



15º Jornada de Actualización Técnica en Soja **Para Rendir al Máximo®**

Limitantes a la productividad:
claves para su identificación
y superación.



DONMARIO®
SEMILLAS

Nutrición del suelo y del cultivo

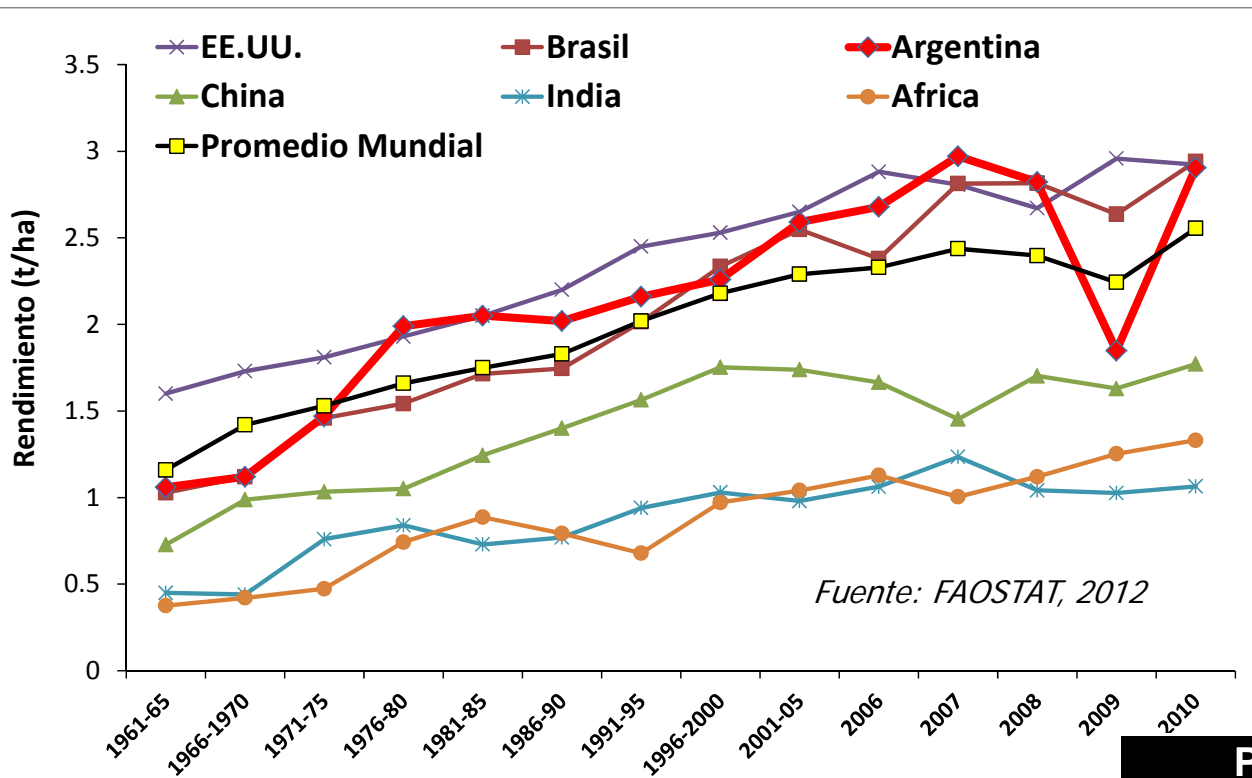
¿Qué nutrientes están limitando los rendimientos?

Interpretación de los diagnósticos y momentos y formas de corrección

Fernando O. García
IPNI Cono Sur
fgarcia@ipni.net
www.lacs.ipni.net



Evolución de Rendimientos de Soja



Las ganancias de rendimiento disminuyeron en los últimos años

¿Podemos plantearnos aumentar +500 kg/ha los rendimientos promedio de soja en los próximos años?

País	Incremento anual	
	1965-2010	2005-2010
	----- kg/ha/año -----	
Mundo	99	29
EE.UU.	110	42
Brasil	151	78
Argentina	123	67
China	72	9
India	49	4
Africa	69	55

Los cuatro fundamentos básicos de la nutrición (4Cs/4Rs)



OBJETIVOS DE LA SOCIEDAD

Biodiversidad

Decidir la dosis, fuentes, forma y momento de aplicación correctos conduce a mayores eficiencias de uso de recursos e insumos y a sistemas de producción mas efectivos

ción
del suelo
os
tema
ra el
or



rendimientos

Fuente Correcta a la Dosis Correcta, en el Momento Correcto, y de la Forma Correcta

Necesidades nutricionales de soja

Rendimiento de 5000 kg/ha a 13% de humedad de grano

Macronutrientes

Nutriente	Necesidad	Extracción
	kg/ha	kg/ha
N	326*	238*
P	30	27
K	170	83
Ca	70	13
Mg	39	15
S	20	14

Micronutrientes

Nutriente	Necesidad	Extracción
	g/ha	g/ha
B	109	34
Cl	1031	485
Cu	109	58
Fe	1305	326
Mn	653	215
Mo	22	18
Zn	261	183

* La FBN puede abastecer 50-75% del N

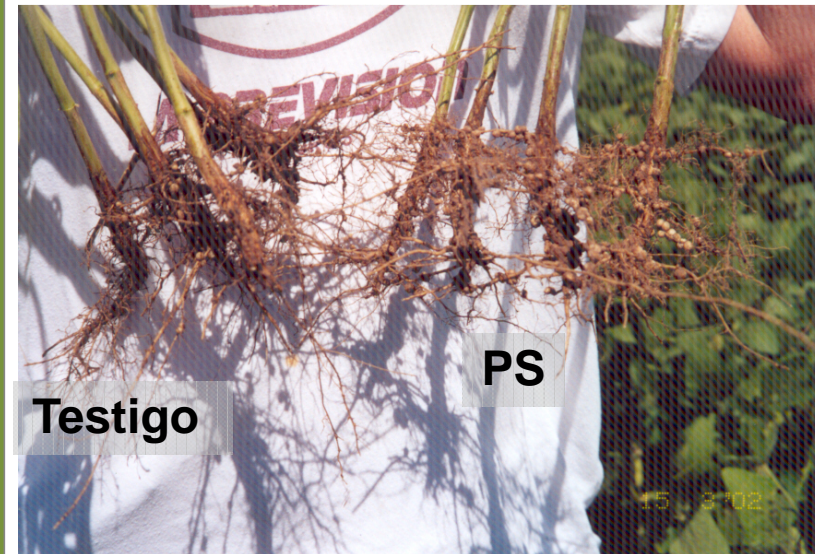
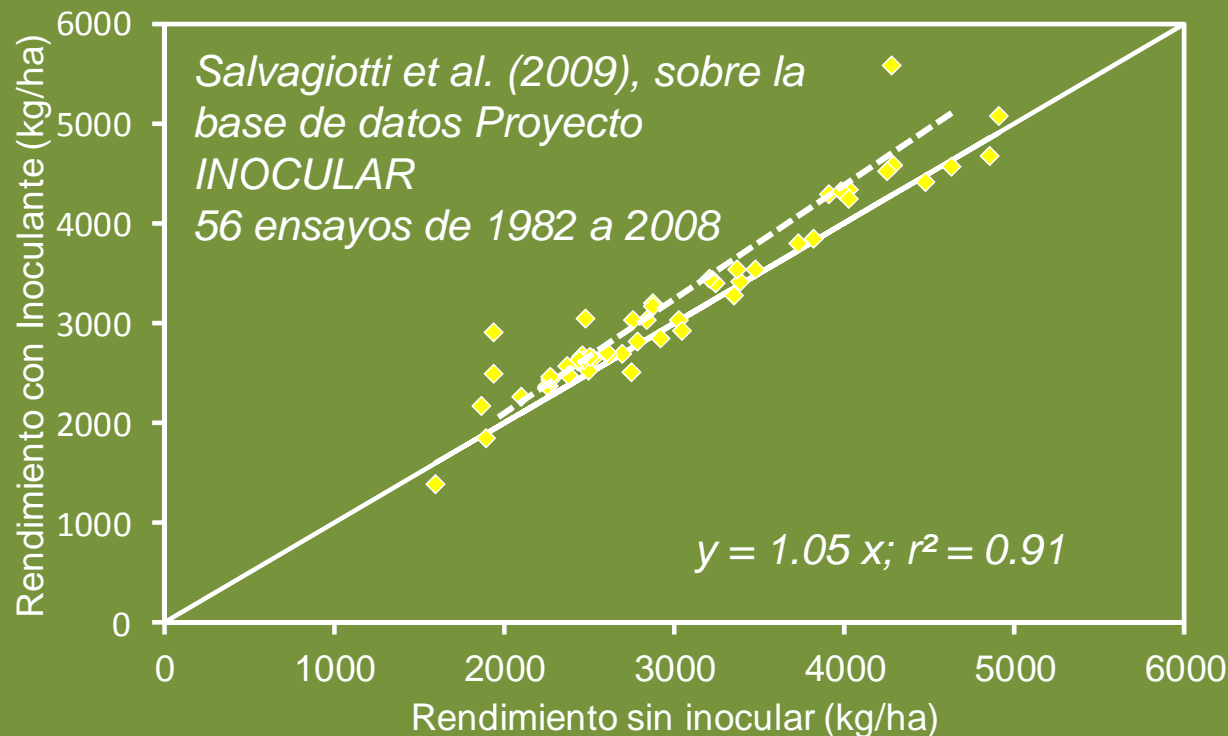
Fuente: <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>

N: Inoculación

La inoculación provee de bacterias efectivas y eficientes al cultivo y al suelo que permiten obtener mayor N₂ del aire, con lo que el cultivo extrae una menor proporción de N del suelo



