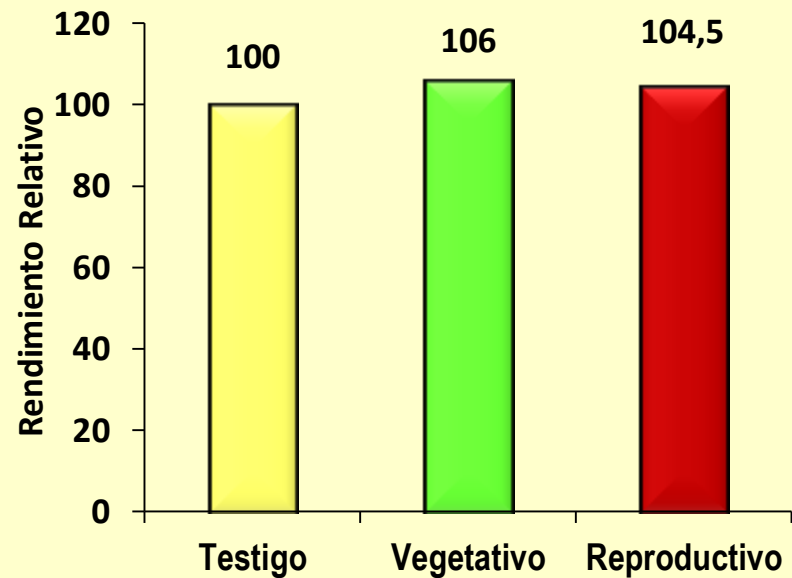
# Boro: expectativa de respuesta

Campañas 2005/06 a 2016/17

142 (T689) ensayos en la Región Norte de Bs As y Sur de Santa Fe



**Año seco**



**Año húmedo**

Ferraris et al., 2017

Ensayos con respuesta (53 %  $P < 0,10$ )  
Estados vegetativos: RR=110,8  
Estados reproductivos: RR=106,9

Ensayos con respuesta (34%  $P < 0,10$ )  
Estados vegetativos: RR=106,0  
Estados reproductivos: RR=104,5

- ❖ Si dosis B > 50 g/ha la frecuencia de respuesta aumenta 10-11 % ( $P < 0,10$  en 65 y 44%)
- ❖ Mayor respuesta en aplicaciones tempranas (R1 o previo).
- ❖ Defoliaciones, granizo, dosis supraóptimas de agroquímicos incrementan la respuesta.

El desafío: integración de los micronutrientes con prácticas de manejo potenciando sus efectos

Experimento: GM x Fertilización x FS

GM: 3c, 3L, 4c, 4L, 5c

Fertilización: Control, P, PS, PSZnB

FS: Noviembre y Diciembre

Factorial n=40

Respuesta media a ZnB= 147 kg/ha.

FS Nov 356 kg/ha

FS Dic 0 kg/ha

GM > rend (4c) 710 kg/ha

La respuesta a Micros no está aislada del buen manejo del sistema. Optimizando **Fecha de siembra y GM**, podemos maximizar la Eficiencia de Uso de los micronutrientes

