

Manejo de la nutrición de cultivos de grano en la Región Pampeana: ¿Un modelo para el NOA?



*Nutriendo los suelos
para las generaciones
del futuro*

Fernando O. García
Instituto Internacional de
Nutrición de Plantas
<http://lacs.ipni.net>
fgarcia@ipni.net



ESTACION EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina



FERTILIZAR
ASOCIACION CIVIL



IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

San Miguel de Tucumán, 27 de Septiembre de 2016

Temario

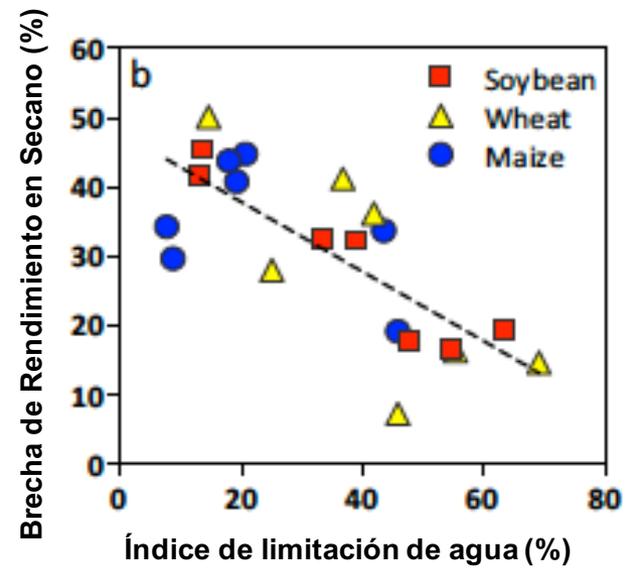
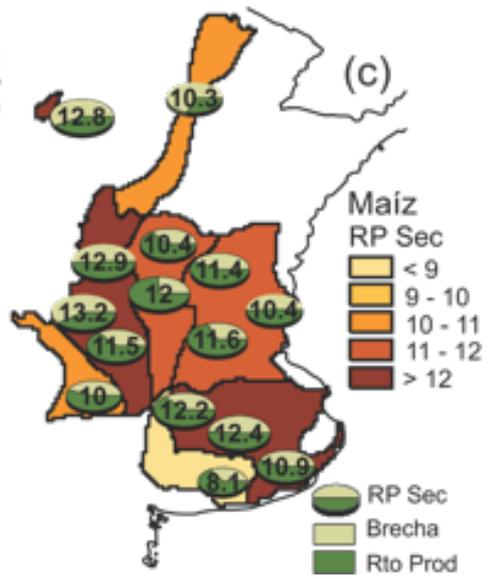
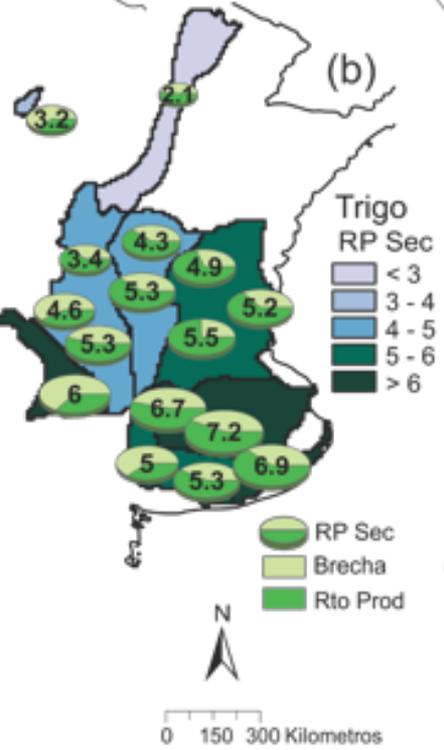
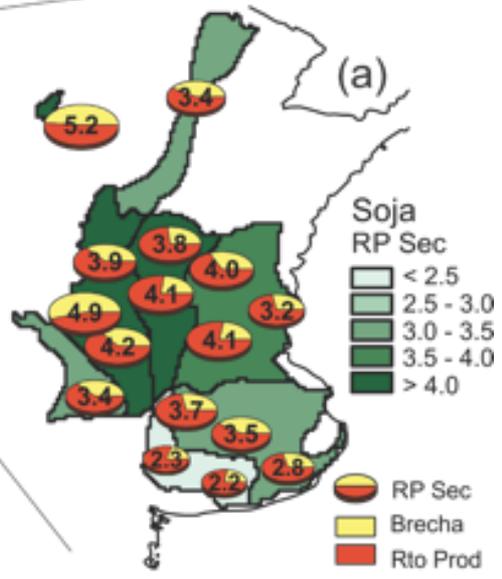
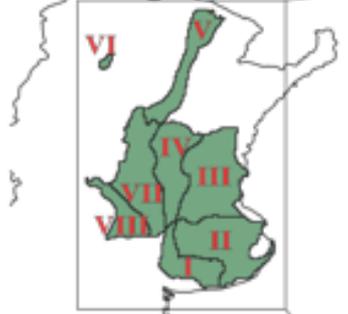
- El Manejo Responsable de los Nutrientes: Los 4 Requisitos (4R)
- Manejo de los principales nutrientes deficientes en región pampeana
 - Nitrógeno
 - Fosforo
 - Azufre
 - Micronutrientes
- ¿Puedo utilizar información de RP en el NOA?

Brechas de rendimiento

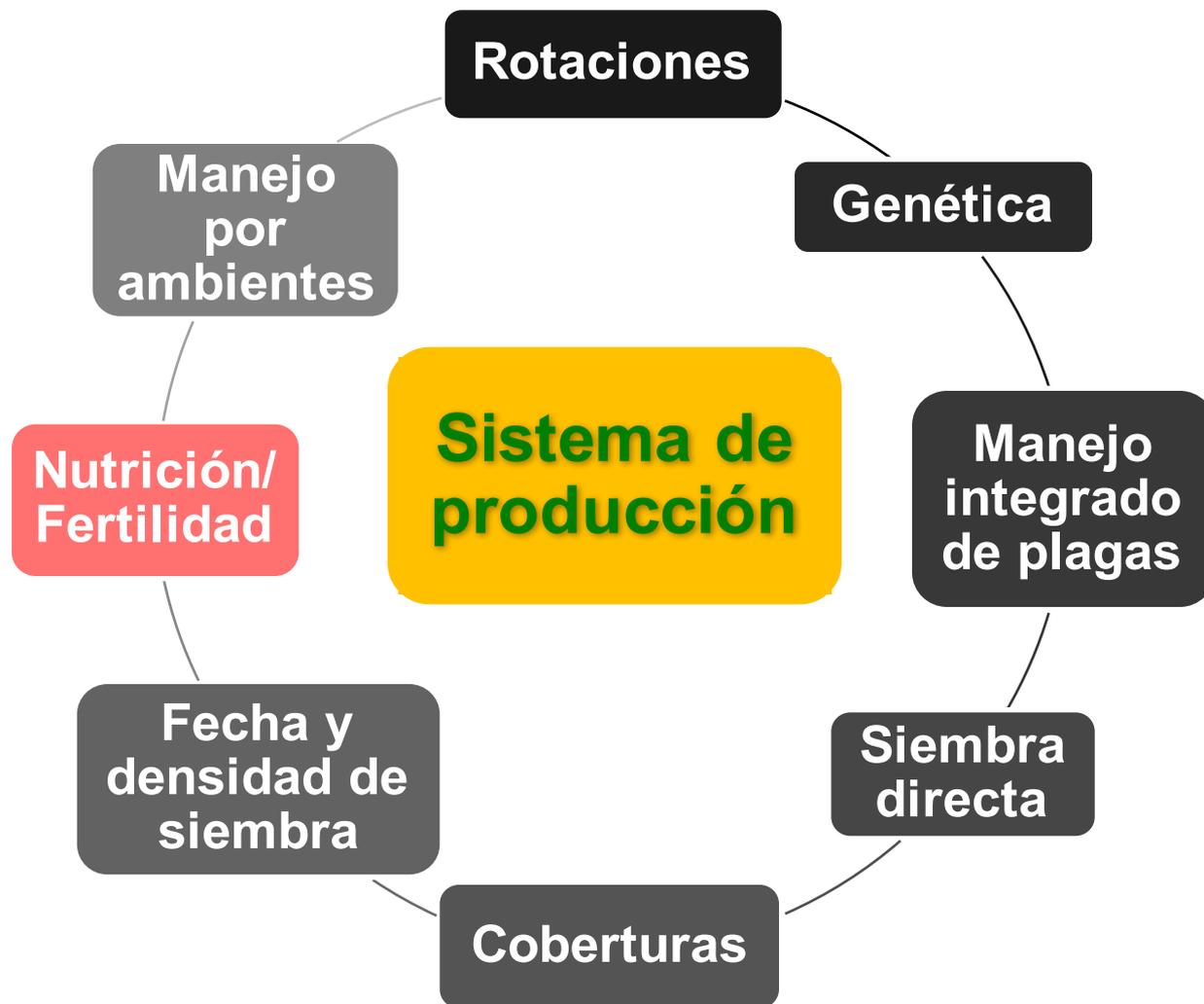
Aramburu Merlos et al., 2015
www.yieldgap.org