**Respuesta en lotes con historia sojera
+5% en Rendimiento**



P en Soja



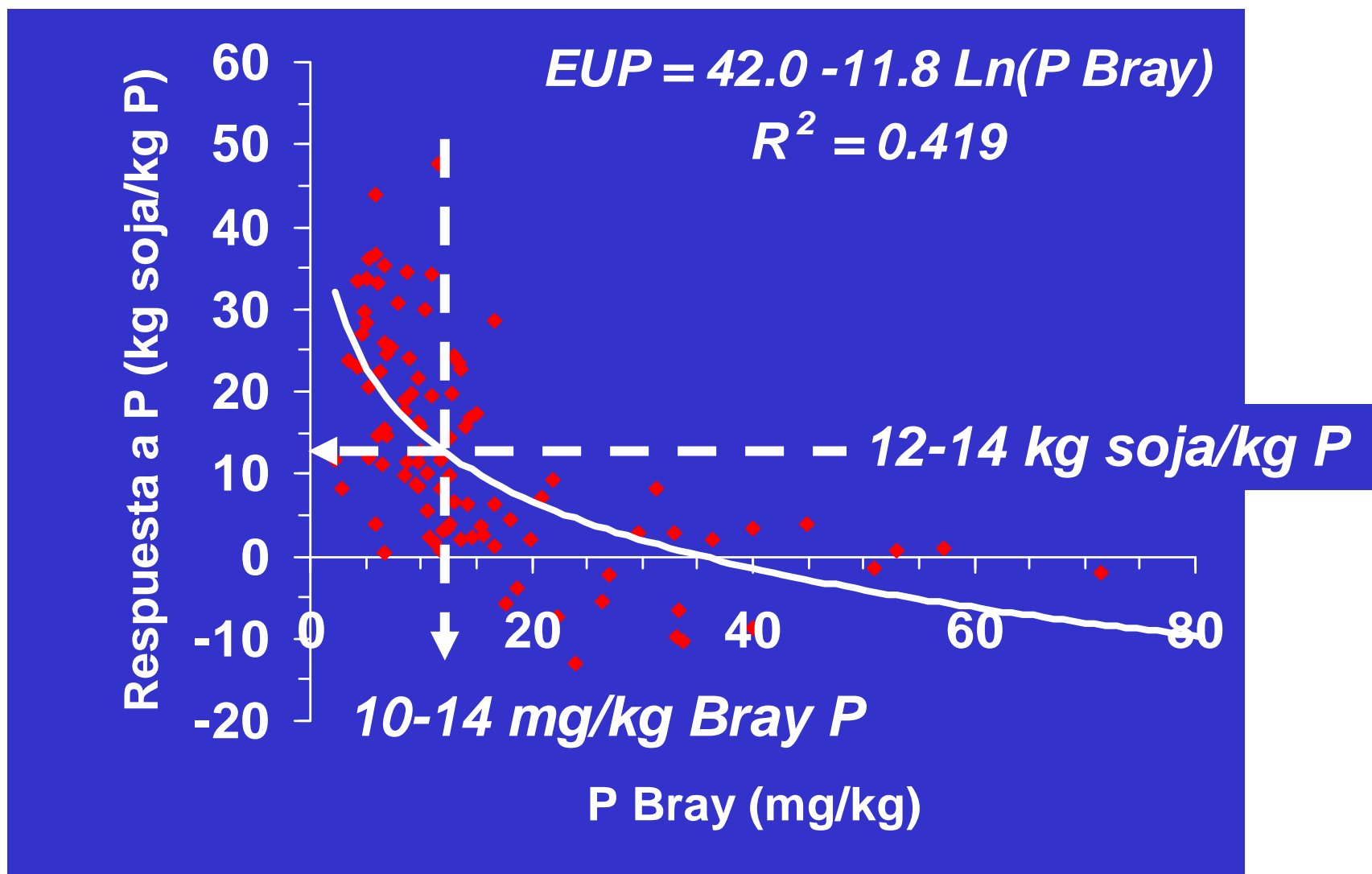
Testigo

Fertilizado con P

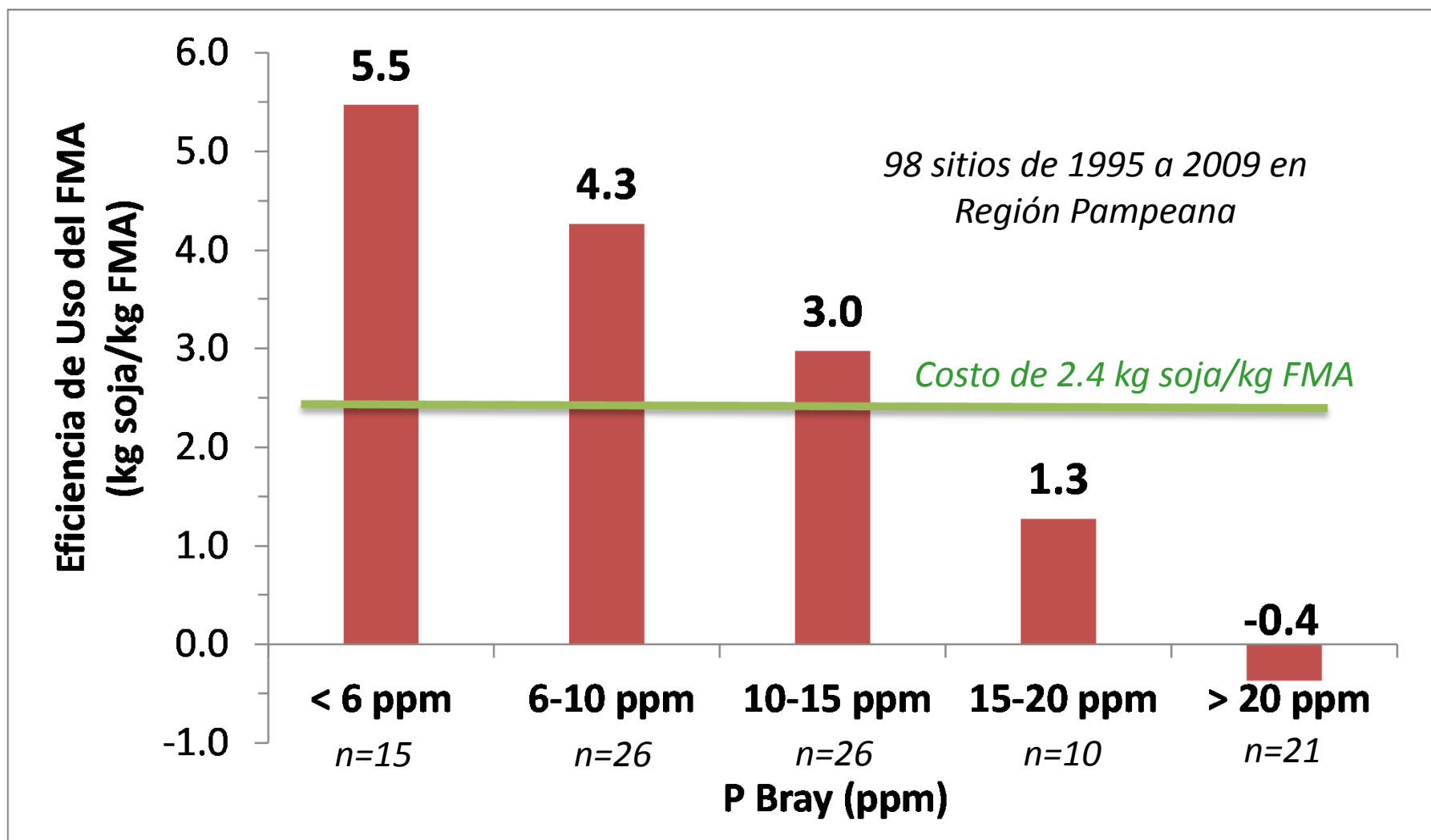
Respuesta a P en Soja

101 ensayos Región Pampeana Argentina (1996-2004)

Elaborado a partir de información de INTA, Proyecto INTA Fertilizar, FA-UBA, FCA-UNER y CREA Sur de Santa Fe

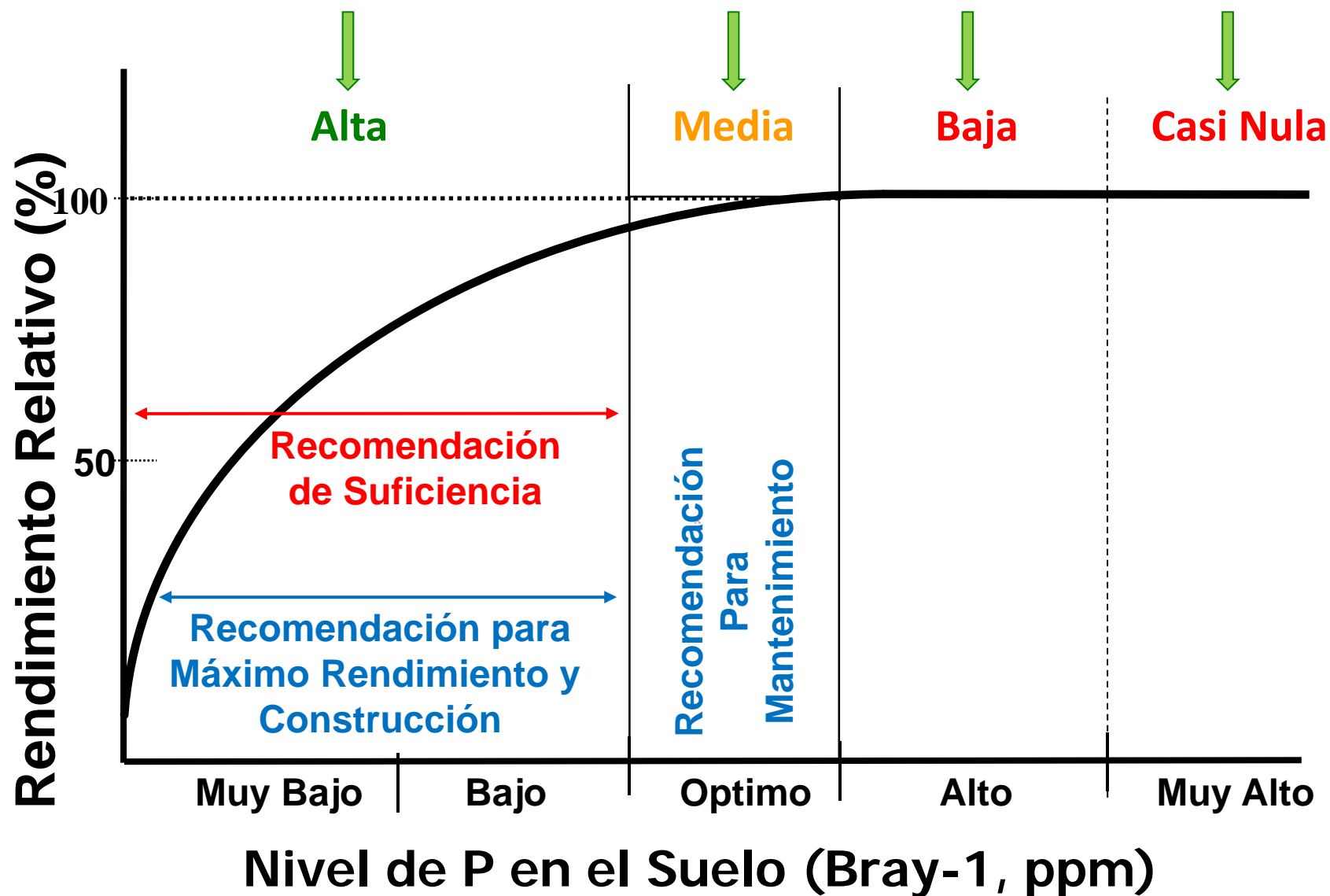


Fertilización fosfatada de soja



Si el nivel de P Bray es menor de 15 ppm hay una alta probabilidad de respuesta rentable a la fertilización fosfatada de soja

