IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

E.E.M.A.C.

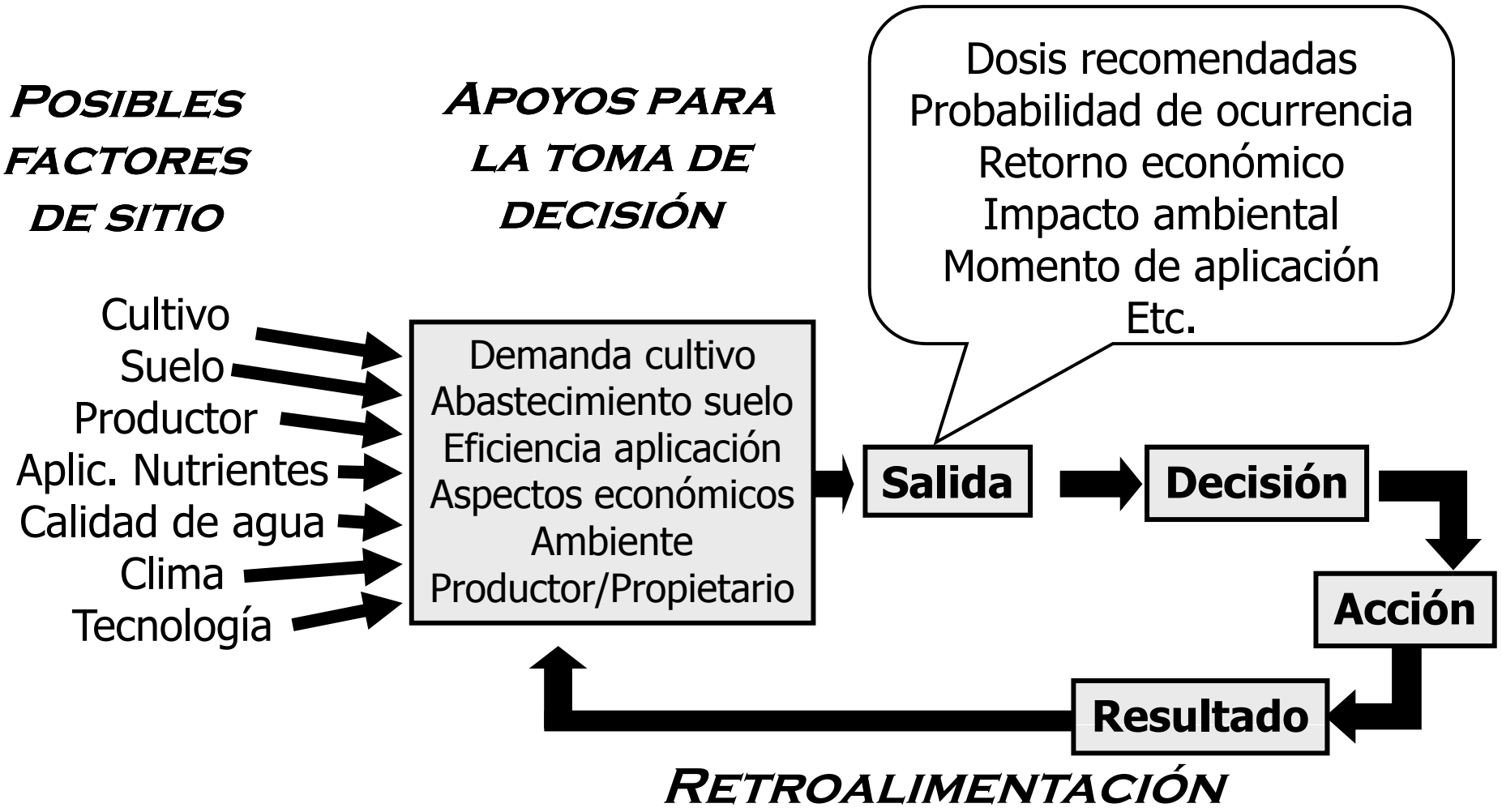
Grupo de Trabajo Interdisciplinario en Agricultura

Nutrición Vegetal: Criterios para la fertilización con fósforo y potasio en sistemas agrícolas

Estrategias de fertilización con fósforo en sistemas agrícolas ¿Manejo por suficiencia o construcción y mantenimiento?

Fernando O. Garcia
IPNI Cono Sur
fgarcia@ipni.net
www.ipni.net/lasc

Toma de decisiones en el manejo de nutrientes



Fixen, 2005

Extracción de nutrientes de distintos cultivos

Nutriente	kg de nutriente / tonelada de cultivo*					
	Trigo	Maíz	Soja	Girasol	Sorgo	Cebada
Nitrógeno	18	13	49	22	17	13
Fósforo	3.3	2.6	5.3	5.8	3	3
Potasio	3.3	3.5	17	5.6	3	4
Calcio	0.4	0.2	2.7	1.3	1	-
Magnesio	2.3	1.3	3.2	2.7	1	1
Azufre	1.3	1.2	2.5	1.7	2	2