# Fertilización de Soja: Hoja de Ruta

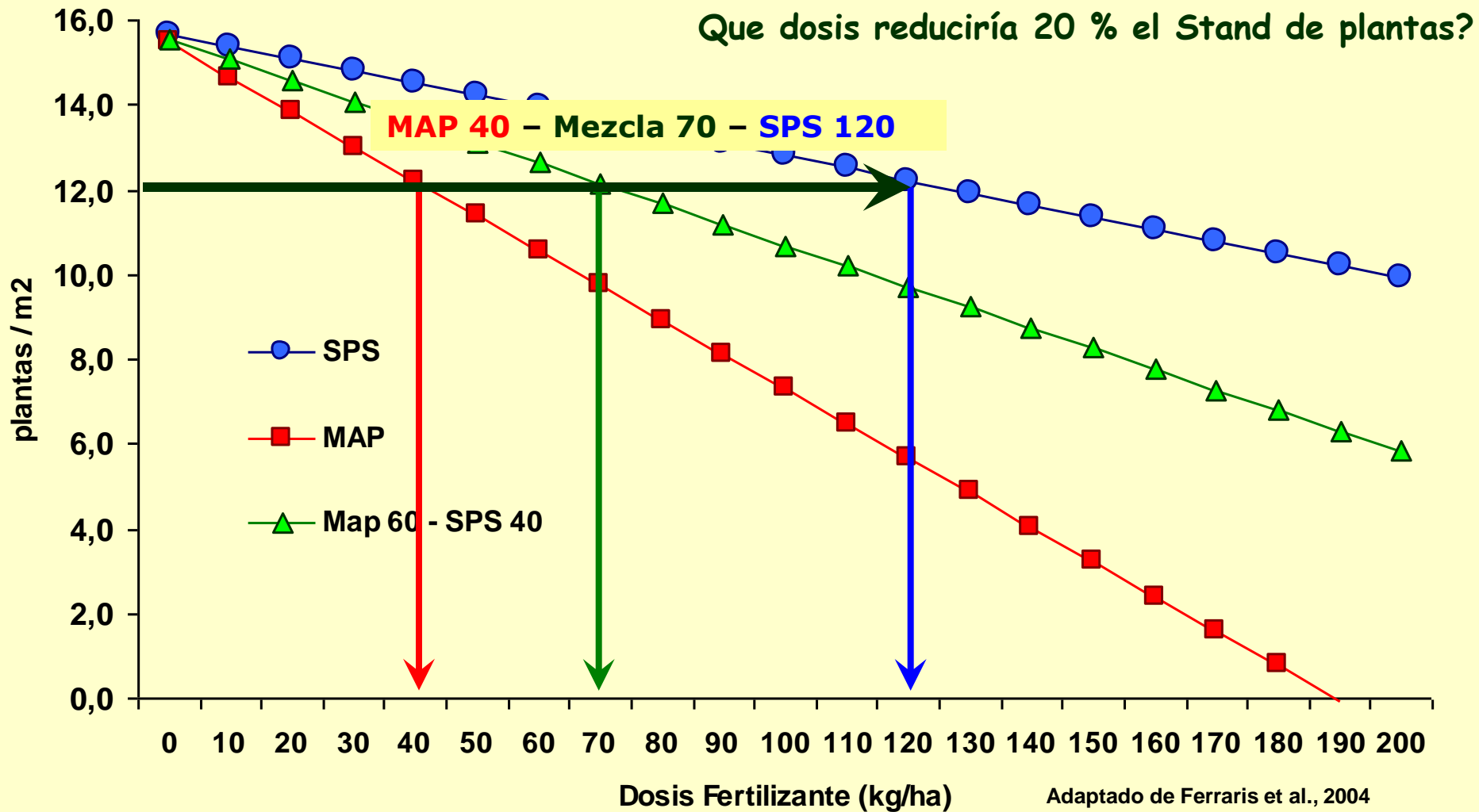
## Que implicancias tiene fertilizar los cultivos de Soja?

- ✓ Las deficiencias nutricionales son responsables de una parte de las brechas de rendimiento entre el nivel actual y el rendimiento alcanzable.
- ✓ La fertilización puede implicar cambios en las decisiones de manejo del cultivo.
- ✓ El rendimiento de soja y la fertilidad del suelo reflejan la historia de fertilización (directa o indirecta) en el largo plazo.

## Otros aspectos

- ✓ Otros elementos, además de fósforo, podrían limitar la producción.
- ✓ La aplicación de fertilizantes junto a la semilla puede representar un riesgo para la emergencia del cultivo.