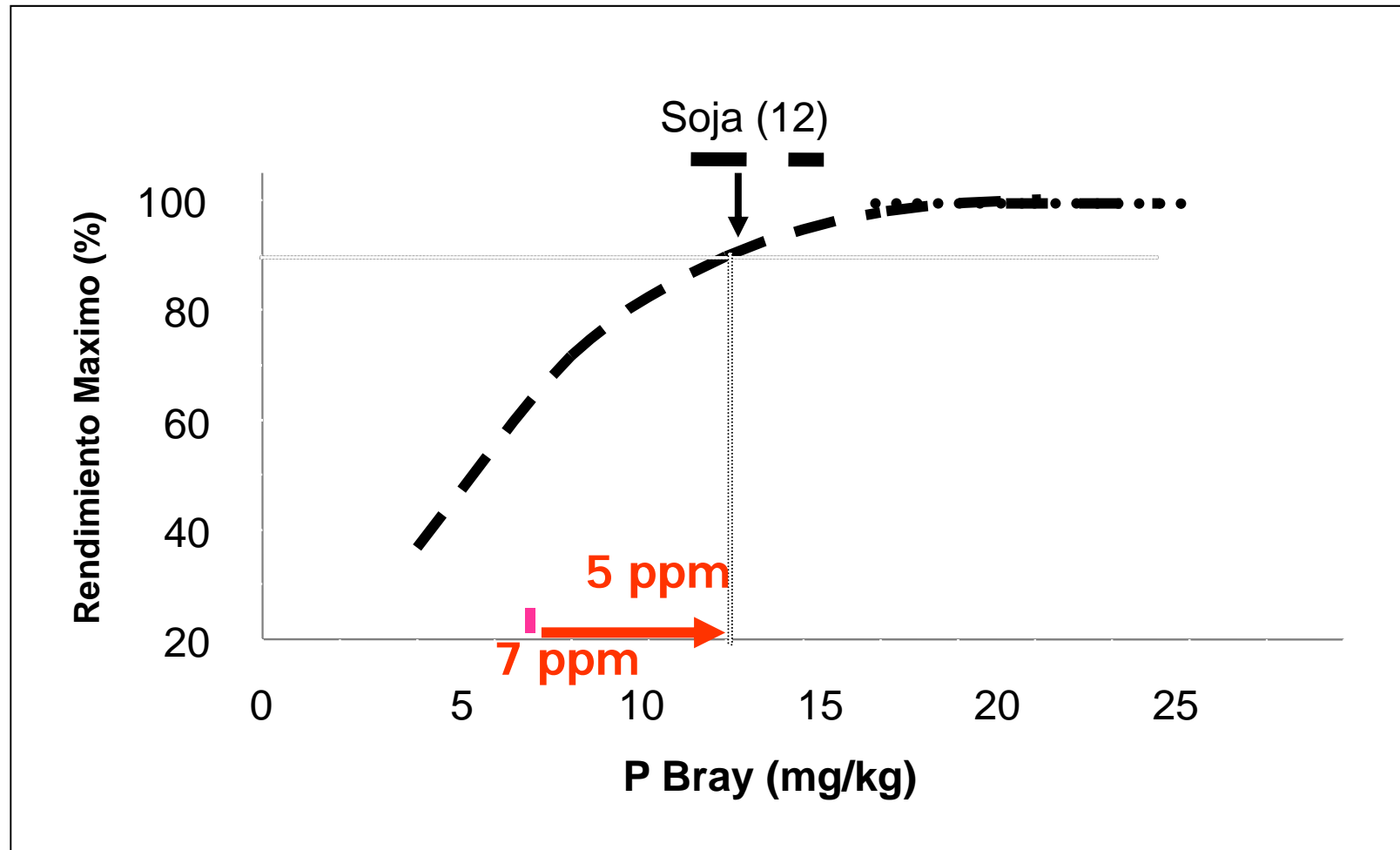
Probabilidad de Respuesta y Beneficio Económico



Adaptado de Mallarino, 2007

¿Qué herramientas poseemos para determinar la dosis de P?

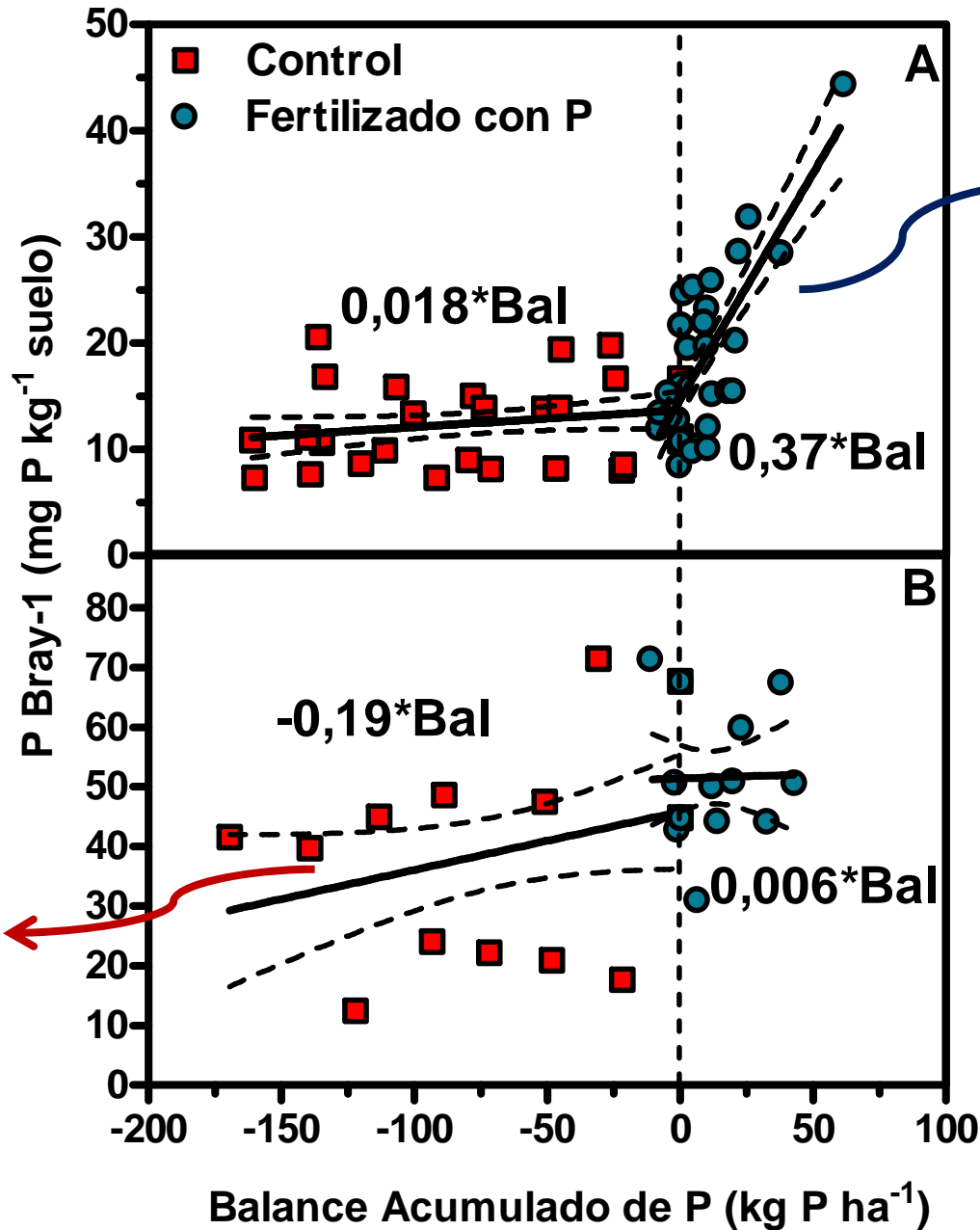
Criterio de Suficiencia



$5 \text{ ppm} * 3 \text{ kg/ppm} = 15 \text{ kg P o } 66 \text{ kg/ha FMA}$

Relación entre el Balance de P en suelo y el P extractable Bray P-1

Suelos < 20 ppm



El P Bray aumenta aproximadamente 4 ppm por cada 10 kg P de balance positivo (costo de U\$14)

Suelos > 40 ppm

El P Bray disminuye aproximadamente 2 ppm por cada 10 kg P de balance negativo

Fuente:
Ciampitti (2009)
Red CREA Sur de
Santa Fe
(CREA-IPNI-ASP)

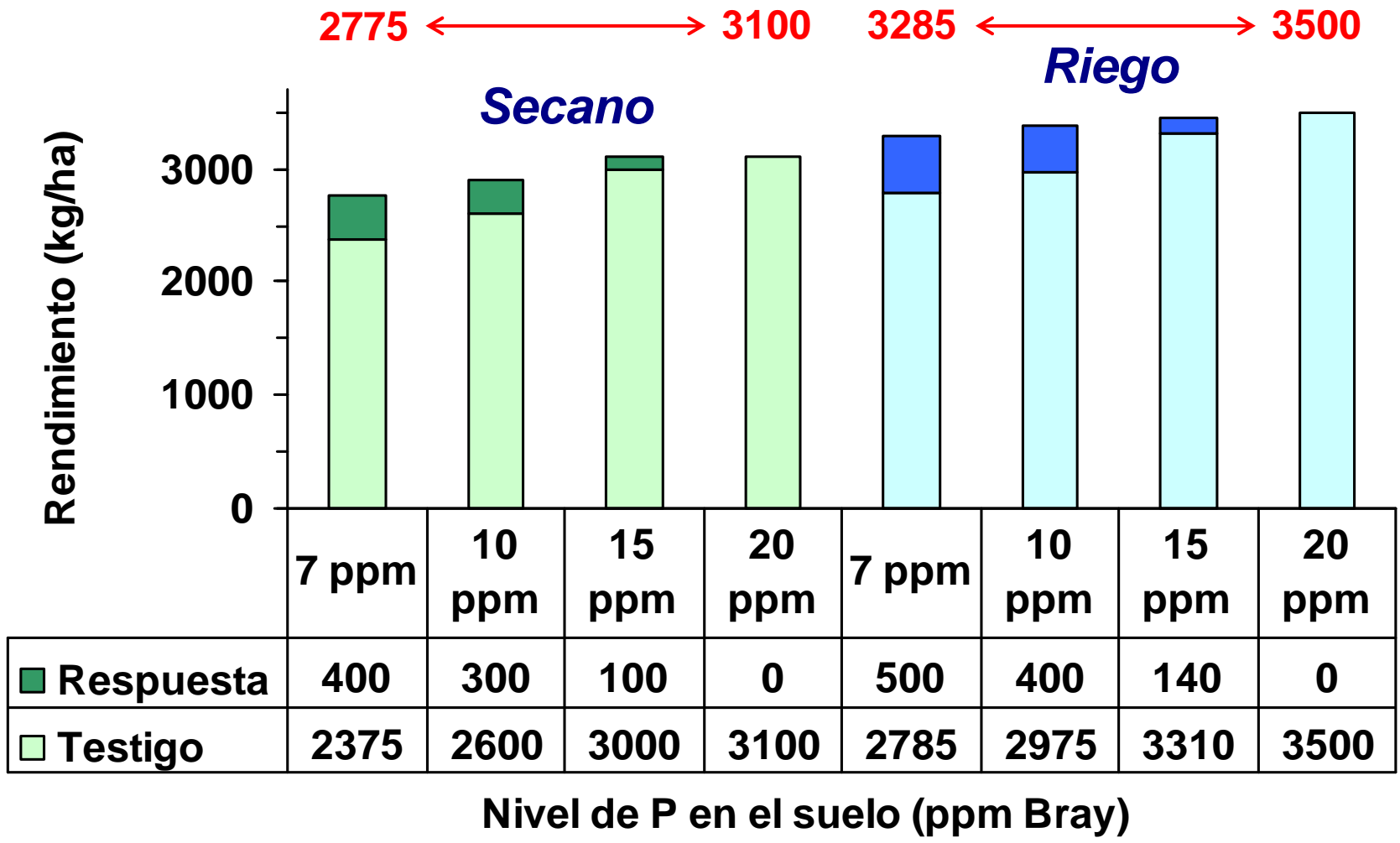
¿Fertilizo el cultivo o mejoro los niveles de P Bray del suelo?