** La extracción está expresada en base a la Humedad Comercial (Hc) de cada cultivo*

Fuente: Ciampitti y García (2007), IA No. 33, AA No. 11

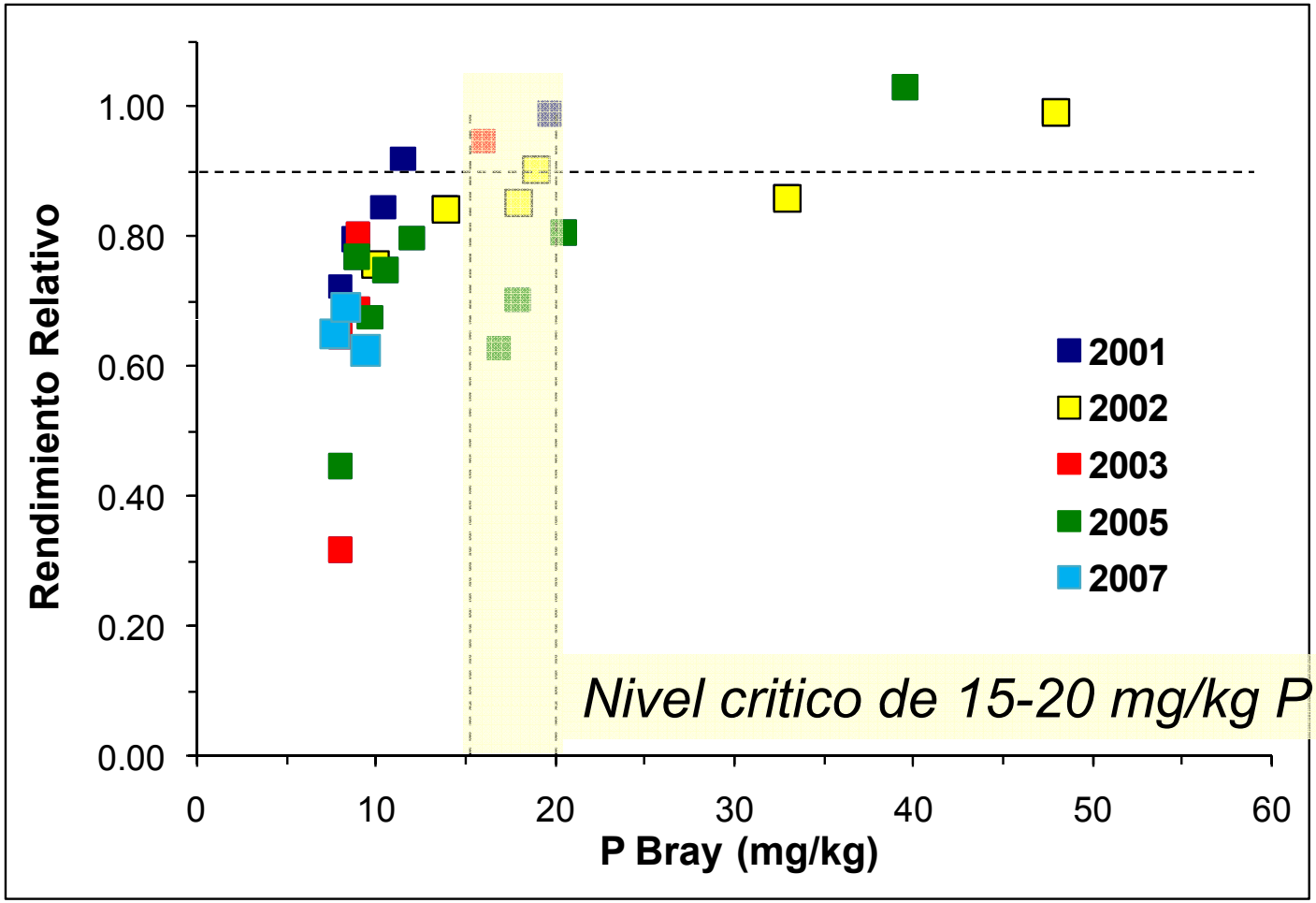
IPNI

¿Cómo deberíamos manejar fósforo?

- Conocer el nivel de P Bray según análisis de suelo

P en Trigo: Red CREA Sur de Santa Fe

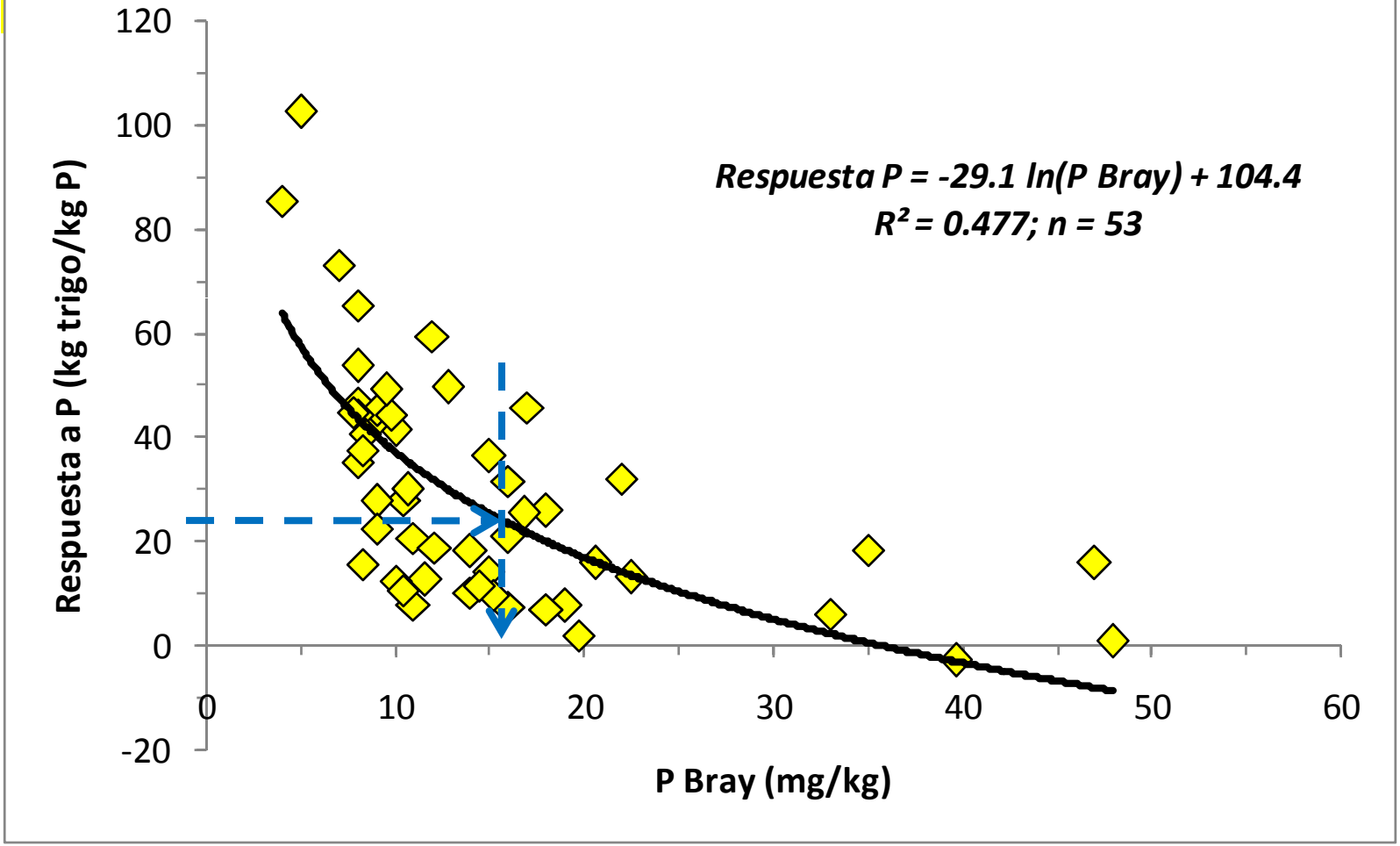
28 sitios en cinco campañas -2001/02 a 2007/08