- *Potencial con limitación de agua de 5.2; 12.8 y 3.2 t/ha de soja, maíz y trigo, respectivamente, en Famaillá*
- *Brechas de aprox. 50%, 55% y 60% en soja, maíz y trigo, respectivamente, respecto a actuales*

Zonas Agroclimáticas



Trabajamos en sistemas de producción en los que las prácticas interactúan y modifican la eficiencia y efectividad de uso de otras prácticas



Los 4 Requisitos del Manejo Responsable de Nutrientes (4Rs)



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

Toma de decisiones en el manejo de nutrientes



POSIBLES FACTORES DE SITIO

- Cultivo
- Suelo
- Productor
- Aplic. Nutrientes
- Calidad de agua
- Clima
- Tecnología

APOYOS PARA LA TOMA DE DECISIÓN

DIAGNOSTICO

- Demanda cultivo
- Abastecimiento suelo
- Eficiencia aplicación
- Aspectos económicos
- Ambiente
- Productor/Propietario

Dosis, Fuente, Momento y Forma de aplicación (4R)

- Probabilidad de ocurrencia*
- Retorno económico*
- Impacto ambiental*
- Etc.*

Salida

Decisión

Acción

Resultado

RETROALIMENTACIÓN

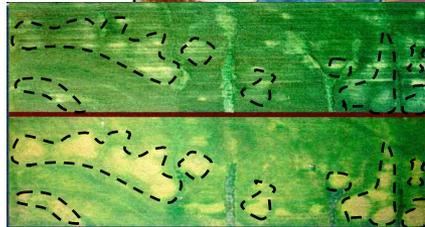
Adaptado de Fixen, 2005



El diagnóstico empieza conociendo los suelos



Implementando el análisis de suelos



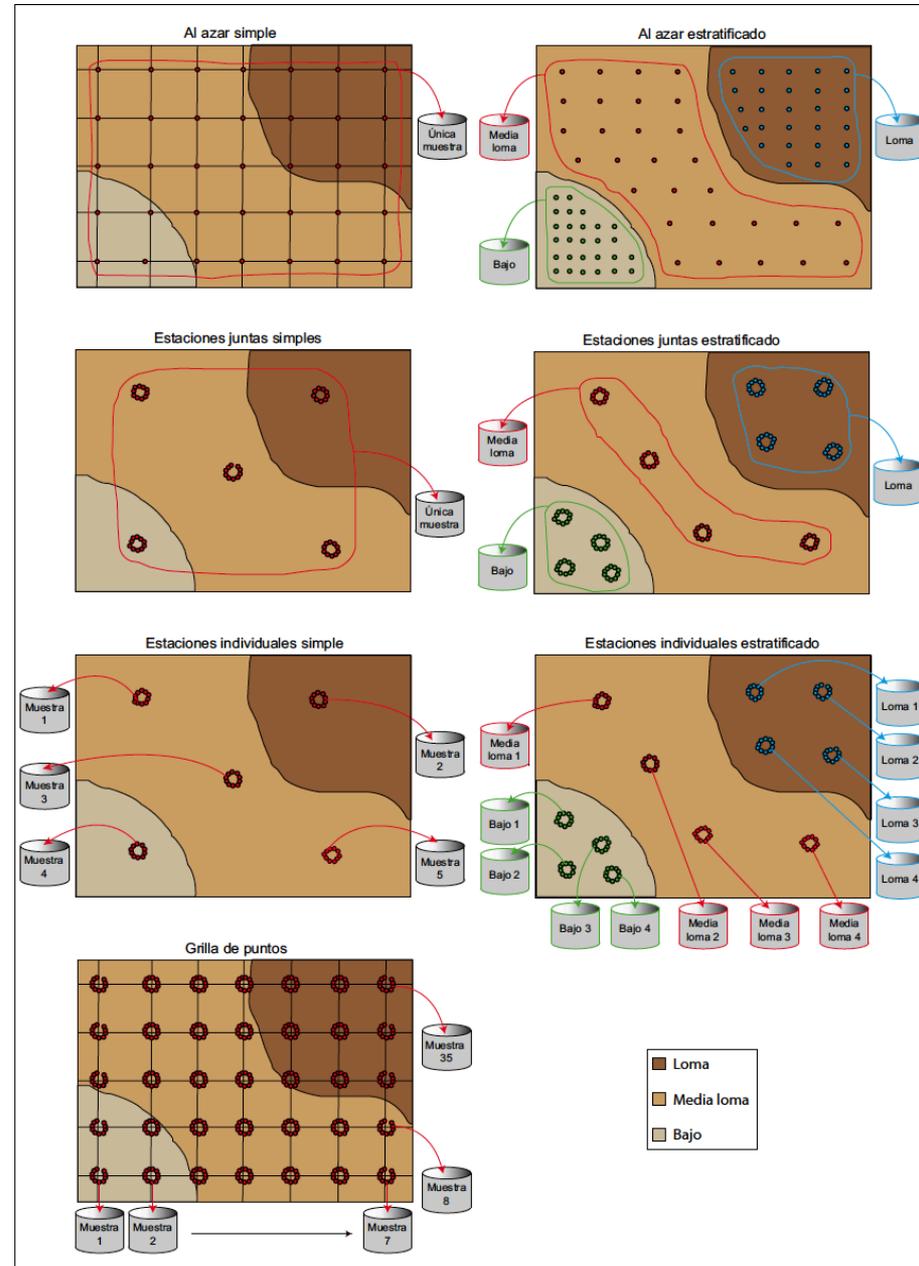
- Requiere muestreo representativo → muestreos geo-referenciados, ambientes
- Estandarización y calidad de los ensayos de laboratorio → Sistemas de Interlaboratorios SAMLA-PROINSA (Argentina), SCCS-INIAMAG (Chile), RENALAS (Paraguay)
- Utilizar calibraciones regionales actualizadas
- Interpretación complementada con otros indicadores de suelo, información de manejo del suelo y del cultivo y condición del sitio; e integrada con otras herramientas de diagnóstico como análisis de planta, sensores remotos, modelos de simulación, requerimientos de los cultivos, etc.