Fertilizar cada cultivo	Subir y mantener el nivel de P Bray
Puedo maximizar el rendimiento	Rendimientos máximos y menos variables
Dependo del precio anual del fertilizante	Mayor independencia del precio anual del fertilizante
Requiere muestreos mas frecuentes	El muestreo se hace cada 2-4 años
Requiere aplicaciones mas especificas	Aplicaciones de P de reposición mas sencillas
Maximiza retorno al peso invertido de fertilizante	Maximiza el retorno del sistema
Estrategia de corto plazo	Estrategia de largo plazo

No hay una solución única para todos los productores, lotes o ambientes

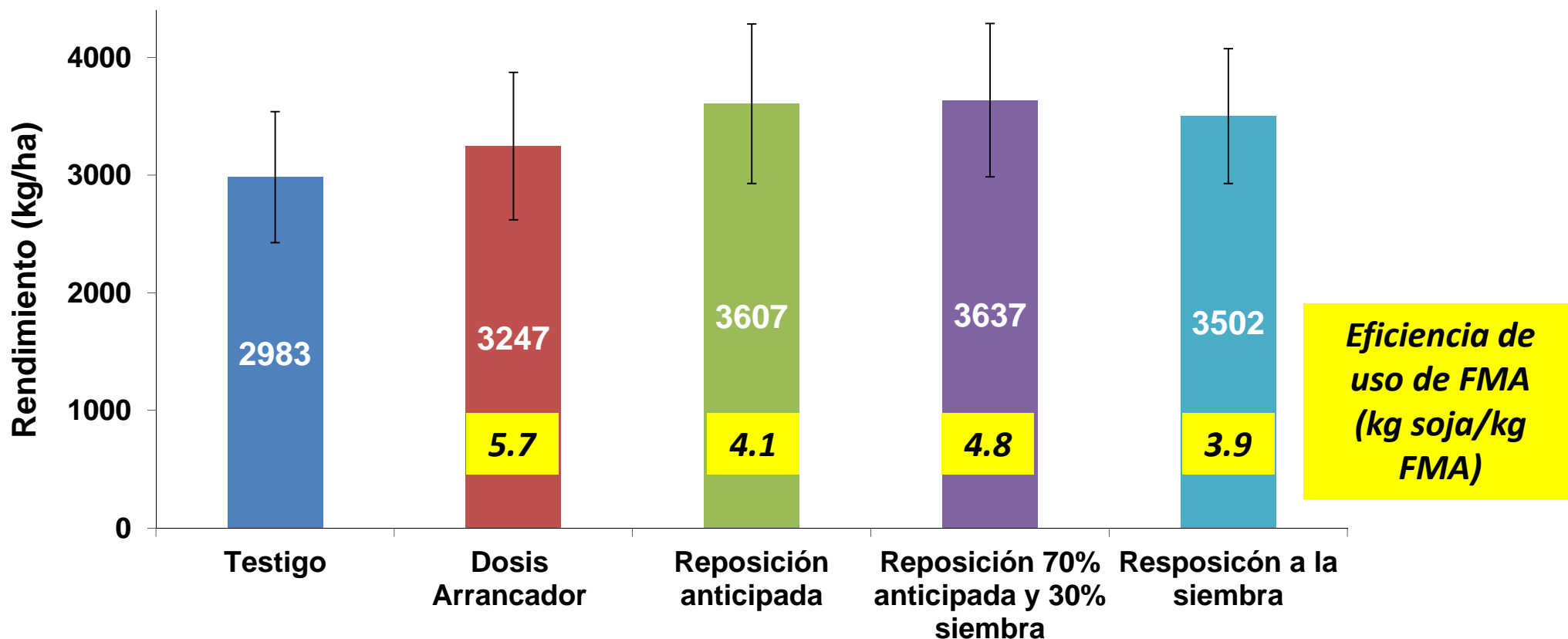
SOJA: RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LA FERTILIZACION FOSFATADA CON DIFERENTES CONTENIDOS DE P EN EL SUELO

Berardo y col., INTA-FCA Balcarce - 1999-2000



Localización y dosis de fósforo en soja

8 sitios en región pampeana
INTA – UNRC – Fertilizar AC



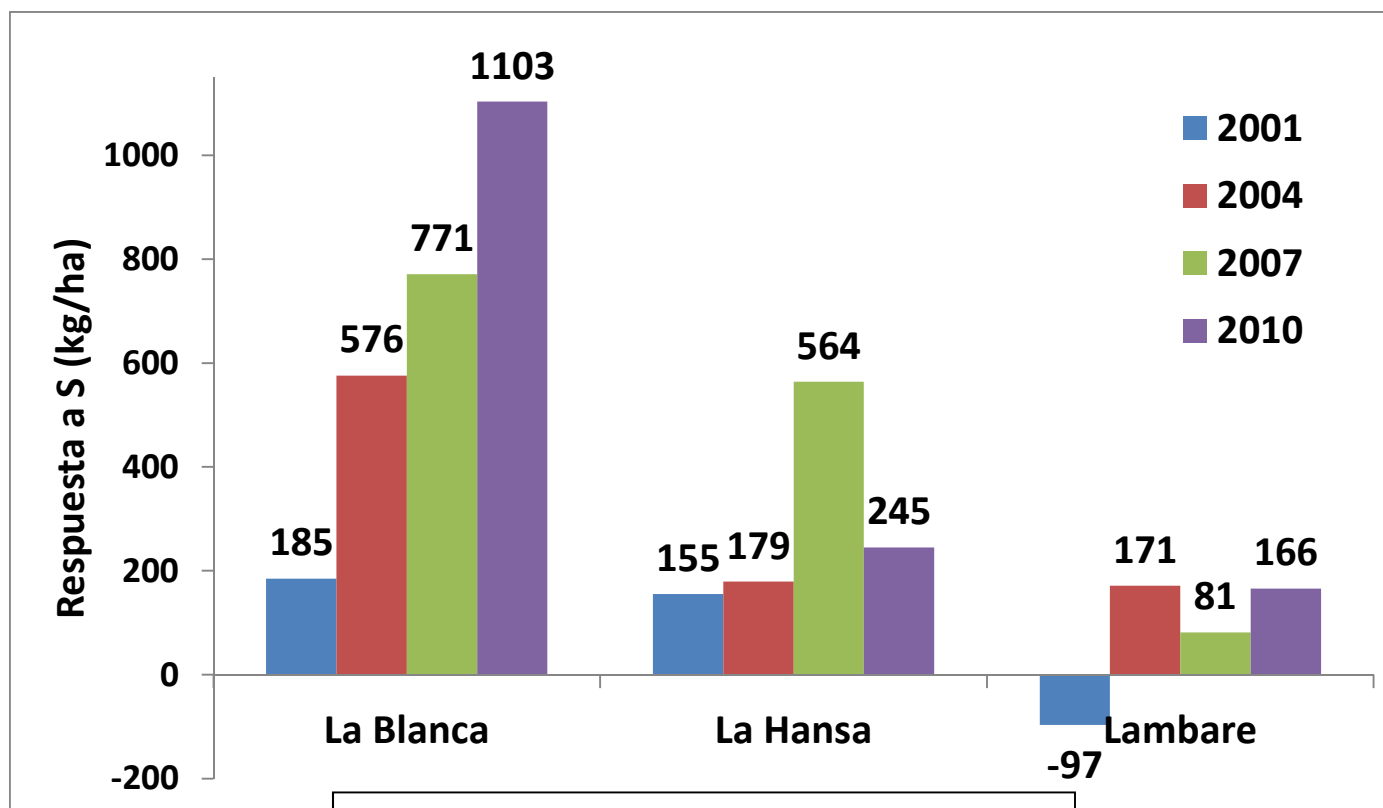
- *Dosis de P de 8-15 kg P como Arrancador y de 25-30 kg P para Reposición*
- *Sitios de sur de Córdoba, sur de Santa Fe, norte y centro de Buenos Aires*
- *P Bray de 6 a 15 ppm*
- *Costo de 2.4 kg soja por kg MAP*

Deficiencia de Azufre en Soja

Don Osvaldo – Camilo Aldao, Córdoba – 2006/07

Respuestas a S en Soja de Primera

- ✓ **Respuestas significativas en 59 de 146 sitios (40%) evaluados entre 2000 y 2005 en la región pampeana**
- ✓ **Respuestas crecientes a lo largo de los últimos años**



Fuente: CREA Sur de Santa Fe-IPNI-ASP

Respuesta a Azufre en Soja

Sin S

Con S

- ***Dosis de 10-15 kg S por ha***
- ***Respuesta de indiferencia de 50-75 kg/ha de soja***
- ***Respuestas de 200 a 800 kg/ha según sitio***
- ***Fuente con S como sulfato con similar eficiencia***
- ***Aplicaciones pre-siembra, siembra o post-emergencia temprana, al voleo, chorreado o en bandas***