Fuente: CREA Sur de Santa Fe-IPNI-ASP

Diagnostico de P en trigo

53 ensayos en Argentina - 1998 a 2007

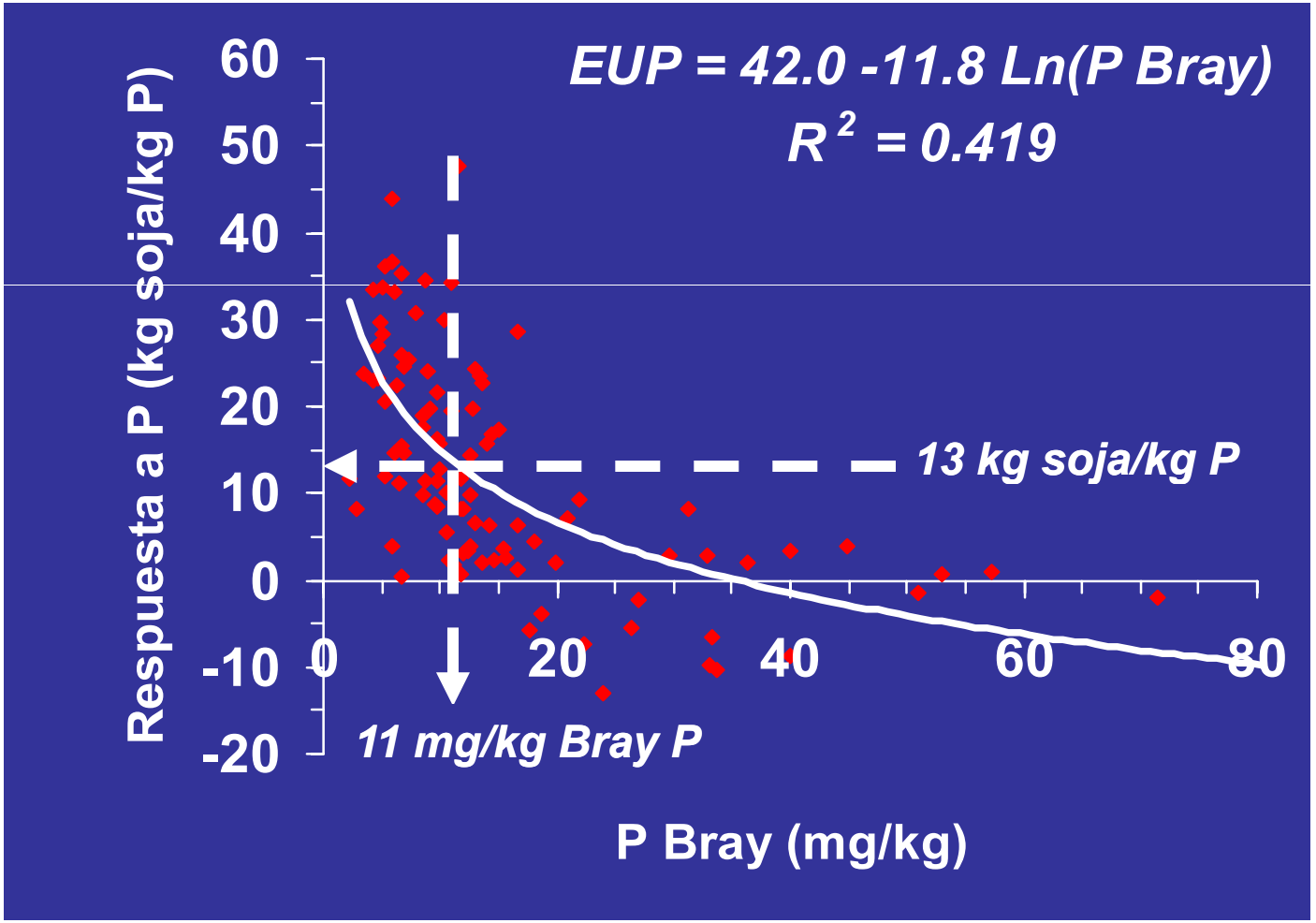


- *Para relaciones trigo/nutriente de 22 kg de trigo por kg de P (trigo a $300 y FMA a $1500), el nivel crítico de P Bray se ubica en 16-17 ppm.*

Respuesta a P en Soja

101 ensayos Región Pampeana Argentina (1996-2004)

Fuente: INTA, Proyecto INTA Fertilizar, FA-UBA, FCA-UNER y CREA Sur de Santa Fe



Para una eficiencia de indiferencia de 13 kg soja/kg P (soja a $500 y FMA a $1500), el nivel crítico de P Bray sería de 11 ppm

Categorías de P extractable según el método de determinación y el contenido de P en suelo

Método	Niveles de Análisis				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
	---------- *mg/kg* ----------				
Bray-1 [1]	<6	6-14	14-20	20-30	30+
Olsen [2]	<5	6-10	11-14	15-20	21+
Mehlich-1 [3]	<3-4	4-10	10-15	15-30	30+
Mehlich-3 [4]	<8	9-15	16-20	21-30	31+
Resina [5]	<6	7-15	16-40	41-80	80+

[1] Adaptado de información de Argentina; [2] Adaptado de Iowa State University;
[3] Adaptado de M. Cubilla (Paraguay); [4] Adaptado de Iowa State University;
[5] Adaptado de información para el estado de San Pablo (Brasil).

IPNI

¿Cómo deberíamos manejar fósforo?

- Conocer el nivel de P Bray según análisis de suelo
- Decidir
  - Fertilización para el cultivo (Suficiencia), o
  - Fertilización de “construcción y mantenimiento”: Implica mantener y/o mejorar el nivel de P Bray del suelo (Reposición)

Filosofías de Manejo de la Fertilización de nutrientes de baja movilidad

1. Suficiencia o Respuesta Estricta

- Se fertiliza solamente por debajo del nivel critico.
- Para cada nivel debajo del nivel crítico distintas dosis determinan el óptimo rendimiento físico o económico.
- No consideran efectos de la fertilización en los niveles de nutriente en el suelo.
- Requiere buen conocimiento de las dosis óptimas para cada cultivo, y del nivel inicial y precisión en el análisis de suelo.
- Aumenta el retorno por kg de nutriente y también el riesgo de perder respuesta total y retorno a la producción.
- Requiere atención y cuidado, muestreo frecuente y formas de aplicación costosas.
- Buena opción para suelos “fijadores”, *lotes en arrendamiento anual*.

Adaptado de Mallarino (2006 y 2007)