Ser muy cuidadosos en el muestreo Etapa clave del análisis

Esquemas de distintas metodologías de muestreo de suelo

Carretero et al., 2016

AA No. 15, IAH 21, Marzo 2016



¿Sabemos lo que tienen nuestros suelos? Muestreo y análisis de suelos

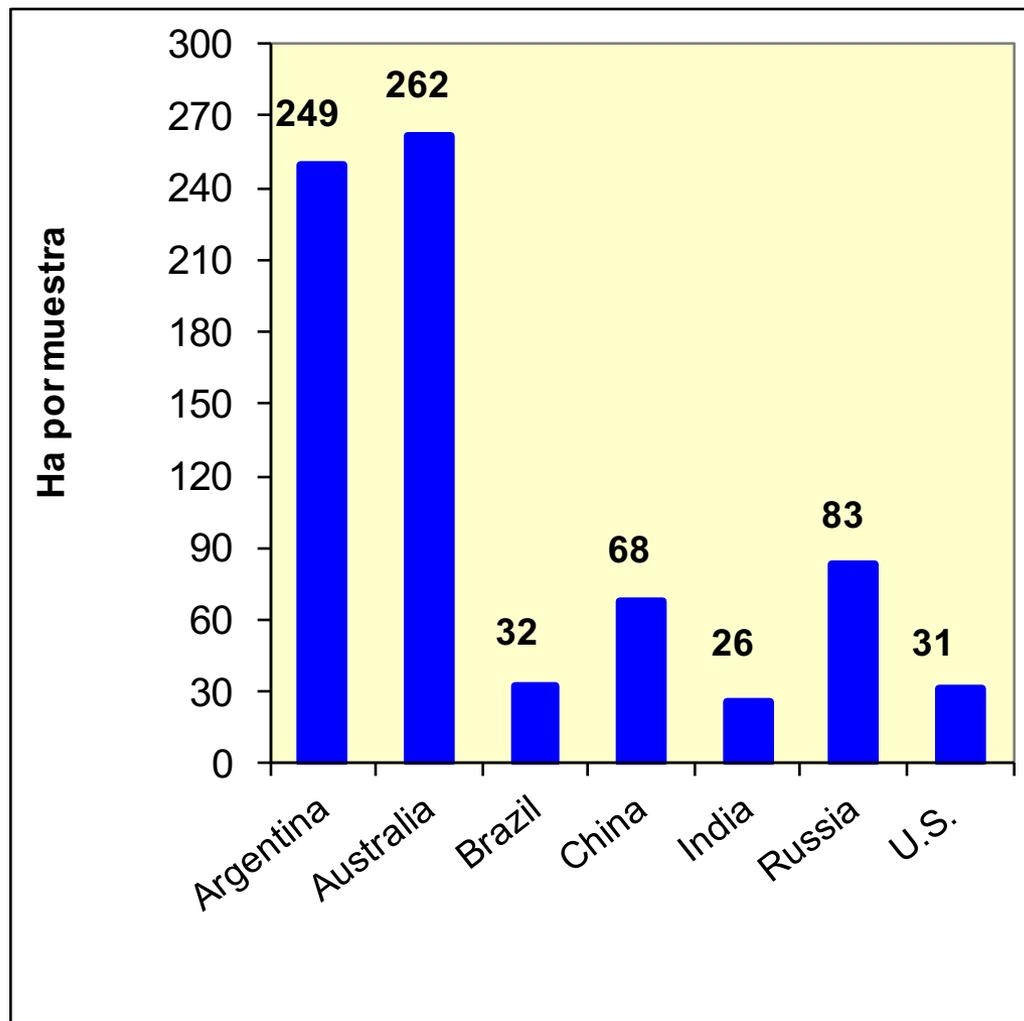


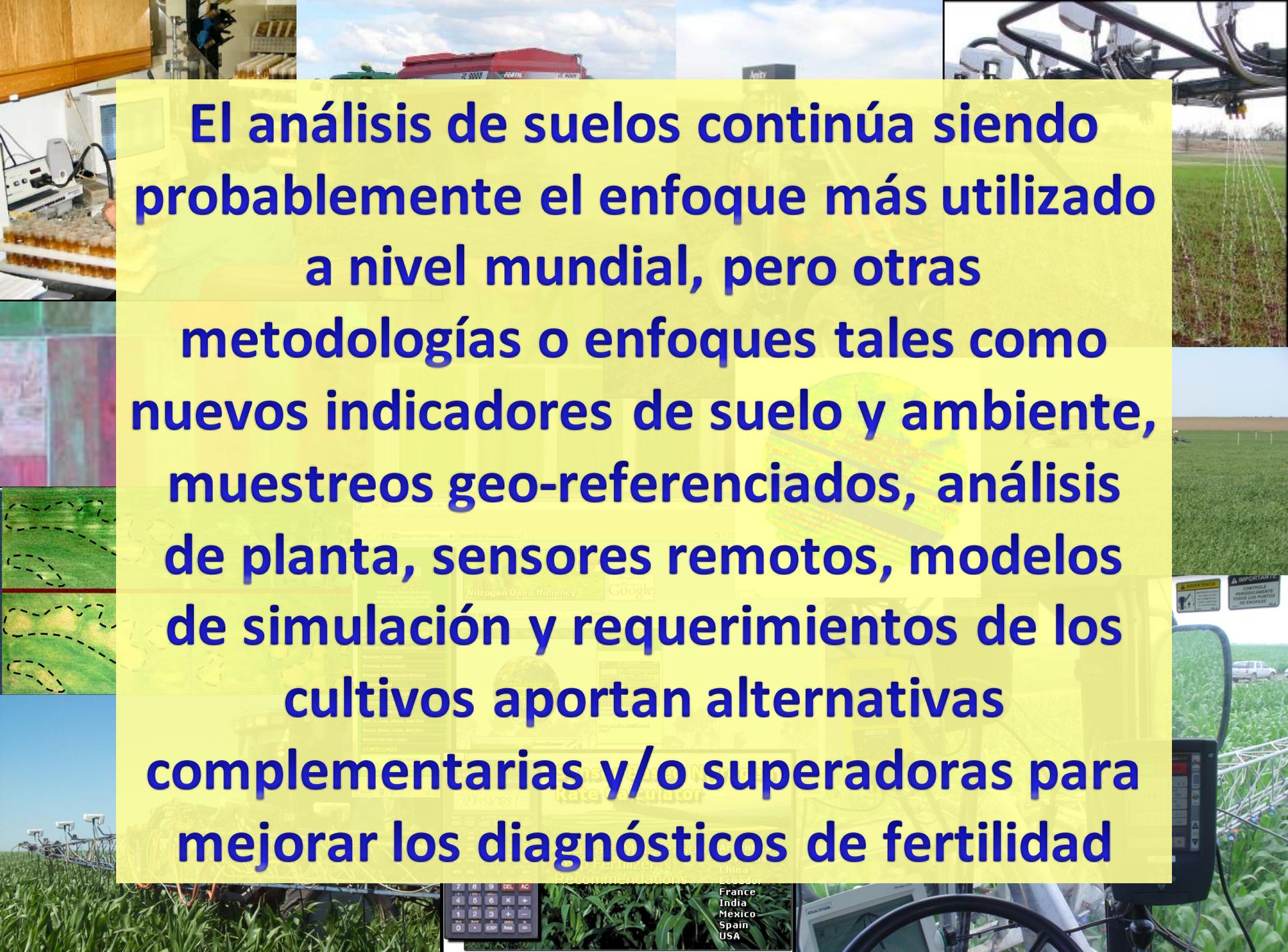
Intensidad de muestreo en algunos países

***Argentina: Se analizan
aproximadamente***

***140 a 160 mil muestras de suelo por
año (2009)***

***El número de muestras de
suelos evaluadas anualmente
en Argentina es bajo***





El análisis de suelos continúa siendo probablemente el enfoque más utilizado a nivel mundial, pero otras metodologías o enfoques tales como nuevos indicadores de suelo y ambiente, muestreos geo-referenciados, análisis de planta, sensores remotos, modelos de simulación y requerimientos de los cultivos aportan alternativas complementarias y/o superadoras para mejorar los diagnósticos de fertilidad

Rangos de suficiencia de nutrientes en planta



Cultivo	Trigo		Maíz		Soja		Girasol	Alfalfa	
	Momento	Em. – Mac.	Enc. – Flor.	Vegetativo	Floración	Vegetativo	Floración	Floración	1° Floración
----- % ----- ----- ppm -----	N	4.0-5.0	1.75-3.3	3.0-5.0	2.75-3.25	3.5-5.5	3.25-5.5	3.0-5.0	3.0-5.0
	P	0.2 - 0.5	0.2-0.5	0.3-0.8	0.25-0.35	0.30-0.60	0.26-0.60	0.3-0.7	0.25-0.70
	K	2.5-5.0	1.5-3.0	2-5.0	1.75-2.25	1.7-2.5	1.5-2.5	2.0-4.5	2.0-3.5
	S	0.15-0.65	0.4	0.15-0.4	0.15-0.20	sd	0.20-0.60	0.3-0.8	0.25-0.50
	Ca	0.2-1.0	0.21-1.4	0.25-1.6	0.25-0.40	1.1-2.2	0.2-2.0	0.8-2.2	1.8-3.0
	Mg	0.14-1.0	0.16-1.0	0.3-0.8	0.25-0.40	sd	0.25-1.00	0.3-1.1	0.25-1.0
	B	1.5-40	5-20	5-25	15-20	sd	20-60	35-100	20-80
	Cu	4.5-15	5-50	5-25	6-20	sd	4-30	10-50	4-30
	Fe	30-200	21-200	30-300	50-250	sd	21-350	80-300	30-250
	Mn	20-150	16-200	20-160	50-150	sd	20-100	25-600	25-100
	Mo	0.1-2.0	0.4-5.0	0.1-2.0	0.15-0.20	sd	0.5-1.0	0.1-0.3	0.35-1.5
	Zn	18-70	20-70	20-50	15-50	sd	15-80	30-140	20-70