Situaciones de deficiencia de azufre

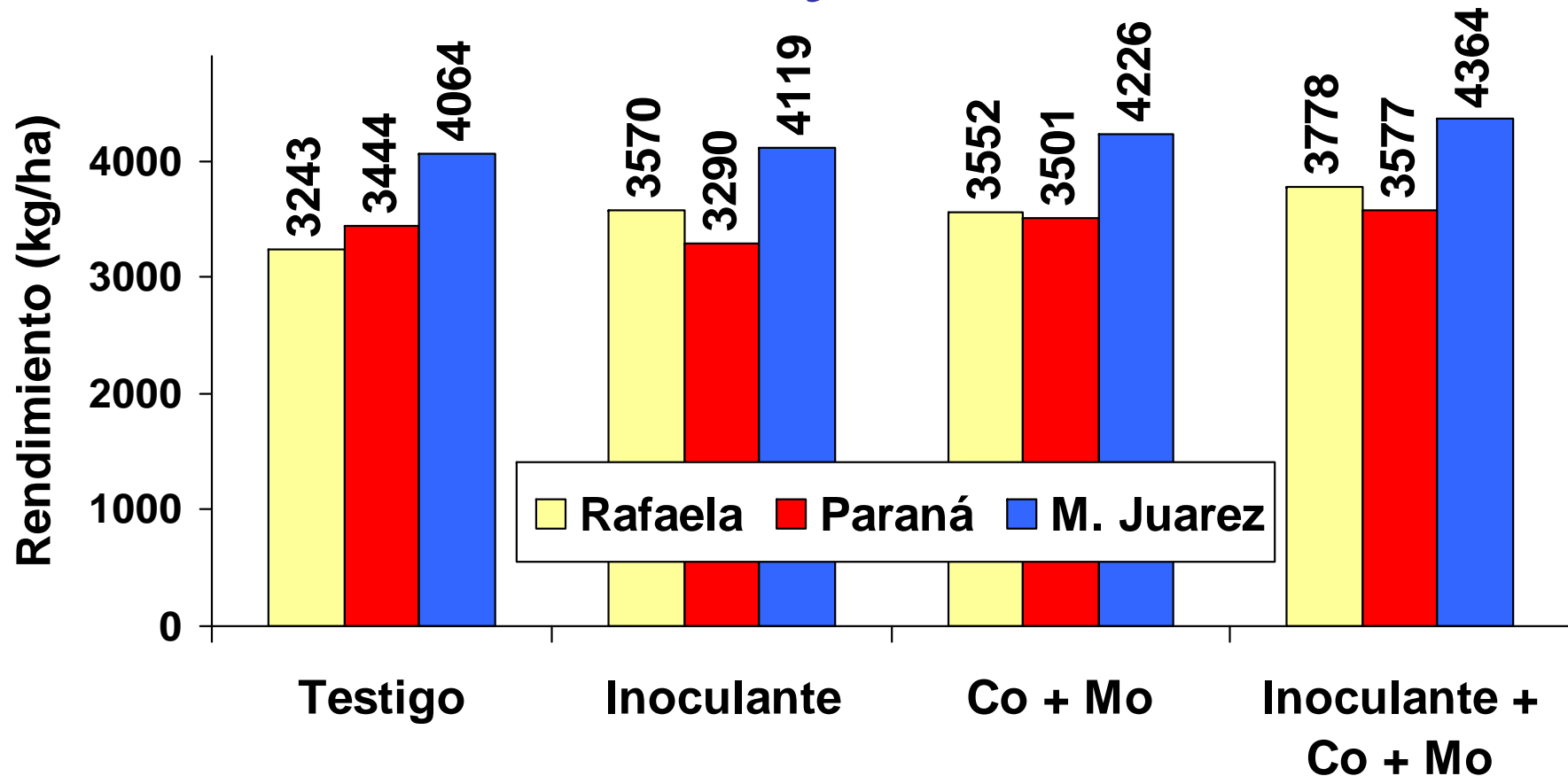
- Suelos con bajo contenido de materia orgánica, suelos arenosos
- Sistemas de cultivo mas intensivos, disminución del contenido de materia orgánica

Diagnóstico de deficiencia de azufre

- Caracterización del ambiente
- Nivel crítico de 10 ppm de S-sulfatos (en algunas situaciones)
- Presencia de napas con sulfatos
- Balances de S en el sistema

Efecto de la inoculación y Co + Mo sobre los rendimientos de soja

EEA INTA Rafaela, Paraná y Marcos Juárez - 2004/05

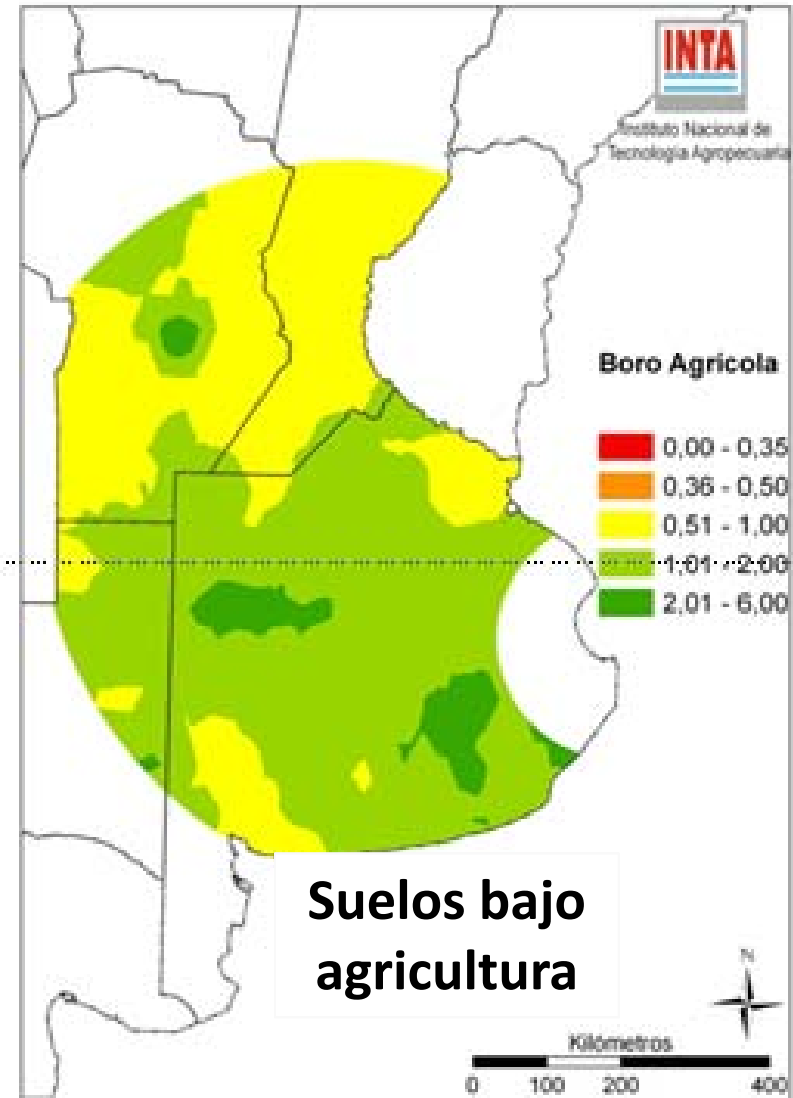
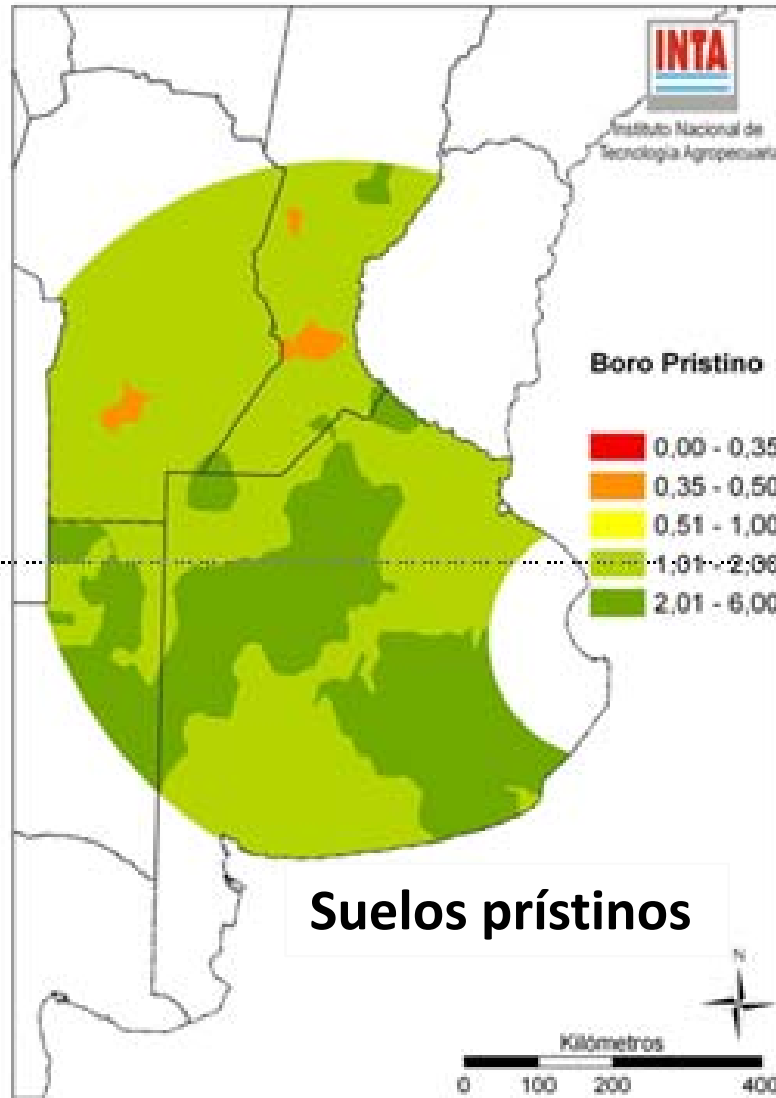


Respuestas Promedio

<i>Inoculación</i>	<i>76 kg/ha</i>
<i>Co + Mo</i>	<i>176 kg/ha</i>
<i>Inoculación + Co + Mo</i>	<i>323 kg/ha</i>

Rangos de valores de B disponible (extractable con DTPA) en suelos de la región pampeana en suelos prístinos y con prolongada historia agrícola

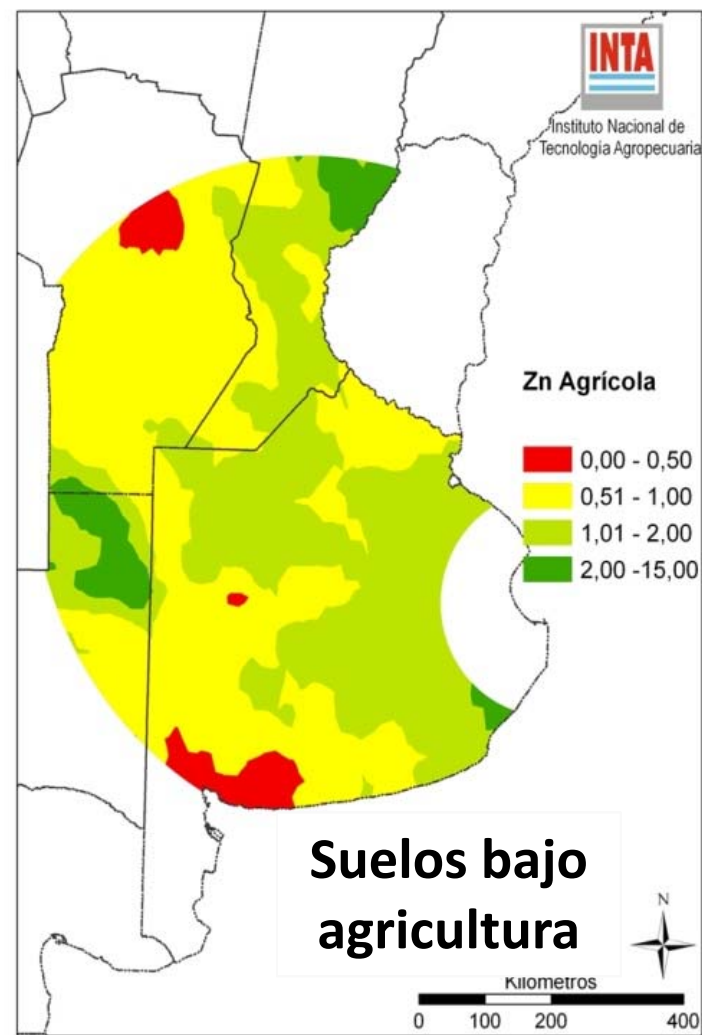
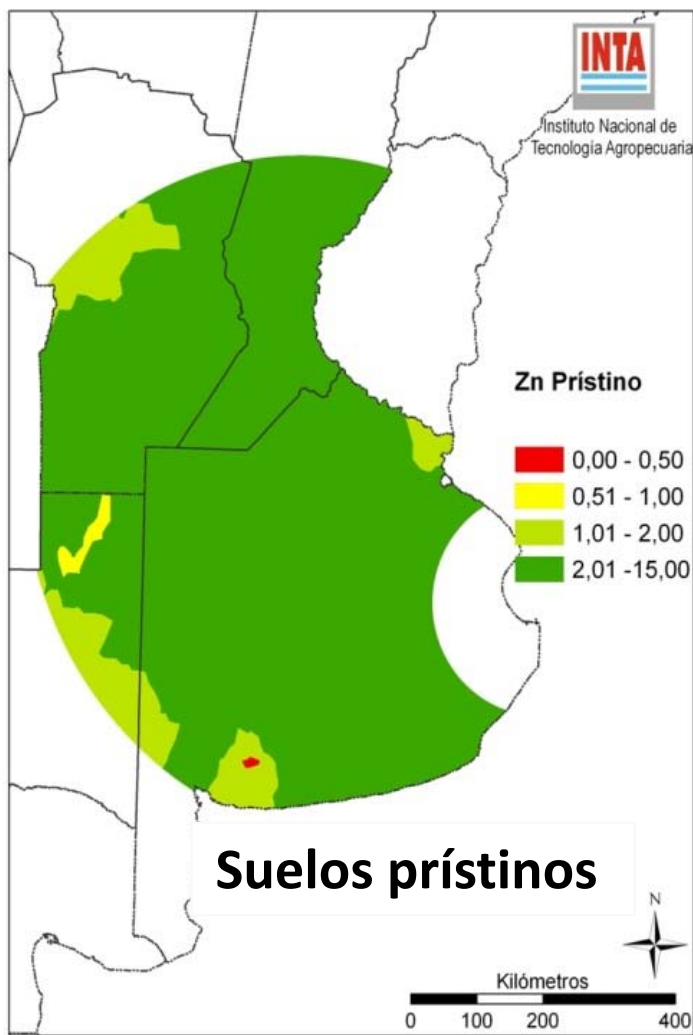
Muestreo 2010-2011 (n= 926)