IPNI

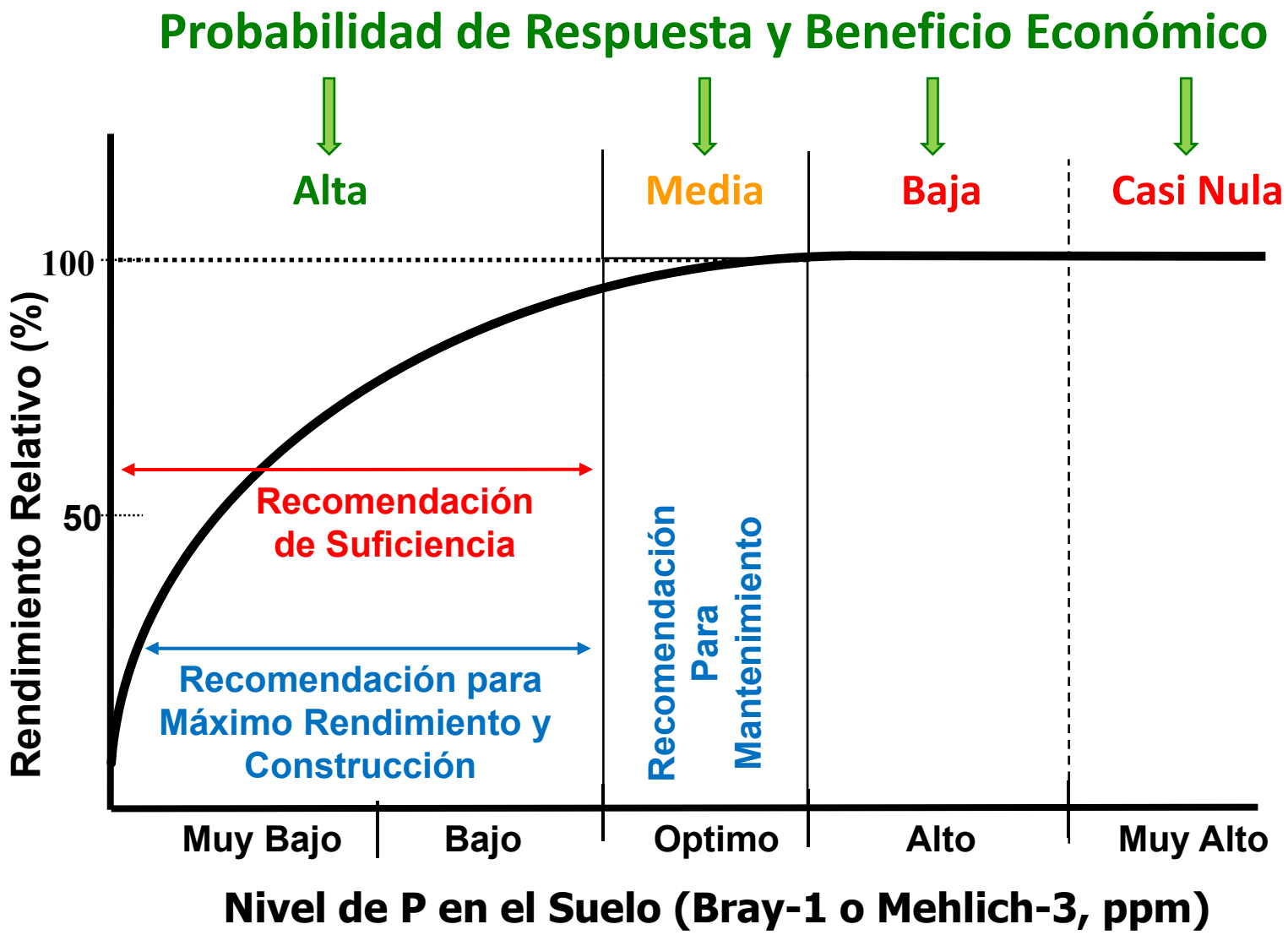
Filosofías de Manejo de la Fertilización de nutrientes de baja movilidad

2. Construir al Nivel Deseado y Mantenerlo

- No se debe trabajar en la zona de deficiencia grave y probable.
- Si el nivel de P es bajo, se fertiliza no solo para alcanzar el máximo rendimiento, sino para asegurar que se sube el nivel inicial.
- Llegar al óptimo nivel en 4 a 6 años y mantenerlo, generalmente basado en la remoción de nutriente con las cosechas. Sencilla, fácil de implementar.
- Puede reducir el retorno por kg de nutriente pero también reduce el riesgo de disminuir el retorno a la producción.
- Menor impacto de errores de calibración de análisis de suelo, recomendaciones y de muestreo.
- No requiere muestreos frecuentes ni métodos de aplicaciones costosas.
- Razonable en suelos poco o no “fijadores”, *lotes de propiedad*.

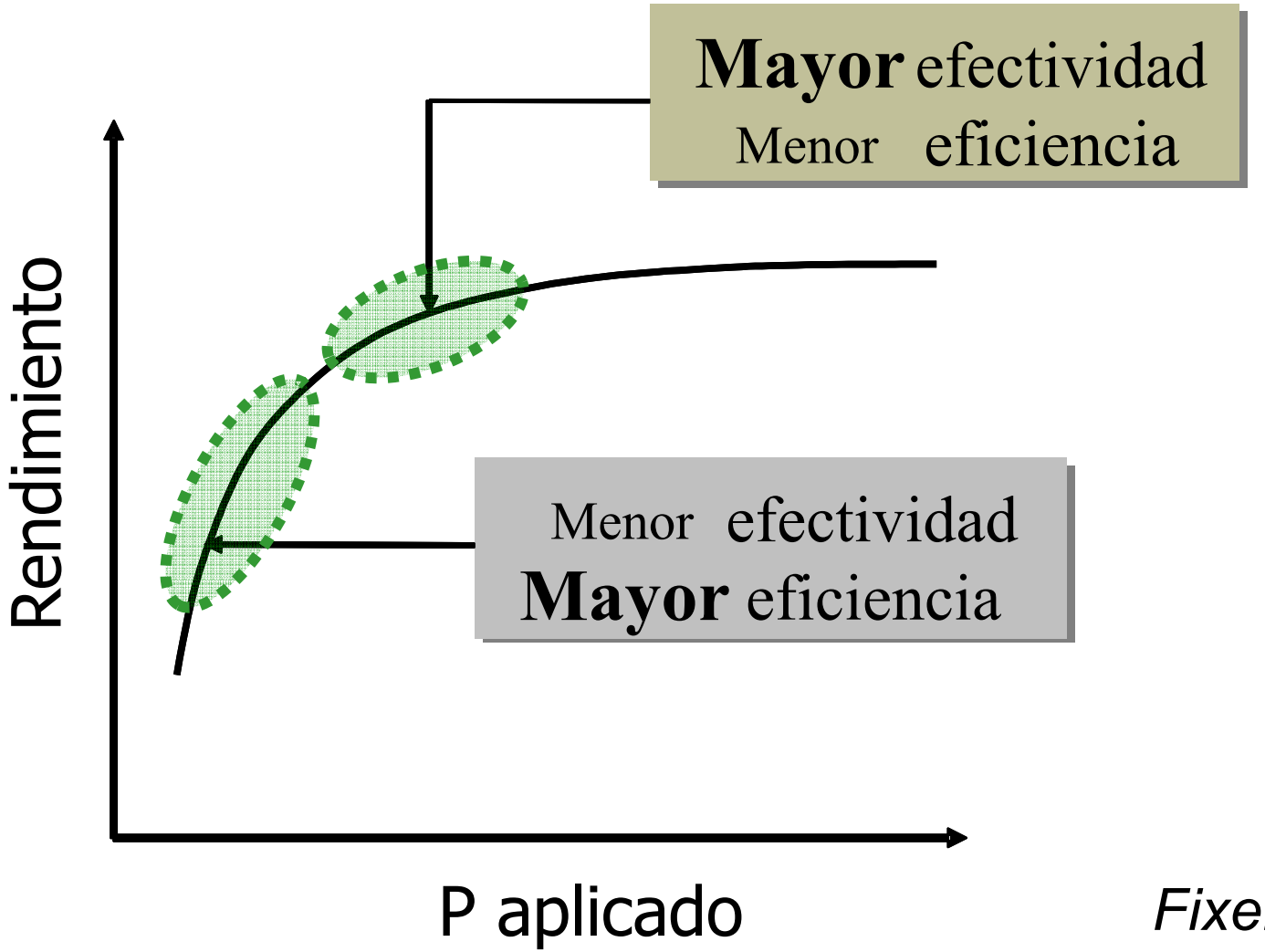
Adaptado de Mallarino (2006 y 2007)