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

Requerimientos Nutricionales de los Cultivos

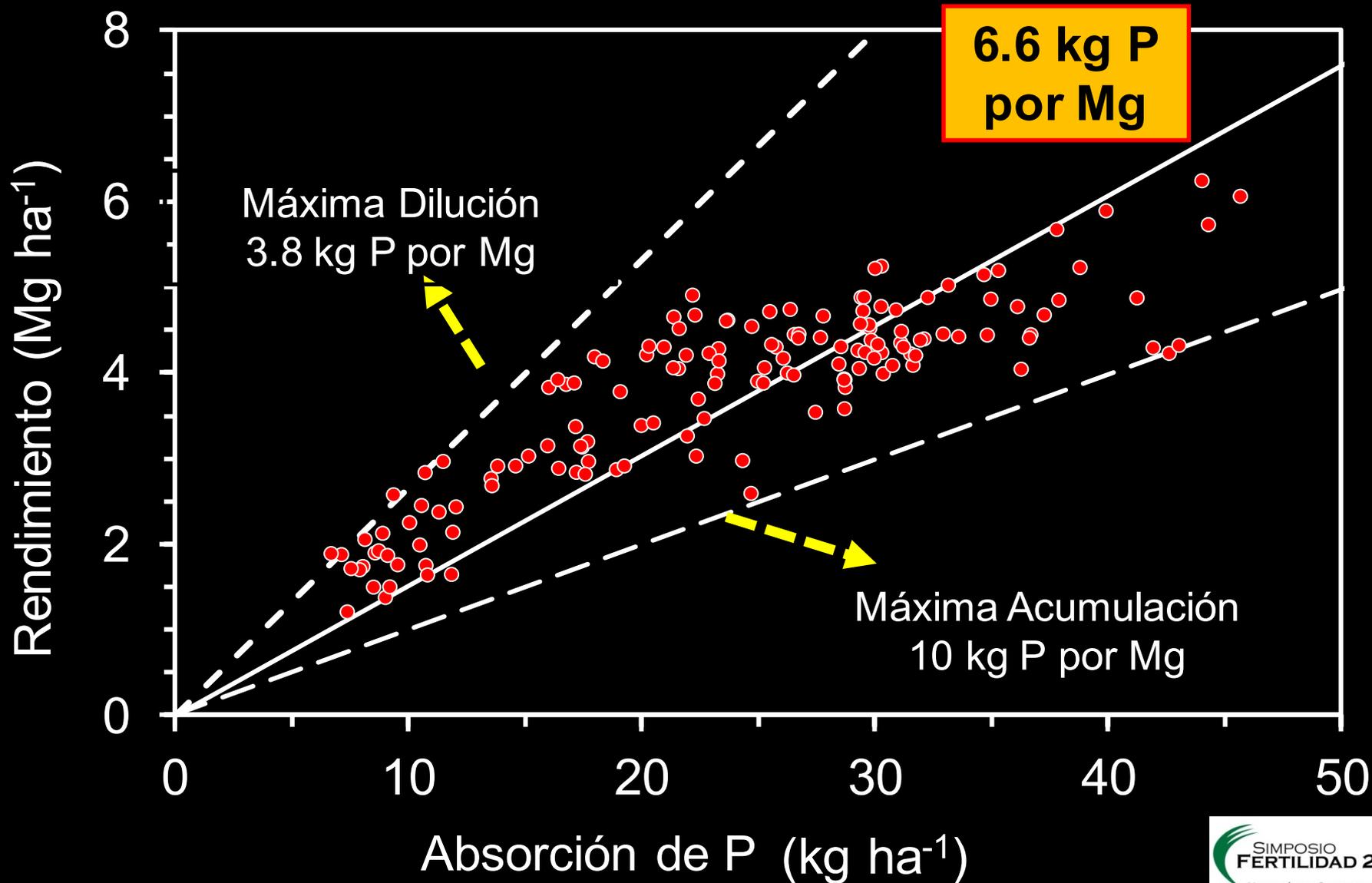
Absorción y extracción por tonelada de órgano cosechado a humedad comercial

Cultivos	Absorción Total (kg/ton)						Extracción (kg/ton)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
Soja	65	5.7	34	14	7.8	3.9	52	4.6	17	2.6	3.0	2.8
Maíz	19	3.4	16	2.6	2.6	3.4	13	2.6	3.4	0.2	1.4	1.2
Trigo	26	4.3	16	2.6	3.5	4.3	18	3.5	3.5	0.4	2.1	1.5
Cebada	23	3.5	16	17	-	3.6	15	2.6	3.4	1.2	-	1.7
Girasol	35	10	25	16	10	4.3	21	5.9	4.8	1.2	2.7	2
Sorgo	26	3.8	18	3.4	3.8	3.2	17	3.1	3.4	0.3	1.1	1.8

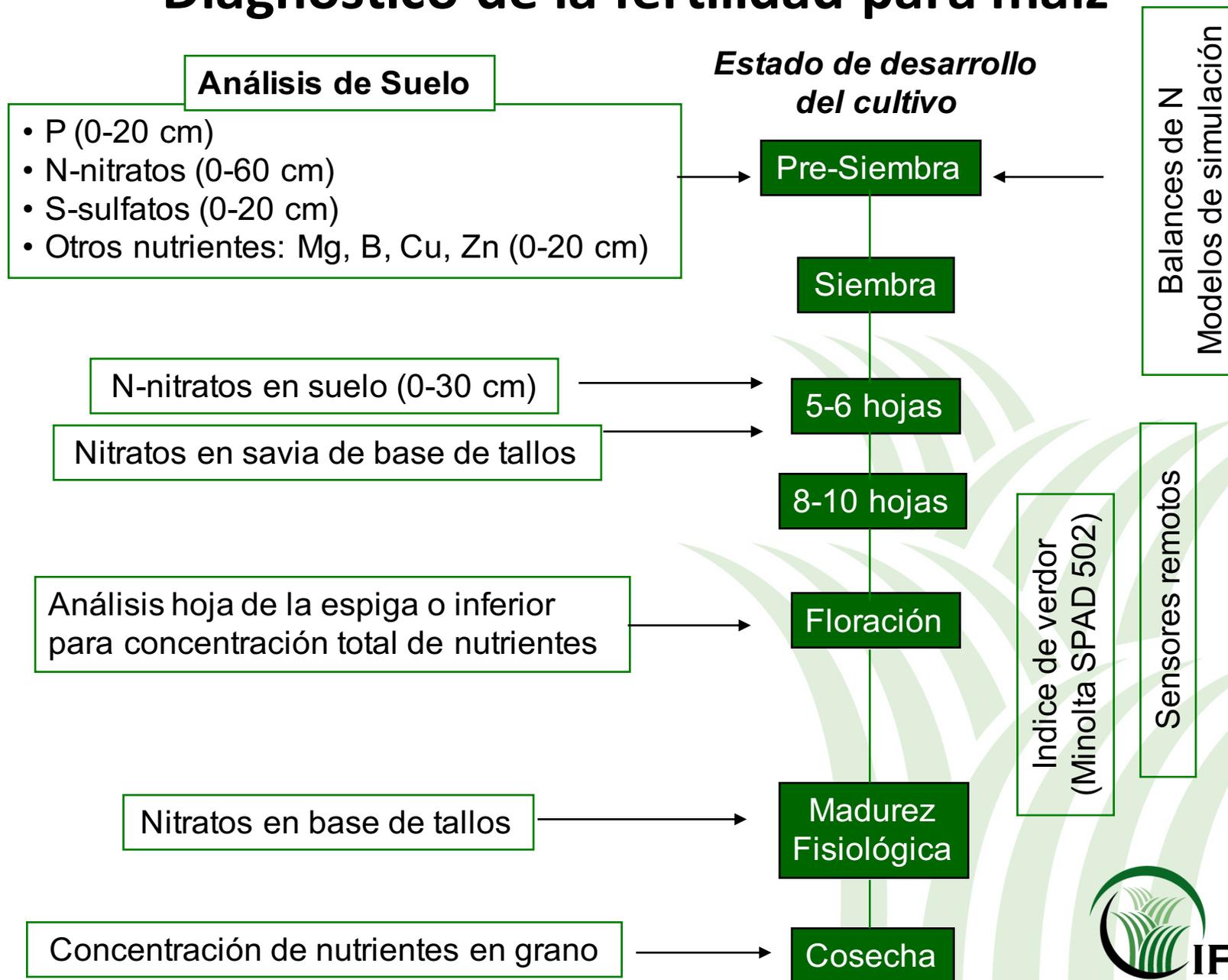
*Fuente: Recopilación de Ciampitti y García (2007 y 2008)
Disponibile en www.lacs.ipni.net*