Fuente: Sainz Rozas et al. (2011)

Rangos de valores de Zn disponible (extractable con DTPA) en suelos de la región pampeana en suelos prístinos y con prolongada historia agrícola

Muestreo 2010-2011 (n= 926)



Fuente: Sainz Rozas et al. (2011)

Deficiencias de Boro en Soja

Este de La Pampa

Fuente: Nicolás Capelle



Fotos: N. Capelle



Boro Foliar en Soja de Segunda

San Carlos (Santa Fe)

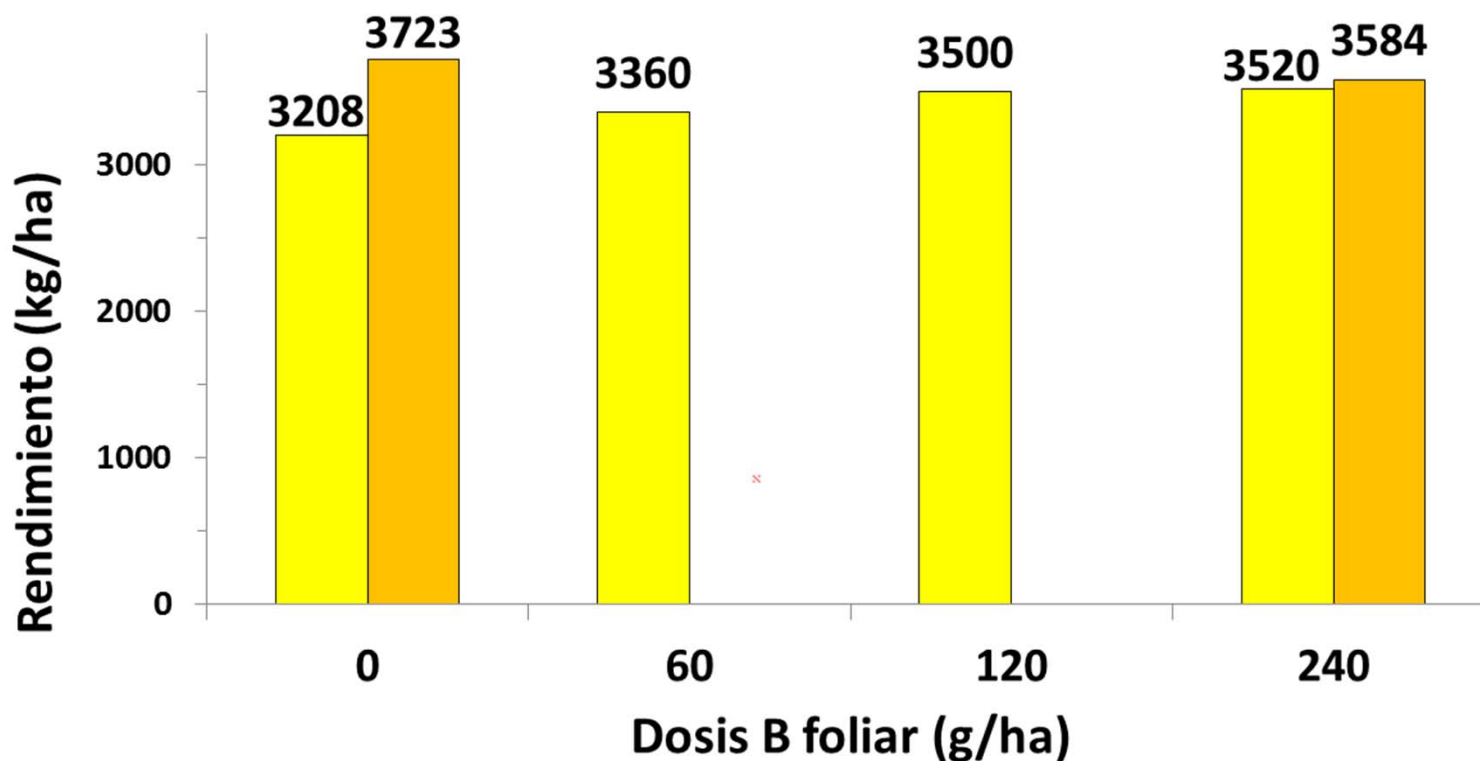
Fontanetto y col. - EEA INTA Rafaela, 2008/09

Variable	Testigo	B foliar en R2-3
Rendimiento (kg/ha)	3068 b	3303 a
Materia grasa (%)	19.0	19.6
Proteína (%)	37.2	37.7
Flores/planta 15 días luego R4	39	42
Vainas/planta 15 días luego R4	88 b	133 a

- *Análisis de suelo: MO 2.5% - pH 5.9 - B 0.47 ppm*
- *Boro aplicado como Solubor (15% B) en 150 L/ha de agua en R2-3*
- *Variedad A 6411 sembrada el 17/12/2008 a 0.42 m entre surcos*
- *Fertilización de base: 19 kg/ha de S, 30 kg/ha de P y 400 kg/ha de calcita*

Boro en soja en el sur de Santa Fe

F. Salvagiotti – EEA INTA Oliveros – Campaña 2010/11



- *Promedios de dos sitios*
- *B y fungicidas aplicados en R2*
- *pH 6.0 - MO 2.4-2.5% - B 0.95-1.02 ppm*

- *Diferencias significativas por aplicación de fungicida*
- *Diferencias al 10% por Boro sin aplicación de fungicida*

Respuesta a Micronutrientes en el Norte de Buenos Aires y Sur de Santa Fe

Ferraris y Couretot (2011)

- Respuestas en 15 de 45 ensayos (33%) a aplicaciones foliares de Co-Mo, B, Mn y/o Zn
- Diferencias medias de 6.5% y 5.9%, en estados vegetativo y reproductivo
- Las respuestas son mayores en años secos y con B
- Con B, respuesta en 52% de los casos: +11.2% de rendimiento en años secos y +5.8% de rendimiento en años húmedos



Fotos: G. Ferraris (INTA)

Rangos de suficiencia de nutrientes en planta

Nutriente	Unidades	Vegetativo	Floración
N	%	3.5-5.5	3.25-5.5
P		0.3-0.6	0.26-0.6
K		1.7-2.5	1.5-2.5
S		sd	0.2-0.6
Ca		1.1-2.2	0.2-2
Mg		sd	0.25-1
B		ppm	sd
Cu	sd		4-30
Fe	sd		21-350
Mn	sd		20-100
Mo	sd		0.5-1
Zn	sd		15-80