IPNI



Adaptado de Mallarino, 2007

Eficiencia vs. Efectividad de uso de los nutrientes: Respuesta en un cultivo



Fixen, 2005

Eficiencia y/o Efectividad

	Foco en Eficiencia	Foco en Efectividad
Capital de operación	Limitado	Disponible
Alquileres	A corto plazo	A largo plazo
Costo de oportunidad de la inversión	Alto	Bajo a moderado
Potencial de perdida de nutrientes	Moderado a alto	Bajo
Potencial de fijación de nutrientes en los suelos	Moderado a alto	Bajo
Maximizar los beneficios de	Inversiones en fertilizante	Productividad de la tierra
Valor de la tierra	Mantiene o baja	Incrementa
Objetivos de producción	A corto plazo	A largo y mediano plazo
Mejora de la efectividad de otros insumos	Si	Si
Estabilidad de rendimientos	No siempre	Mayor

¡¡Eficiencia + Efectividad!!

Soja

Recomendación de fertilización fosfatada según criterio de suficiencia

Categoría de P extractable	*Rendimiento (kg/ha)*		
	< 3000	*3000-5000*	*>5000*
	Dosis de P (kg P/ha)		
Muy Bajo	20	30	30+
Bajo	10	15	20
Medio	0	0	10
Alto	0	0	0
Muy Alto	0	0	0

Garcia et al., 2008

Recomendaciones para Fósforo
Iowa State University

	Fósforo Disponible (0-15 cm): Categorías y Rangos				
Método de Análisis	Muy bajo	Bajo	Optimo	Alto	Muy alto
	---------- ppm ----------				
Bray-1 o Mehlich-3	0-8	9-15	16-20	21-30	31+
Mehlich-3 por ICP	0-15	16-25	26-36	36-45	46+
Olsen	0-5	6-10	11-14	15-20	21+

Cultivo	Dosis de P_2O_5 a Aplicar				
	---------- kg/ha ----------				
Maíz	100	75	55	0	0
Soja	80	60	40	0	0
Rotación	160	115	95	0	0