Rendimiento y Absorción de P en Soja

Salvagiotti et al. - Investigación en curso (PNCER 22421-INTA)



Diagnóstico de la fertilidad para maíz



Alternativas para una mayor Eficiencia de Uso de N

- Mejorar los diagnósticos y las recomendaciones
- Aplicaciones divididas, ¿adopción? ¿logística? ¿rentabilidad?
→ Monitoreo durante la estación de crecimiento
 - Evaluación visual usando parcelas de referencia (*parcelas de omisión*)
 - Uso de medidor de clorofila
 - Sensores remotos aéreos y satelitales
 - Sensores remotos terrestres
 - Uso de modelos de simulación
- Manejo sitio-específico
- Tecnologías de fertilización: Aplicaciones variables y nuevos fertilizantes como inhibidores de ureasa y de nitrificación o fertilizantes estabilizados o de liberación lenta
- Rotaciones y asociaciones de cultivos: Uso de cultivos de cobertura que aporten N al sistema

Maíz: Alternativas para la recomendación de fertilización nitrogenada en la Región Pampeana Argentina

Planteo de balances de N

Disponibilidad de N-nitratos (0-60 cm)
150-170 kg/ha para 10000-11000 kg/ha de rendimiento

Índices de mineralización de N (N_0 o N anaeróbico, MO particulada)

Disponibilidad de N-nitratos (0-30 cm) al estado V5-6
> 18-20 mg/kg para 10000-12000 kg/ha de rendimiento

Nitratos en jugo de base de tallos al estado V5-6
> 2000 mg/L para 11000 kg/ha de rendimiento

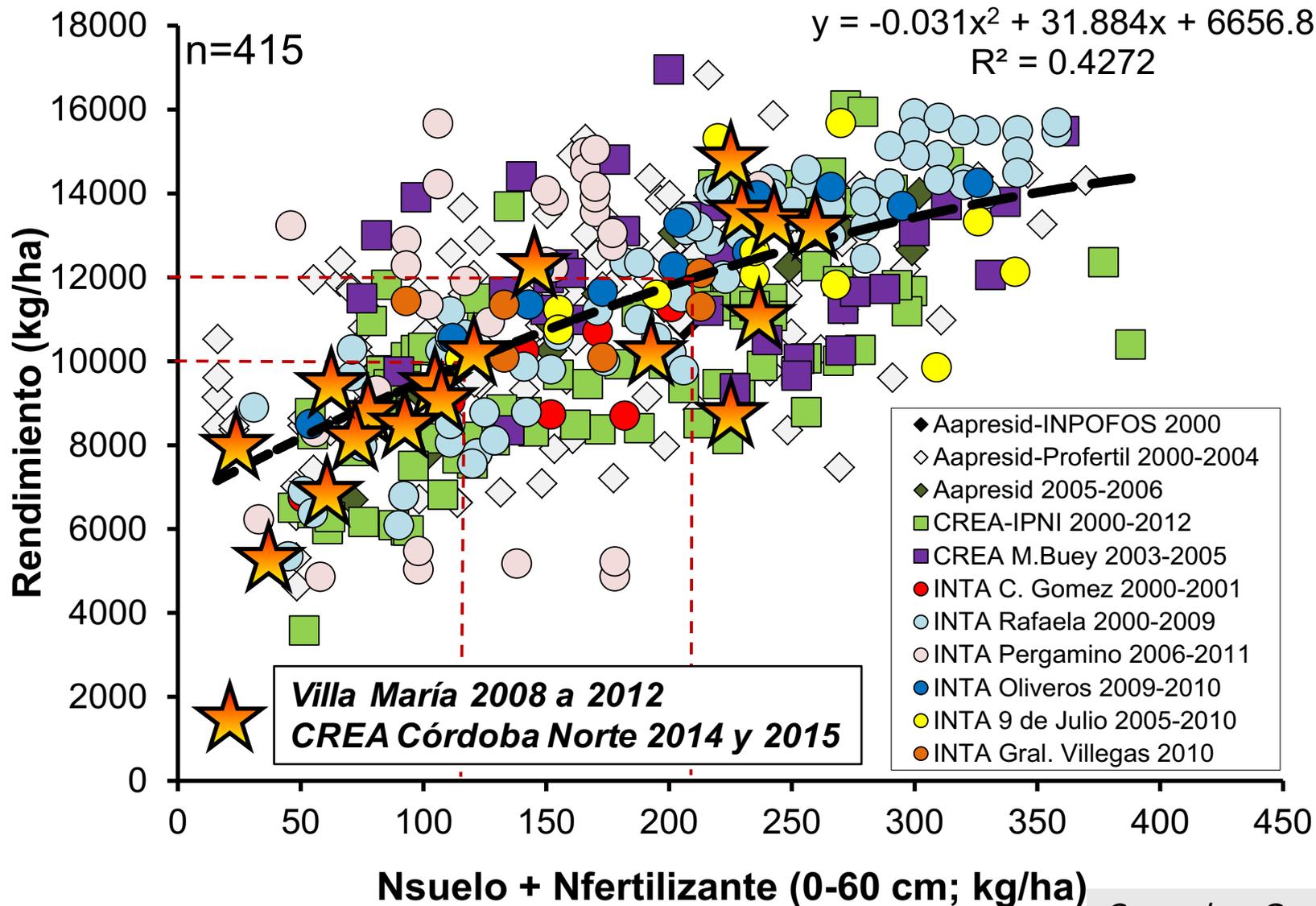
Sensores remotos

Concentración de N en hoja inferior a la espiga en floración > 2.7%

Concentración de N en grano > 1.4%

N disponible a la siembra y Rendimiento de Maíz

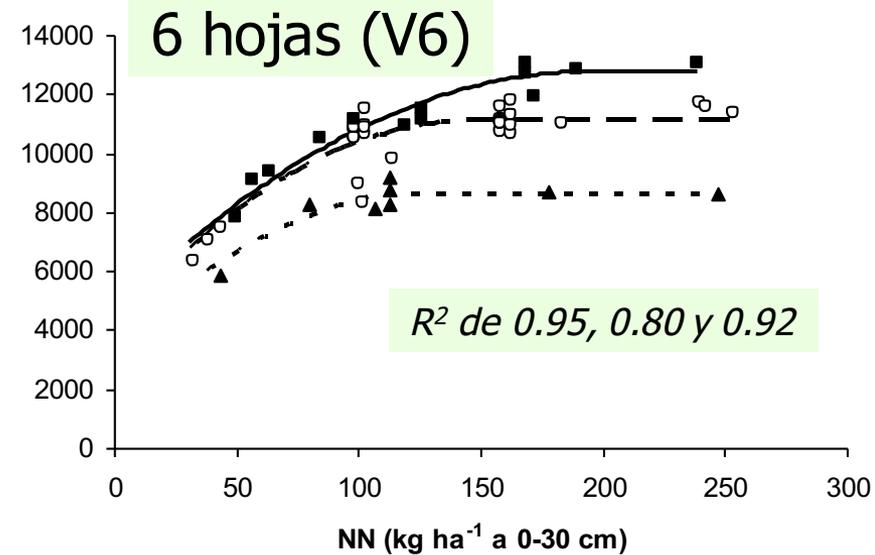
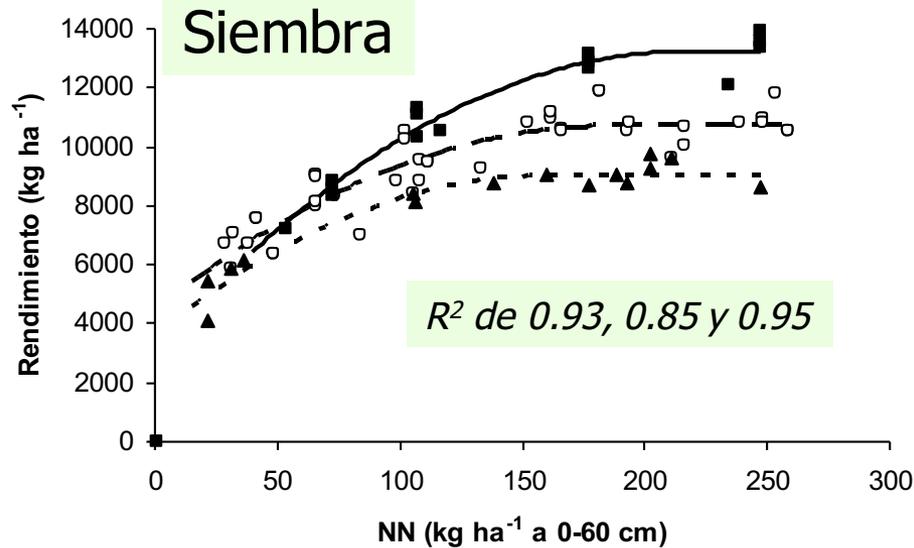
Recopilación de ensayos 2000-2011