Mas información en Correndo y García (2012) - AA No. 14 – IAH 5 - Marzo 2012

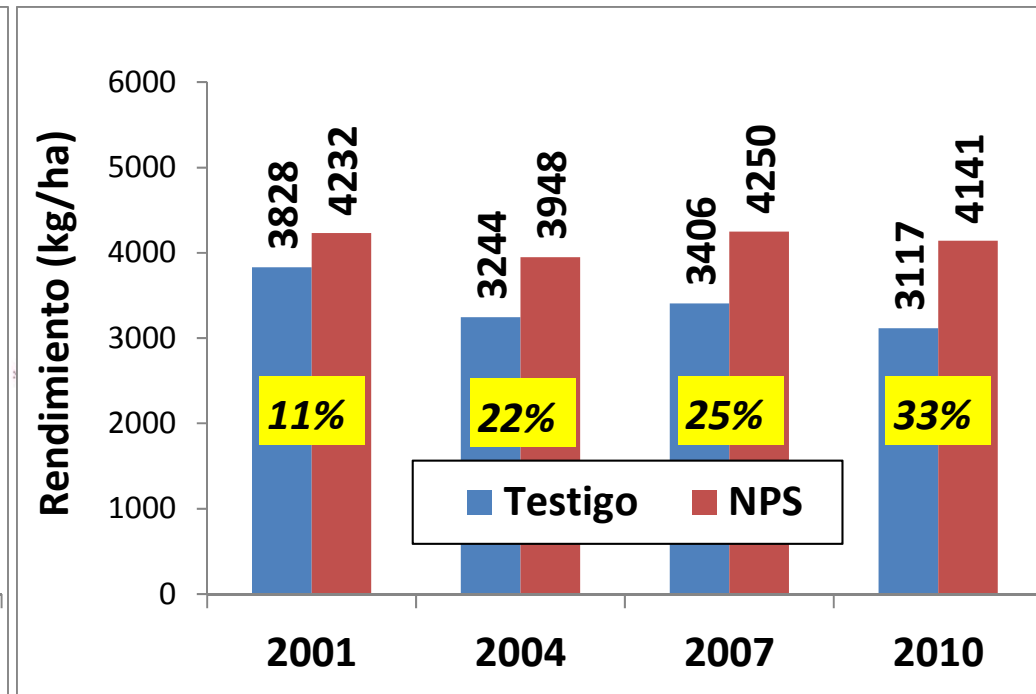
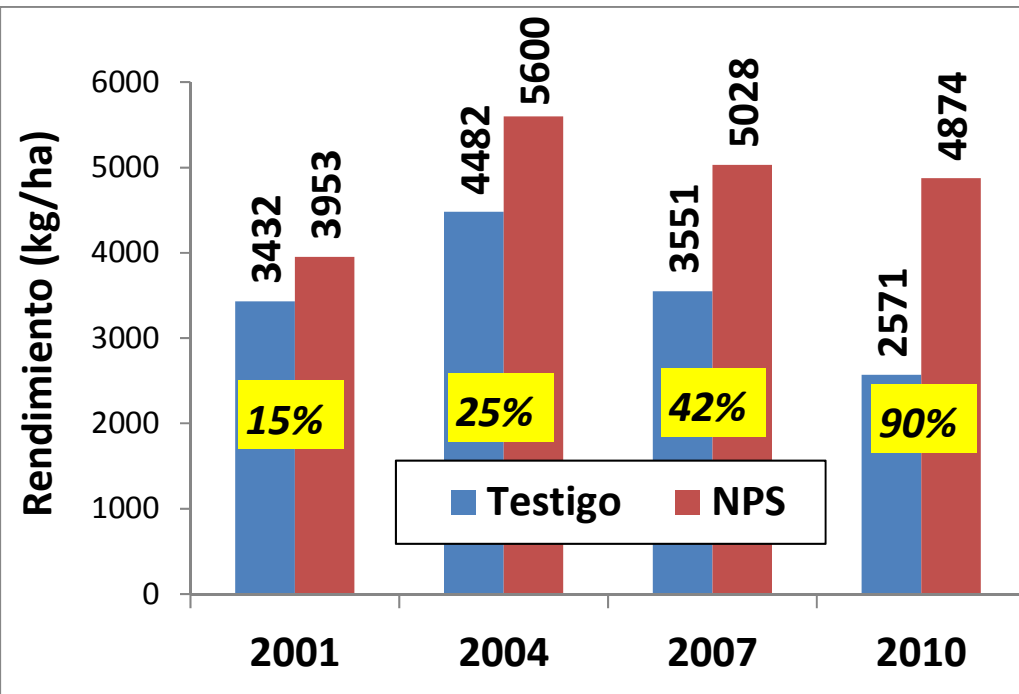
La soja responde a la fertilidad de los suelos

Evolución de Rendimientos de Soja de Primera sin y con fertilización NPS

Rotación Maíz-Soja-Trigo/Soja
Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe

Ensayo La Blanca – Alejo Ledesma (Córdoba)

Ensayo La Hansa – Cañada de Gómez (Santa Fe)

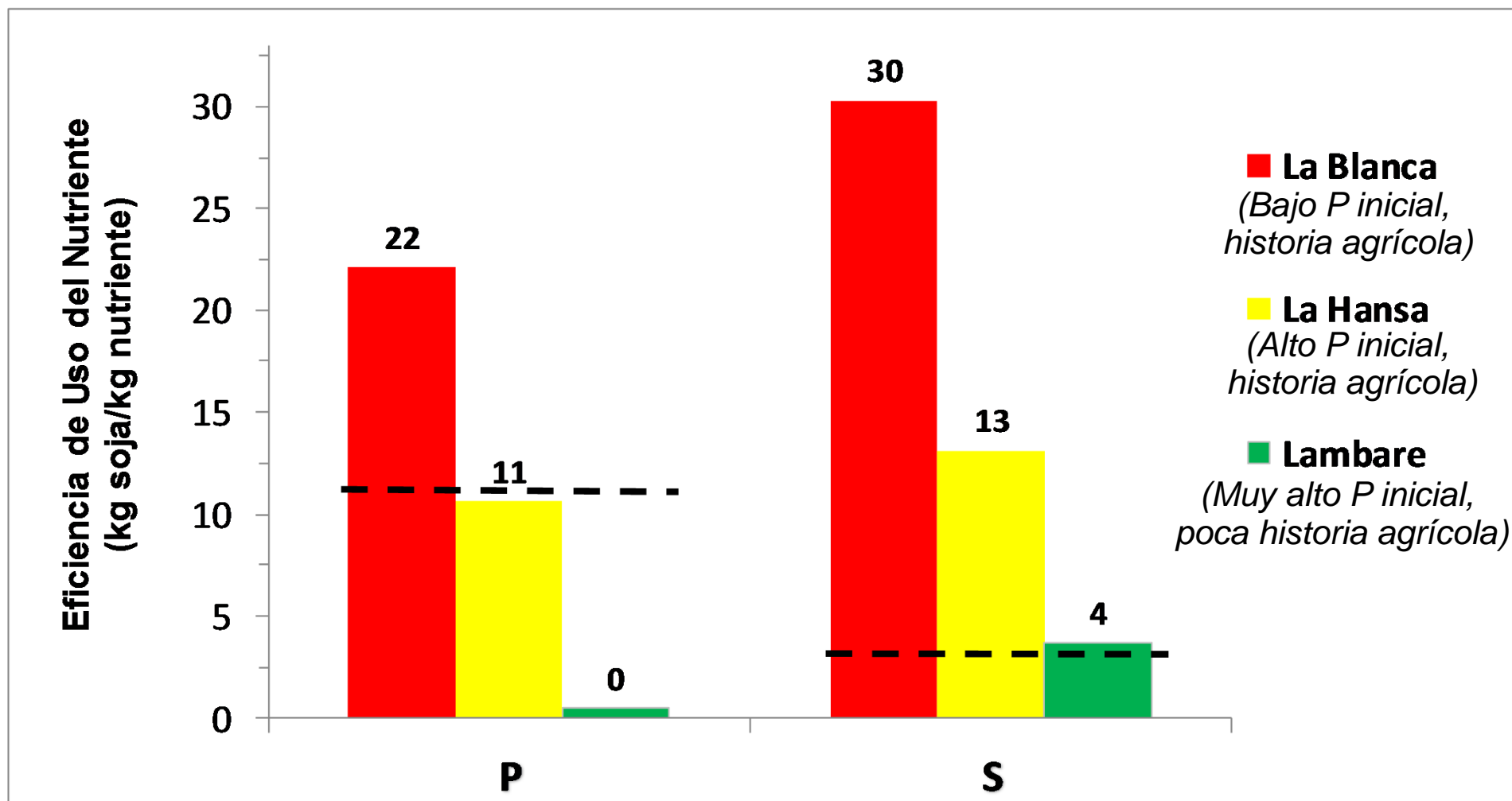


Las diferencias entre Testigo y Fertilizado con NPS dependen de la fertilidad inicial del lote (P Bray, MO) y se van ampliando a través de los años

Fuente: CREA Sur de Santa Fe-IPNI-ASP

Eficiencia Agronómica de P y S en Soja de Primera

Acumulado del periodo 2000 a 2010



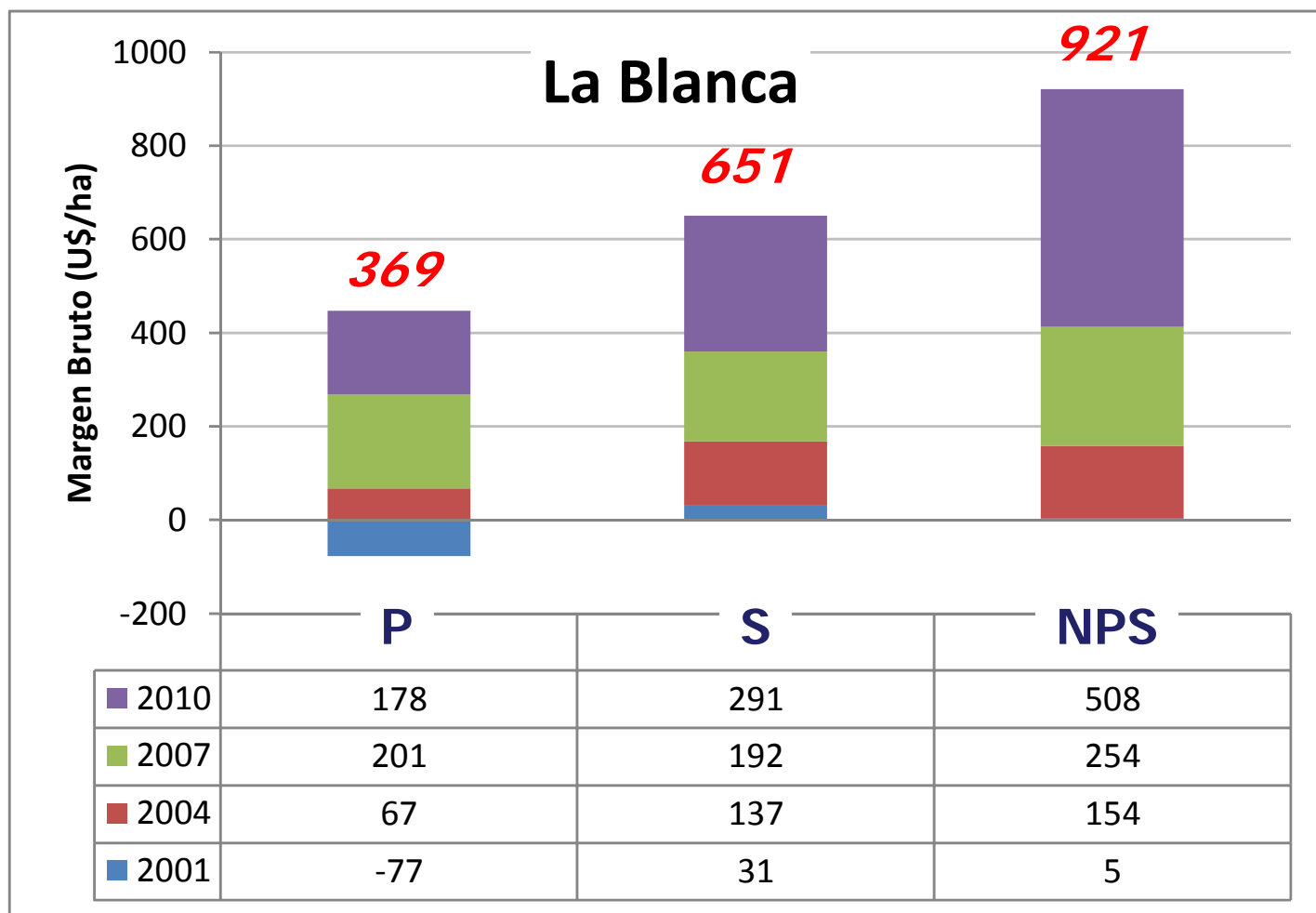
Las líneas punteadas indican el costo de los nutrientes en kg soja:
11.8 kg soja por kg P – 3.6 kg soja por kg de S