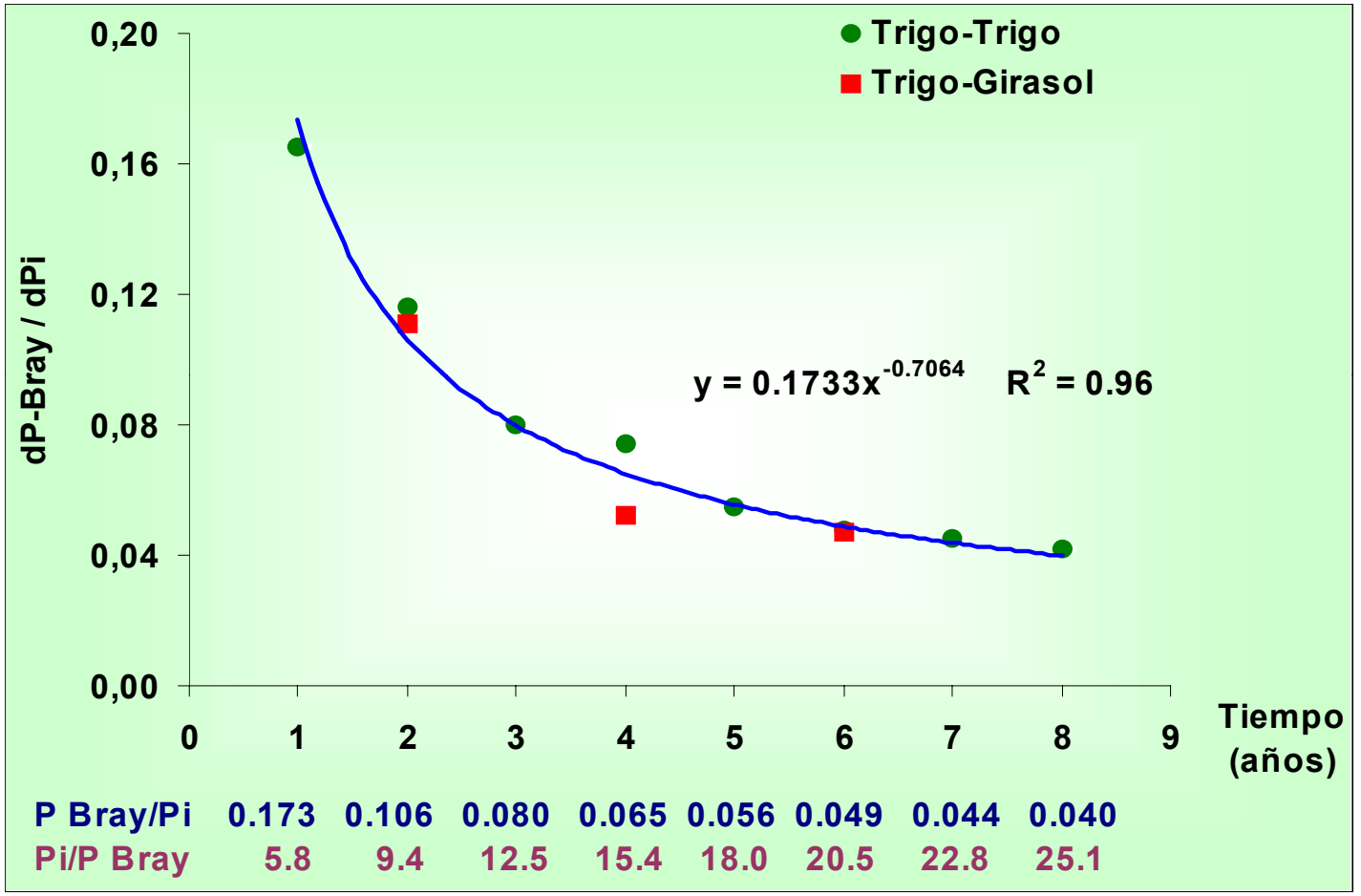
Subir, lentamente

Mantener, asume 9400 y 3400 kg/ha de maiz y soja, ajustar para cada campo

Mallarino, 2007

EVOLUCION DEL P RESIDUAL A TRAVES DE LOS AÑOS

Berardo y Grattone, 2000

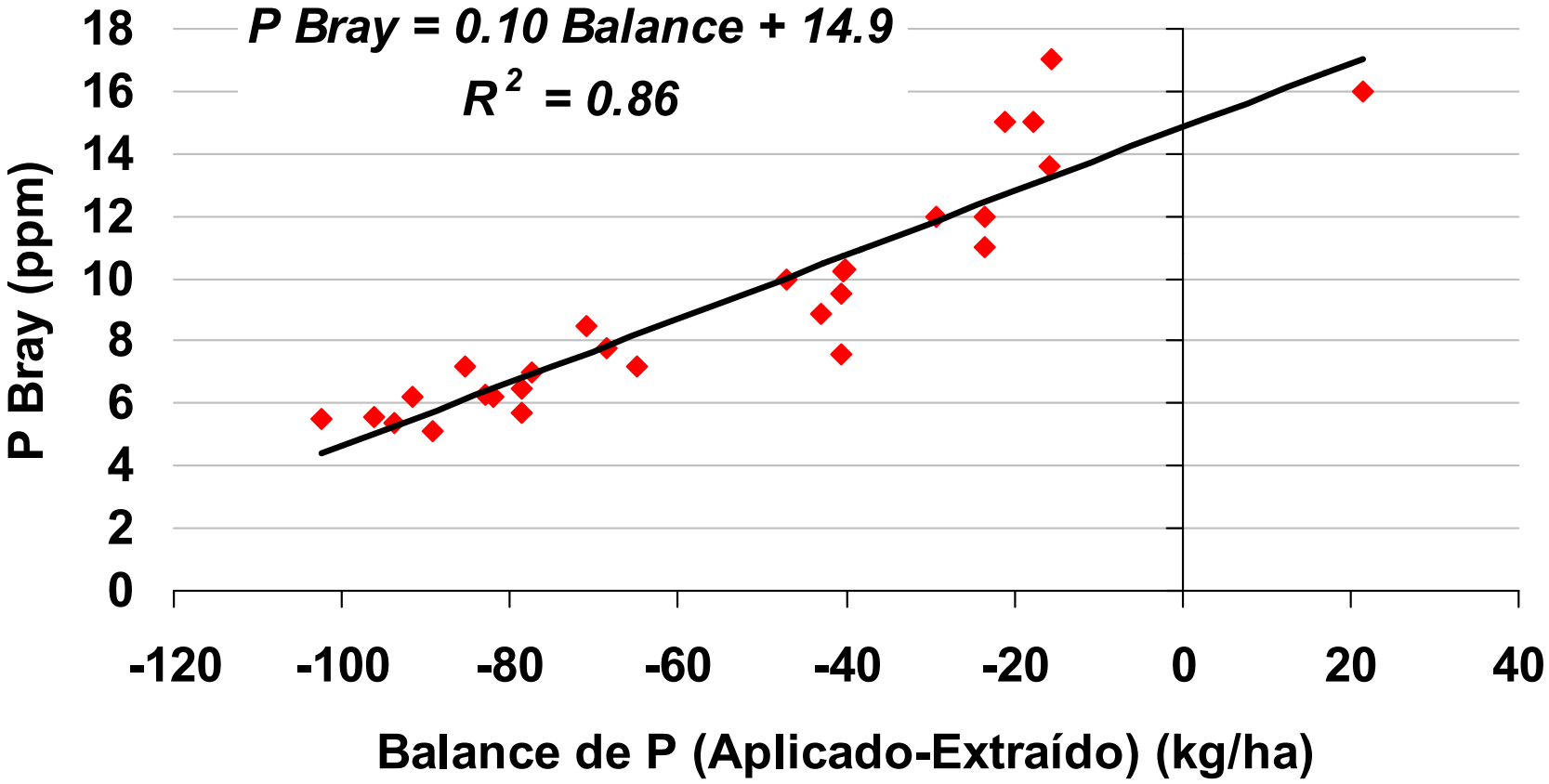


P Bray/Pi = incremento de P Bray (mg kg^{-1}) por el agregado de 1 kg ha^{-1} de P

Pi/P Bray = kg ha^{-1} de P aplicados para el incremento de 1 mg kg^{-1} de P Bray

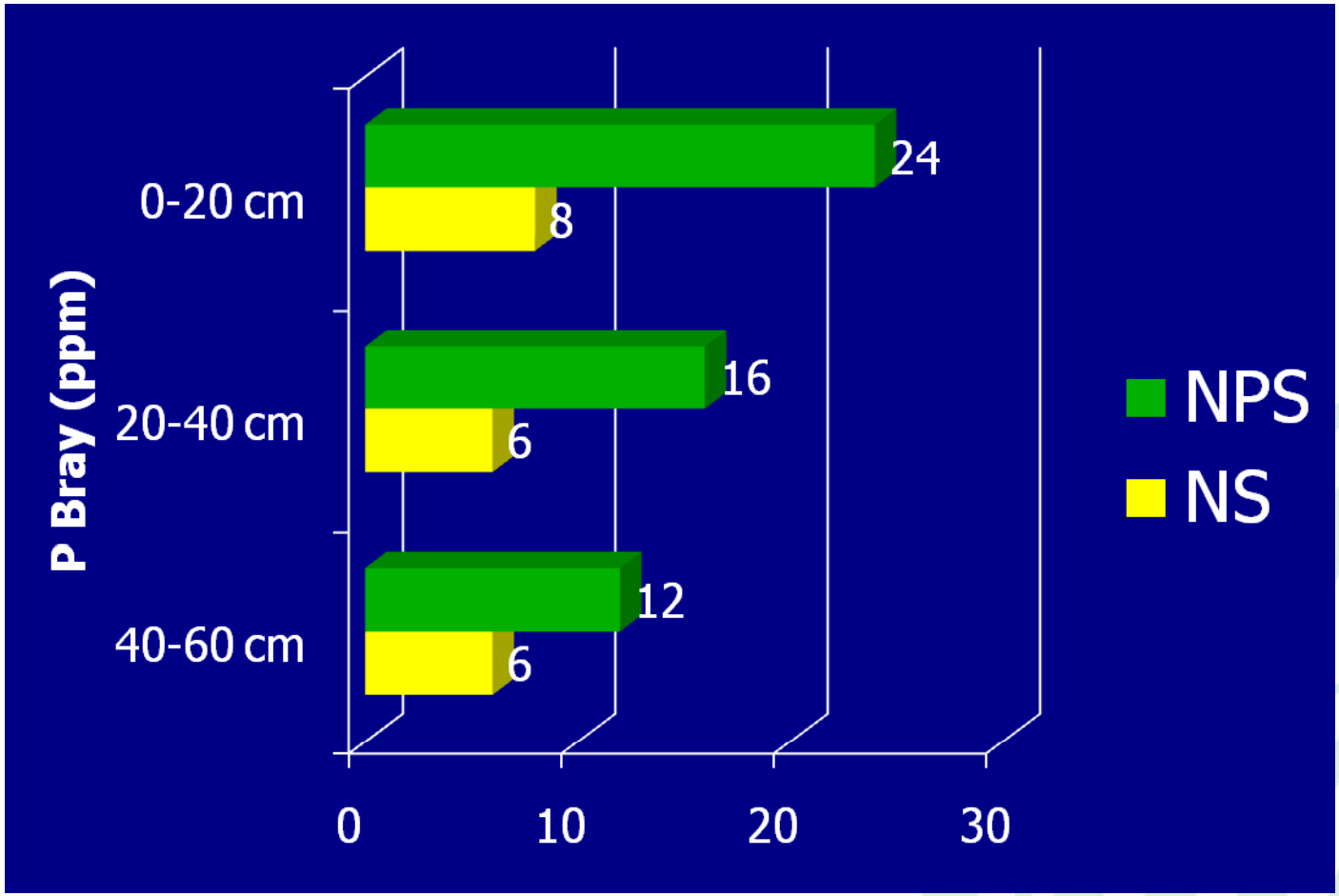
Balance de P y Evolución de P

Ensayo Inchausti – UEEA INTA 9 de Julio



Se necesitan 9-10 kg de P (45-50 kg de SFT) para aumentar 1 ppm el nivel de P Bray

Red CREA Sur de Santa Fe - Trigo 2007/08
Rotación M-T/S



Fuente: CREA Sur Santa Fe-IPNI-ASP

IPNI

¿Cuánto kg de P debo aplicar para subir 1 ppm de P Bray?