N disponible a la siembra y en V6 y rendimiento de maíz

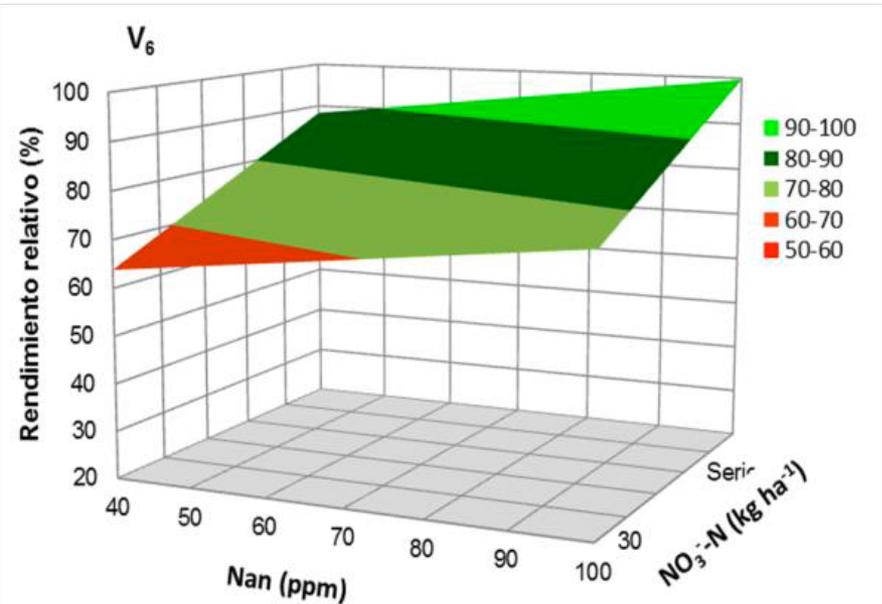
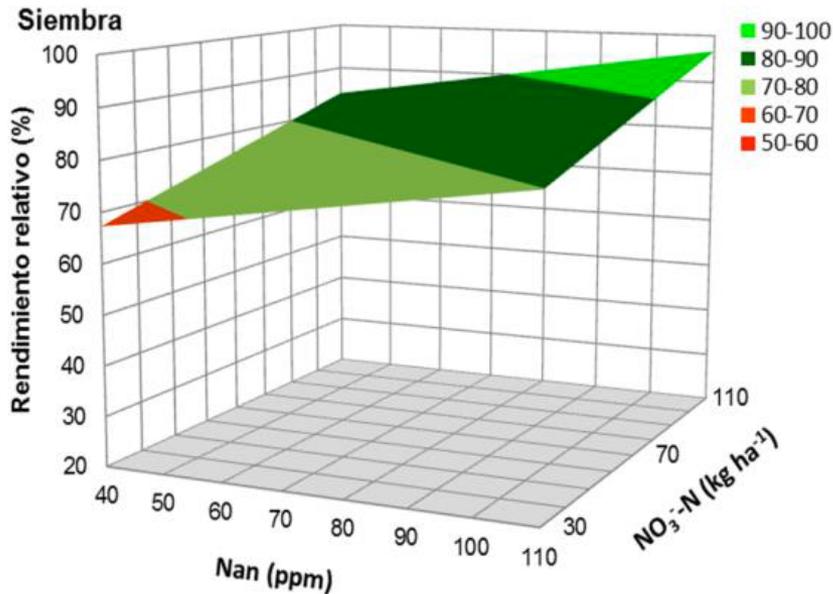


Pagani et al. (2008) – EEA INTA/FCA Balcarce



Condición	Siembra (0-60 cm)		V6 (0-30 cm)	
	N optimo (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	N optimo (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)
Favorable	209	13239	198	12825
Promedio	194	10713	145	11163
Poco favorable	160	9021	113	8664

Relación entre el rendimiento relativo (RR, % del máximo) y la cantidad de N-NO_3^- a siembra (0-60 cm) más el Nan y en V6 (0-30 cm) más el Nan para 31 sitios del sudeste bonaerense
Sainz Rozas et al. (2016), tomado de Echeverría y col. (2015)



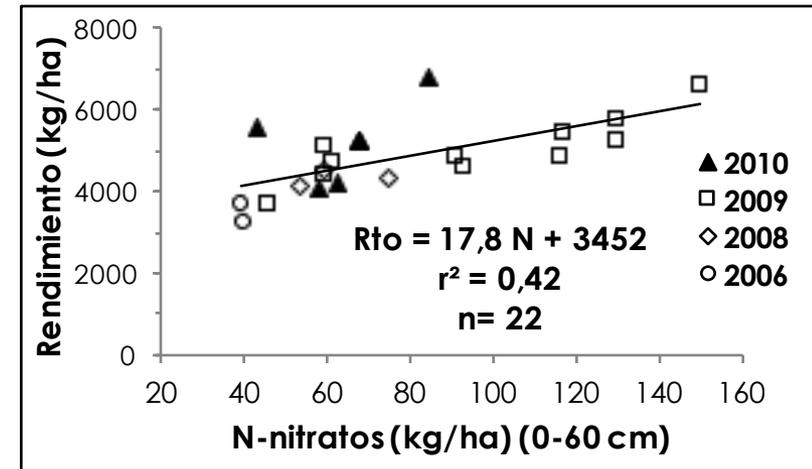
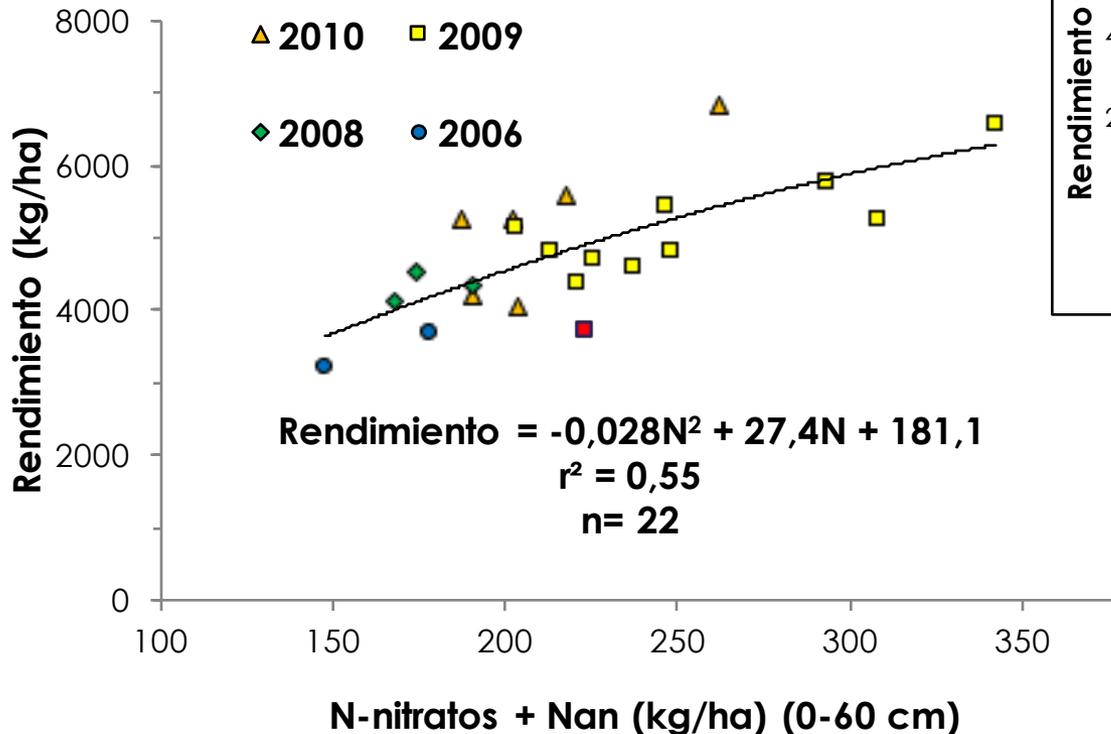
Rendimiento relativo (%) = $53.8 + \text{NO}_3\text{-N} * 0.18 + \text{Nan} * 0.21$ r^2 ajustado = 0.57