Fuente: CREA Sur de Santa Fe-IPNI-ASP

Soja: Margen Bruto para P, S y NPS

Rotación M-S-T/S

Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe



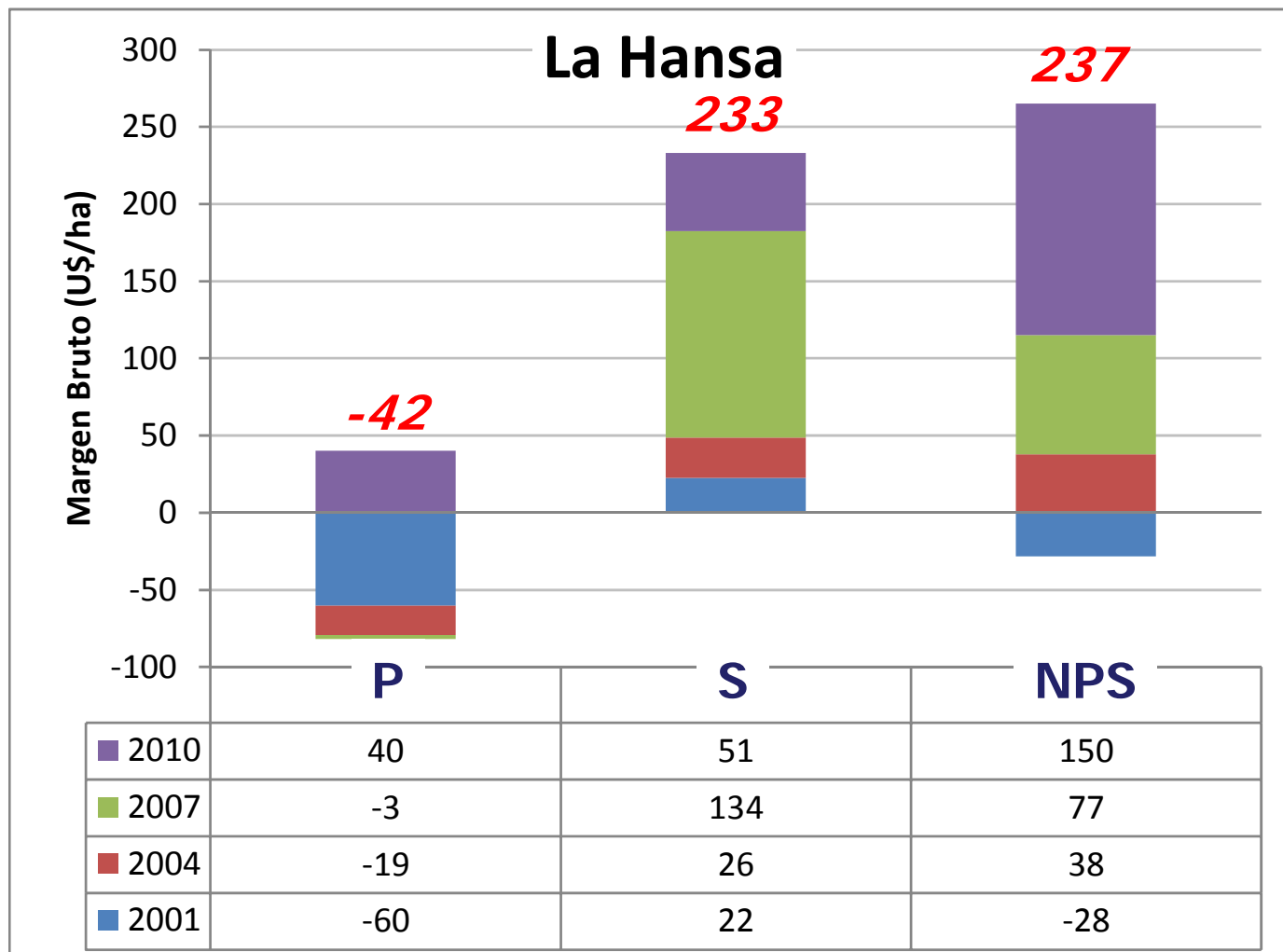
Fuente: CREA Sur de Santa Fe-IPNI-ASP

*Se considero soja a U\$280, urea a U\$700, MAP a U\$750 y sulfato de calcio a U\$190

Soja: Margen Bruto para N, P, S y NPS

Rotación M-S-T/S

Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe



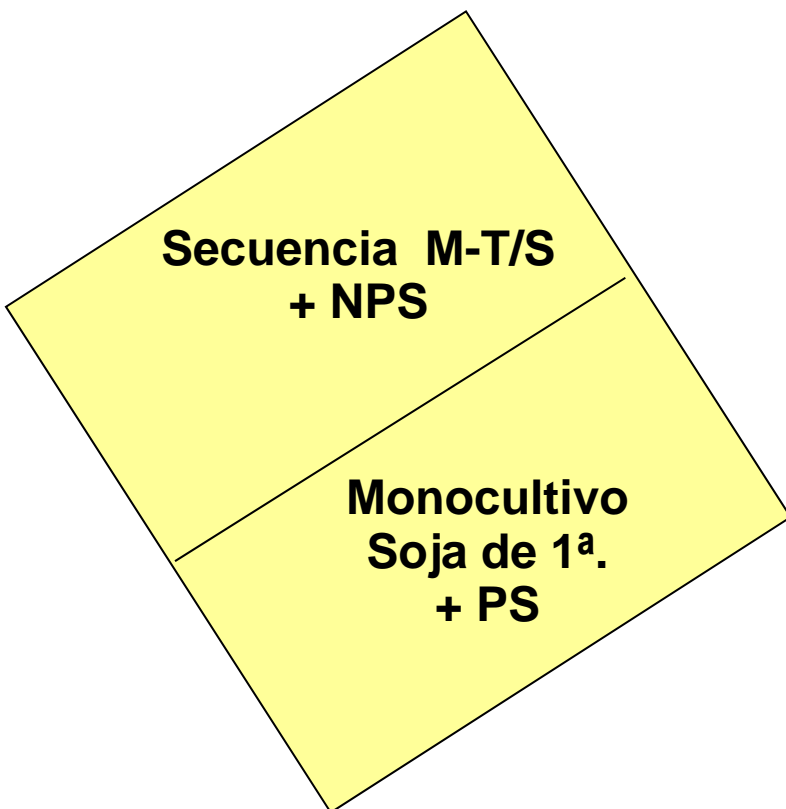
Fuente: CREA Sur de Santa Fe-IPNI-ASP

*Se considero soja a U\$280, urea a U\$700, MAP a U\$750 y sulfato de calcio a U\$190

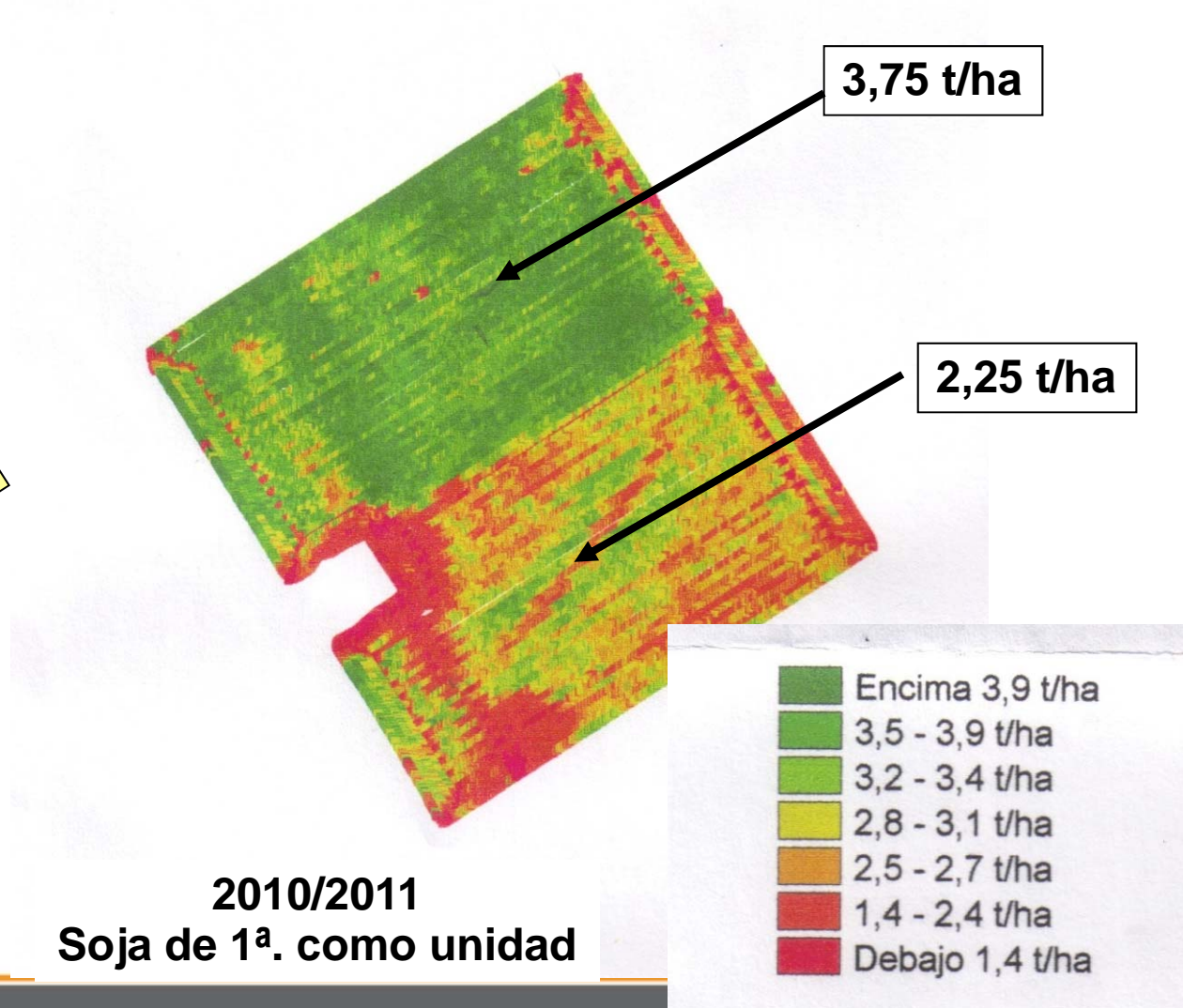
Efecto de rotación en Soja 1ª

Arequito - 2010/11

Fuente: F. Martínez y col. (2011) – INTA Casilda



2004-2010 (6 años)
Manejo diferenciado



Conclusiones

- ✓ *La soja responde a la condición de suelo y a su fertilidad*
- ✓ *La nutrición puede aportar significativamente a lograr +500 kg/ha en nuestros cultivos*
- ✓ *Con correcta fertilización fosfatada, 50% del área sojera puede aumentar +300 kg/ha, beneficios de 900 y 400 millones de U\$ para el país y los productores, respectivamente*
- ✓ *Con correcta fertilización azufrada, 30% del área sojera puede aumentar +250 kg/ha, beneficios de 600 y 270 millones de U\$ para el país y los productores, respectivamente*
- ✓ *Cobalto y Molibdeno y Boro surgen como posibles deficientes para el cultivo. Prestar mucha atención a Zinc*
- ✓ *La nutrición forma parte de un sistema de producción*



iMuchas gracias!

www.lacs.ipni.net
fgarcia@ipni.net



15º Jornada de
Actualización
Técnica en Soja
Para Rendir
al Máximo®