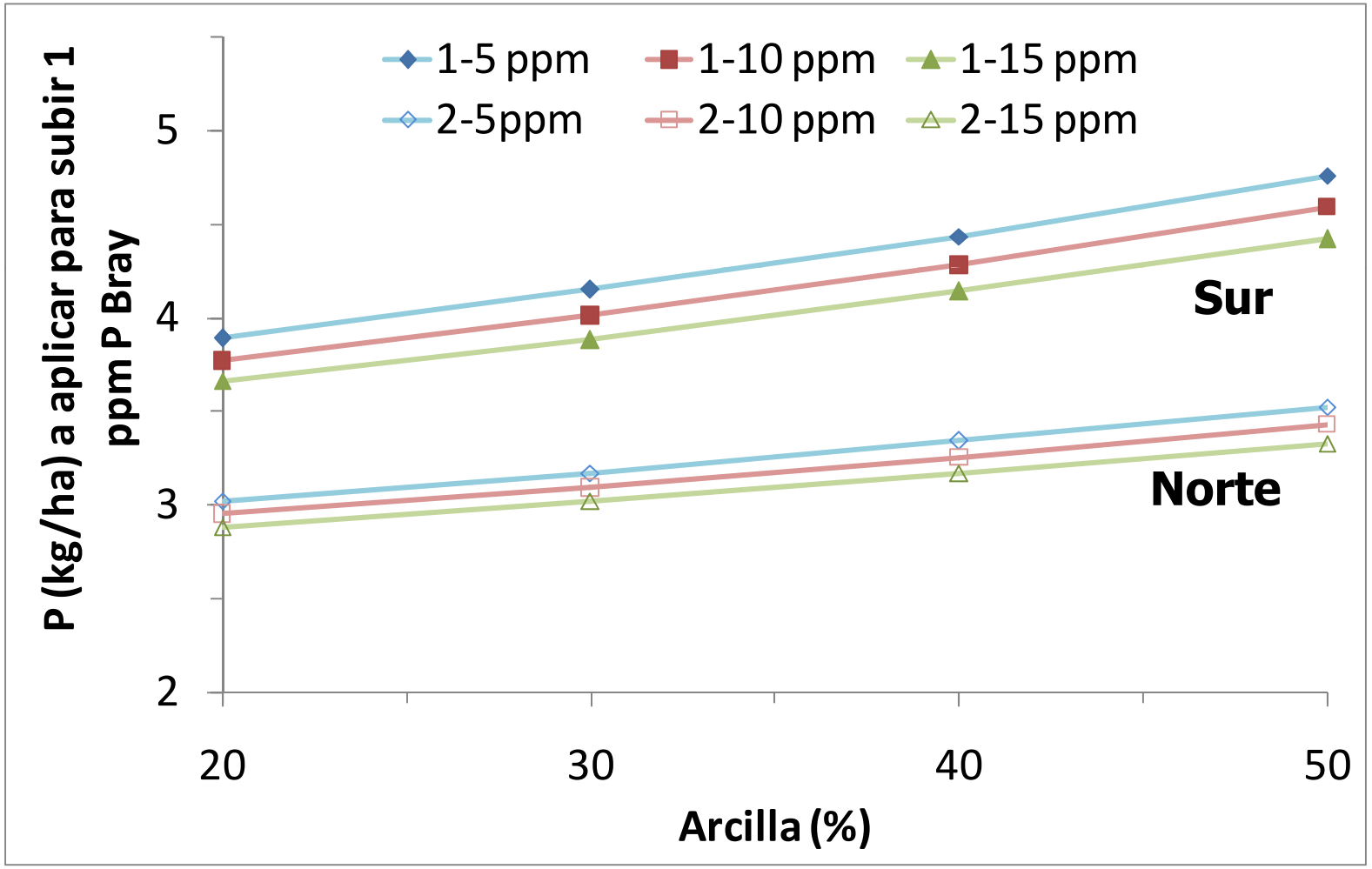
Factores: Nivel P Bray 1 inicial, Textura, Tiempo que se considera, Extracción de P por granos o forrajes

Referencia	Necesidad de P	Comentarios
	kg P/ppm P Bray	
Grattone y Berardo (2000)	6.7	SE Buenos Aires, 1 año, extracción incluida
Berardo et al., com. pers.	9.1	7 años, sin extracción
Ventimiglia et al., com.pers.	10	7 años, sin extracción
Bianchini et al., com. pers.	5.5	1 año, sin extracción, P Bray inicial 22.5 ppm
Rubio et al. (2007)	2.9-6.0	45 días, sin extracción, según P Bray inicial, Arcilla, y Zona
Red CREA Sur de Santa Fe (2006)	6.4-6.8 10.1-13.3	7 años, sin extracción P Bray inicial > 25 ppm P Bray inicial < 25 ppm

¿Cuánto kg de P debo aplicar para subir 1 ppm de P Bray en Región Pampeana?