# Emergencia según fuente - Siembras a 0,42 m



Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

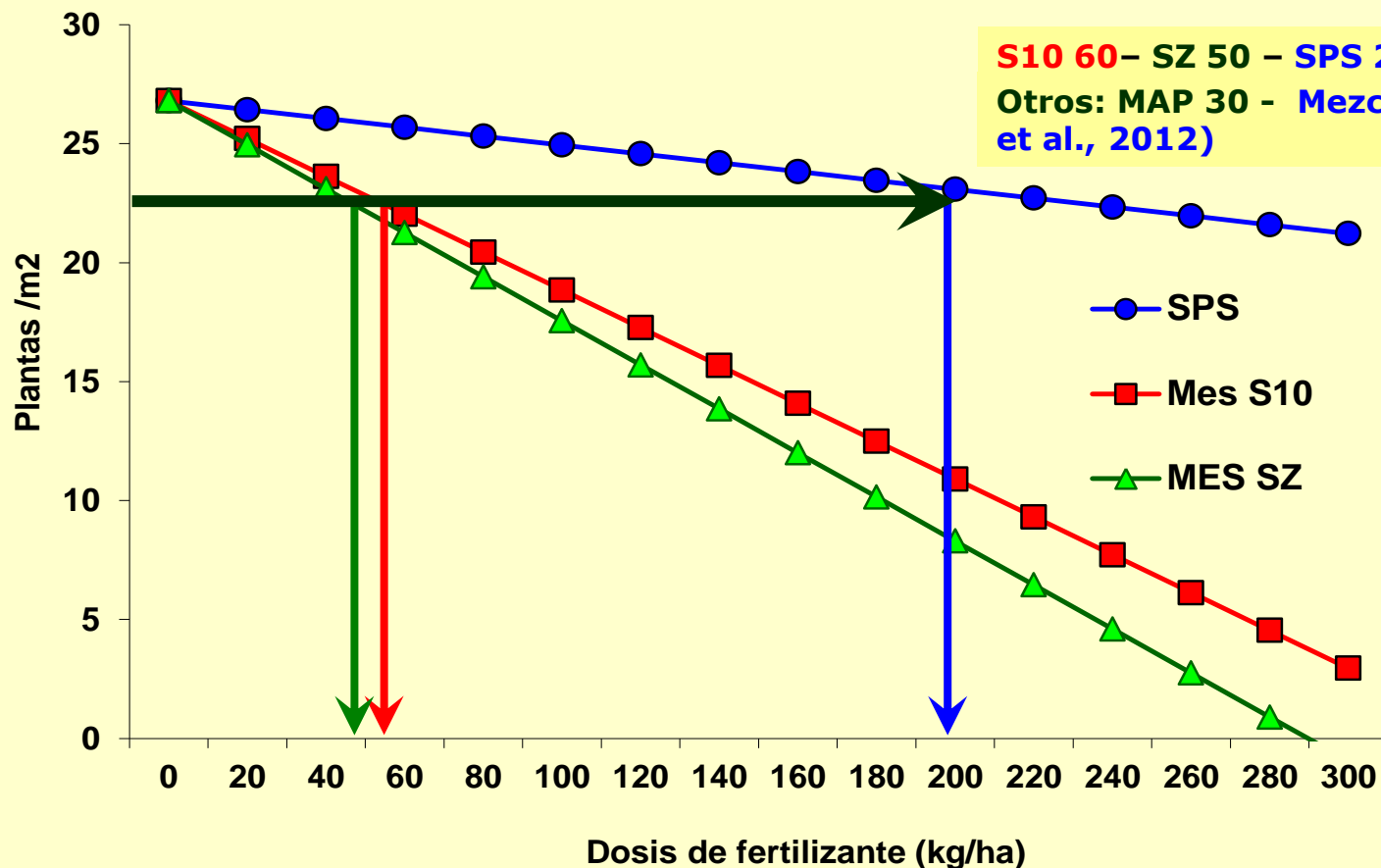
INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”



# Que dosis de fertilizante es tolerada en línea de siembra?

Que dosis reduciría 20 % el Stand de plantas?



Adaptado de Ferraris et al., 2015

Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

“Nutrición de Soja”

# Conclusiones

- ✓ Las brechas de rendimiento en soja no se explican solamente por falta de recursos, sino por **baja calidad ambiental** o inadecuada interpretación de **GxA**.
- ✓ La respuesta a la fertilización es afectada por **Genotipo, Año y Fecha de siembra**.
- ✓ La disponibilidad de P es la principal limitante nutricional del cultivo de soja.
  - \* Su abastecimiento depende en gran medida de la estrategia de largo plazo que siga el productor.
  - \* La Intensificación aumenta la eficiencia de recuperación del nutriente.
- ✓ Existen riesgos de fitotoxicidad cuando se aplican fertilizantes junto a las semillas.
- ✓ Un adecuado manejo nutricional del cultivo permite transformar en rendimiento la **ganancia genética** y las buenas prácticas de **manejo** del cultivo.

Muchas gracias por su  
atención!

Preguntas?

Inq. Agr. (M.Sc.) Gustavo N. Ferraris



INTA Pergamino

011-15 30274326

[ferraris.gustavo@inta.gob.ar](mailto:ferraris.gustavo@inta.gob.ar)