Rendimiento relativo (%) = $41.5 + \text{NO}_3\text{-N} * 0.49 + \text{Nan} * 0.19$ r^2 ajustado = 0.73

Nan como estimador de la capacidad de mineralización

“cuando se adicionó el Nan el r^2 se incrementó, pasando de 0,37 a 0,57 para el NO_3 pre-siembra y de 0,56 a 0,73 para el NO_3 al estado V6”

N-amonio acumulado por incubación anaeróbica como método de diagnóstico

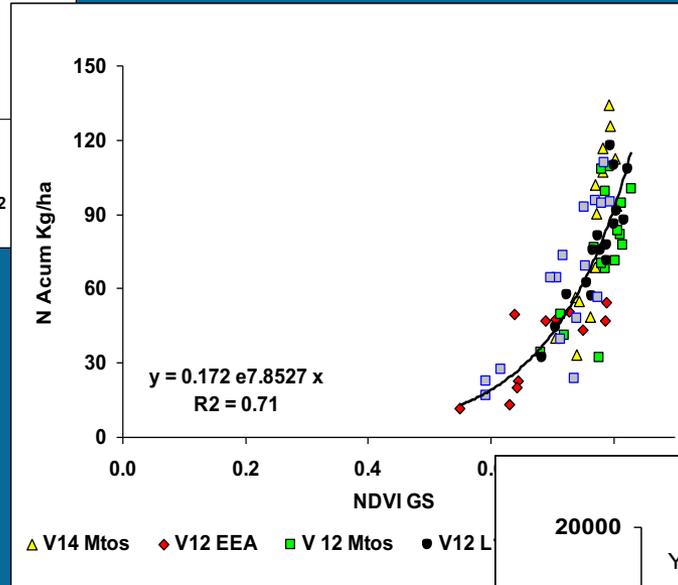
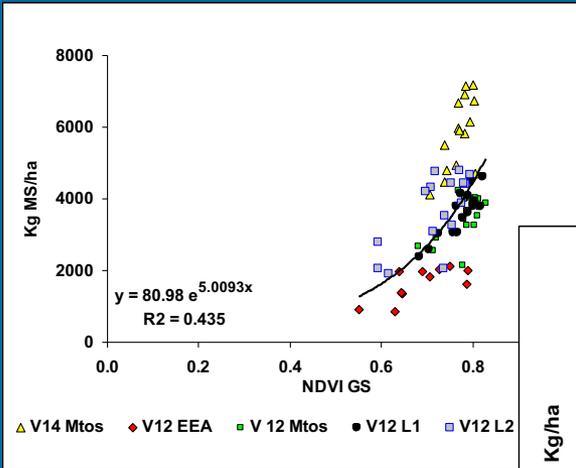


La incorporación del Nan junto a la disponibilidad inicial de N-Nitratos mejora el diagnóstico de las necesidades de N para el cultivo de trigo

El Nan vario entre 45 y 74 mg/ N ha⁻¹

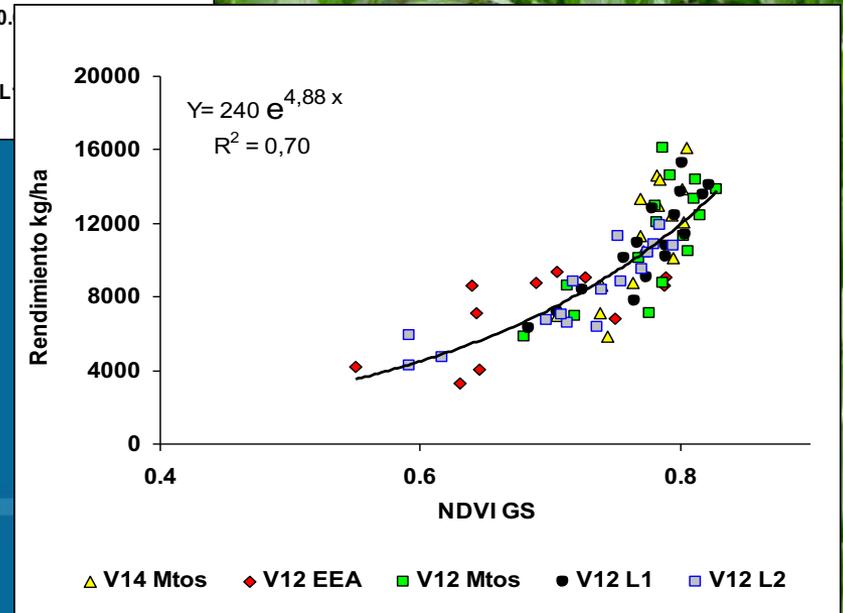
Reussi Calvo et al., 2011

NDVI PREDICE... CRECIMIENTO



ESTADO DE NUTRICION

RENDIMIENTO BASE DE CALCULO DE LA DOSIS DE N

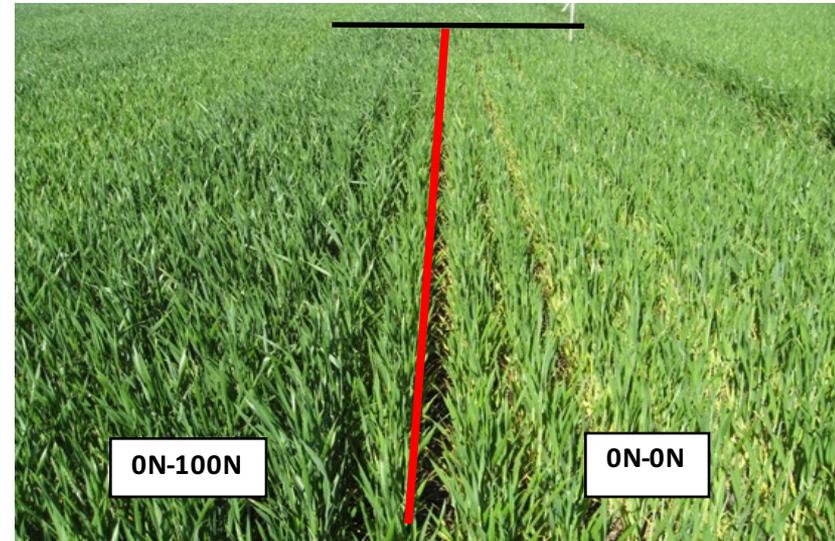
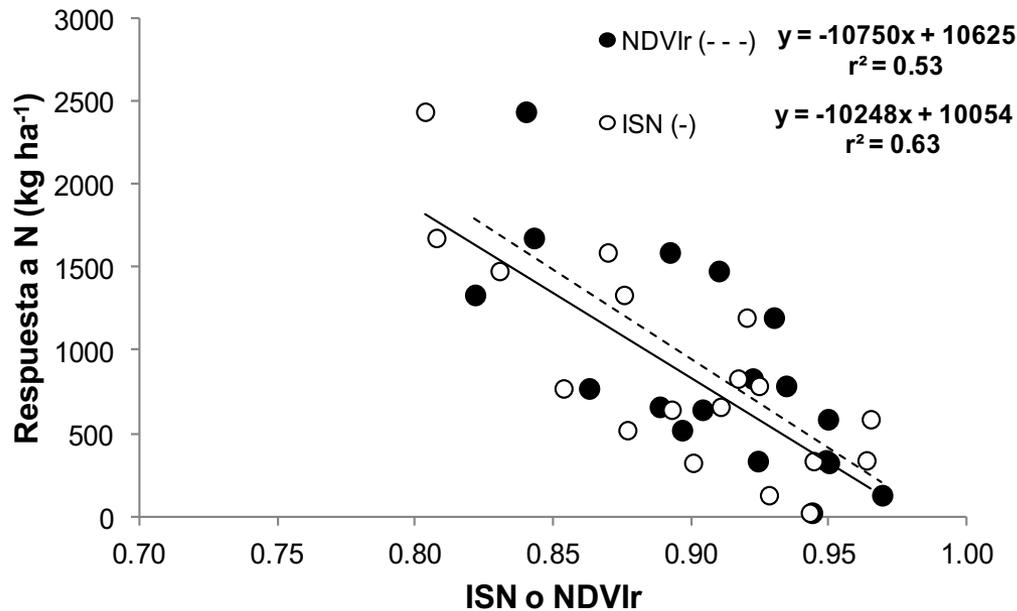