Dosis según P Bray inicial, % de Arcilla y Zona

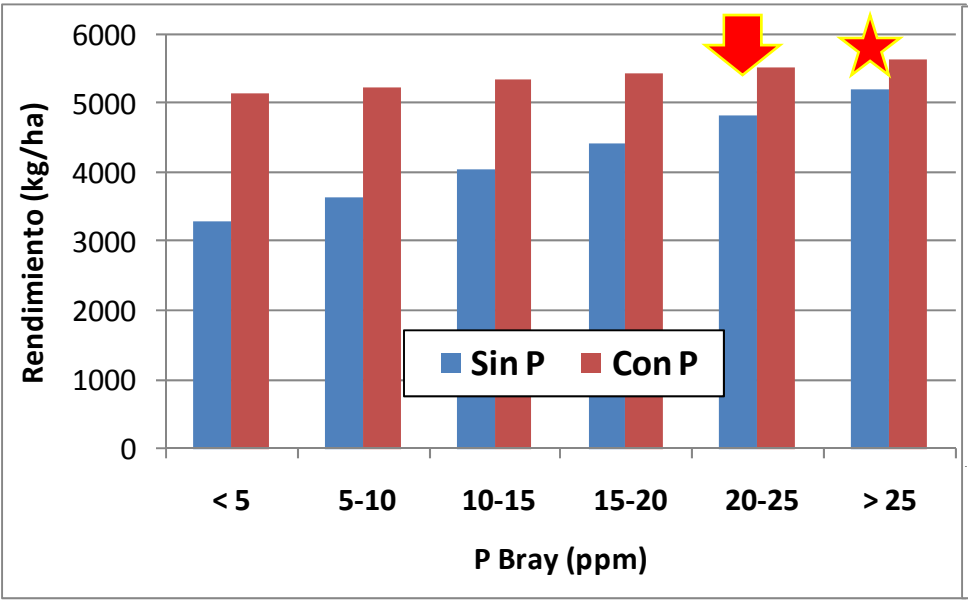
Rubio et al. (2007) - FAUBA

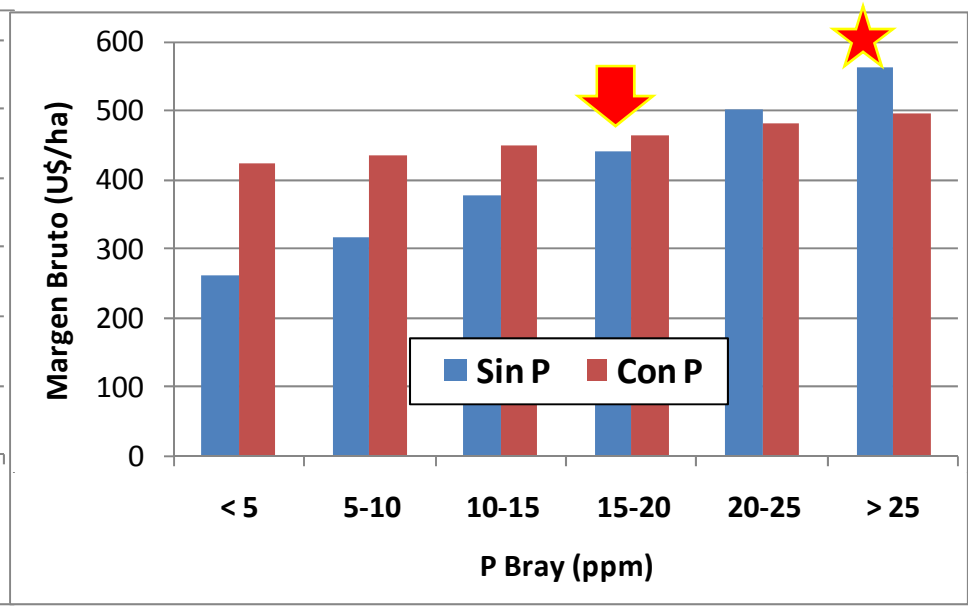


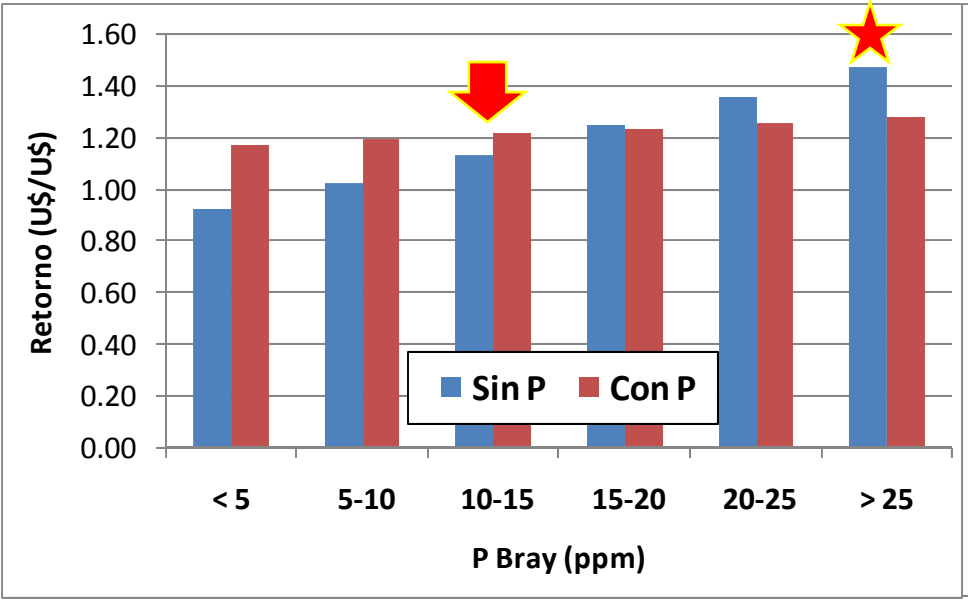
Asume densidad aparente de 1.1 t/m3 y profundidad de 0-20 cm

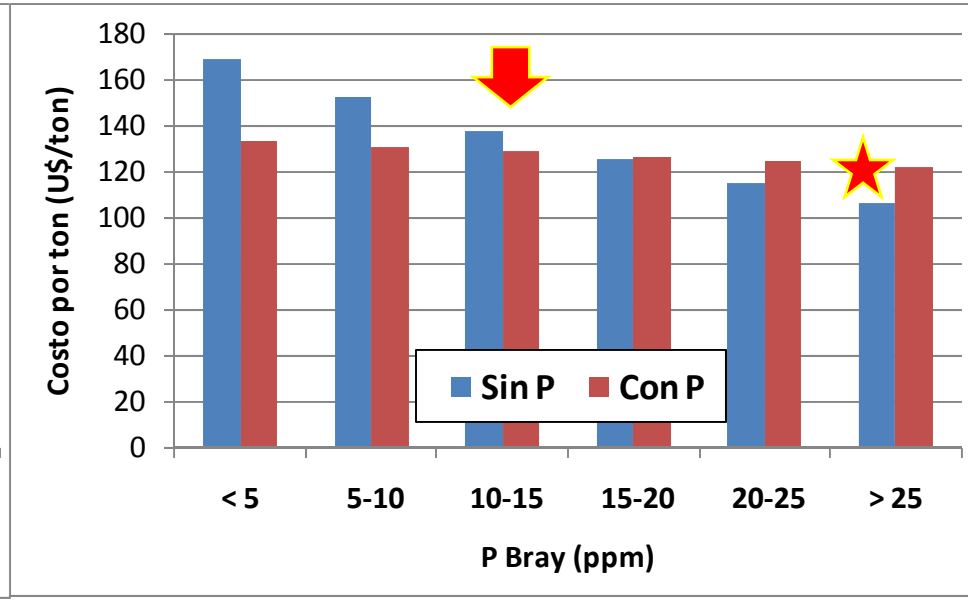
P en Trigo: rendimientos y resultados económicos

Elaborado a partir de datos de Berardo y col., 1998









Dosis de 110 kg/ha de SFT (22 kg P/ha)

Muchas Gracias!

WWW.IPNI.NET