Fuente: Ricardo Melchiori – INTA Paraná

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Relación entre la respuesta en rendimiento a la re-fertilización con N y el ISN o NDVIr determinados en el estadio de un nudo del trigo

Reussi Calvo et al. (2013)



Efecto de la re-fertilización con nitrógeno (N) en un nudo del trigo (Sitio Miramar). El recuadro indica la dosis de N (kg ha⁻¹) en Z12-Z31

Las mediciones relativas de SPAD y Green Seeker pueden ser empleadas para el monitoreo del estatus nitrogenado del trigo desde mediados de macollaje hasta hoja bandera del trigo en ambientes de alta potencialidad de rendimiento y/o con escasa probabilidad de déficit hídrico





UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Triguero zona sur



Escenario 1



Escenario 2



Escenario 3



AYUDA



Calculadora



Notas



Graficar



Créditos



Mapas

Activar **ESCENARIO 1**

Sitio: Balcarce

Unidad de paisaje: M. Del Plata (Tosca 140 cm.)

Cultivar: Baguette 10

Agua a la siembra: Capac. de campo

Activar **ESCENARIO 2**

Sitio: Balcarce

Unidad de paisaje: M. Del Plata (Tosca 140 cm.)

Cultivar: Guapo

Agua a la siembra: Capac. de campo



Mapas

B: Balcarce

A: Tandil

B: Balcarce

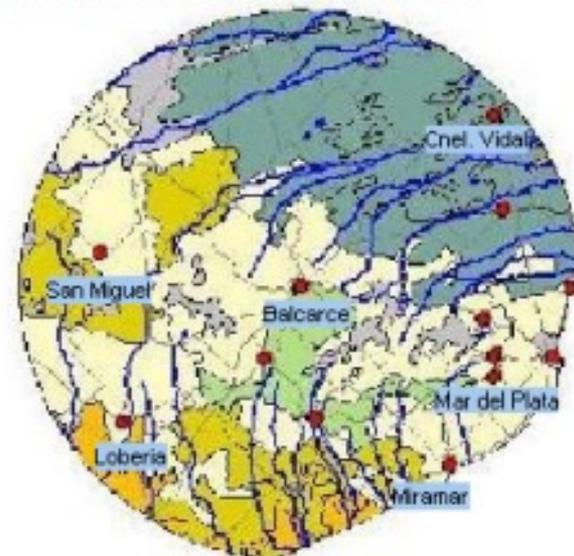
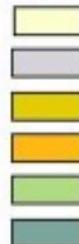
C: Tres Arroyos

D: Cnel. Suarez

E: Bordabevé

Mapa de Balcarce

Coloque el mouse sobre el color de la izquierda para información



Lomas y pendientes con suelos típicos (no más de 140 cms. de profundidad)
Suelos de la unidad: Serie Mar del Plata 60 cms. en pendientes y zonas planas (argiudol típico somero inclinado). Serie Mar del Plata 140 cms. en zonas concavas (argiudol típico) y Serie Mar del Plata 30 cms. en crestas (argiudol petrocalcico)

Elección de escenario

ESCENARIO 2

SITIO

- Tandil
- Balcarce
- Tres Arroyos
- Cnel. Suarez
- Bordabevé

Unidad de paisaje

- Aldecoa
- M. Del Plata (Tosca 140 cm.)
- M. Del Plata (Tosca 60 cm.)
- M. Del Plata (Tosca 30 cm.)
- Miranda
- Ochando
- Tandil

CULTIVAR

- Escorpión
- Guapo
- Baguette 10
- Don Enrique

AGUA A LA SIEMBRA:

- Capac. de campo
- Mod. húmedo
- Seco

OK

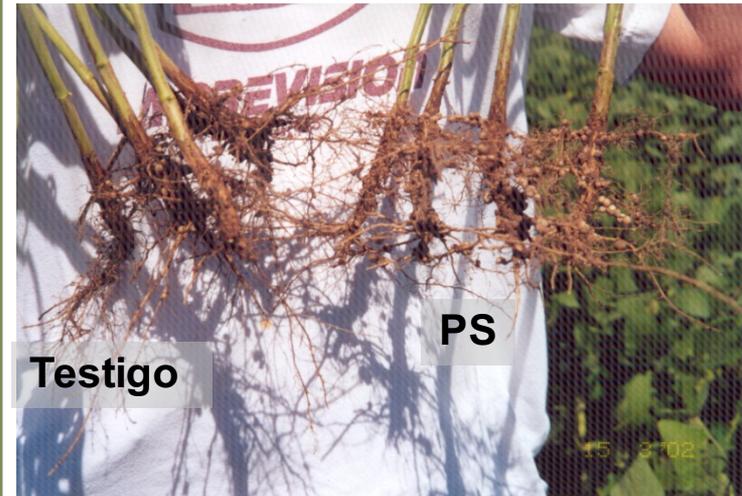
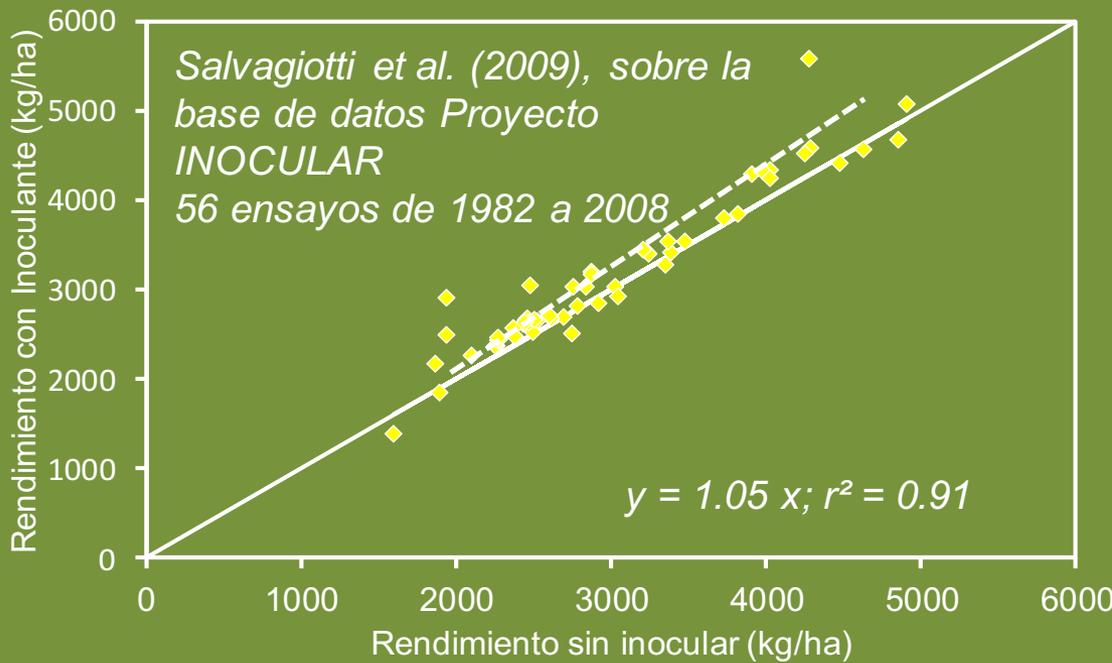


Foto: A. Peticari (INTA)

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**



FBN y Fertilización nitrogenada en soja

Salvagiotti et al, 2008



Fertilizando con N, hay menos aporte de la FBN !!!!!

- ✓ **¿La Fijación Biológica de N puede satisfacer necesidades de cultivos de +6000 kg/ha?**
- ✓ **Sin respuesta consistente a la fertilización nitrogenada: Baja frecuencia y alta variabilidad de respuesta**

P en Soja



P 0

P 30

Testigo

Fertilizado con P



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Distribución de la concentración de fósforo extractable en suelos de aptitud agrícola de la región pampeana y extrapampeana Argentina

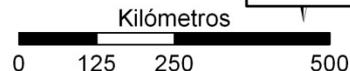
*Muestras 0-20 cm, 2005 y 2006
(n=34447)*

P Bray



*Aproximadamente 15
millones de ha debajo de 15
ppm P Bray*

Fuente: Sainz Rozas et al. (2011)

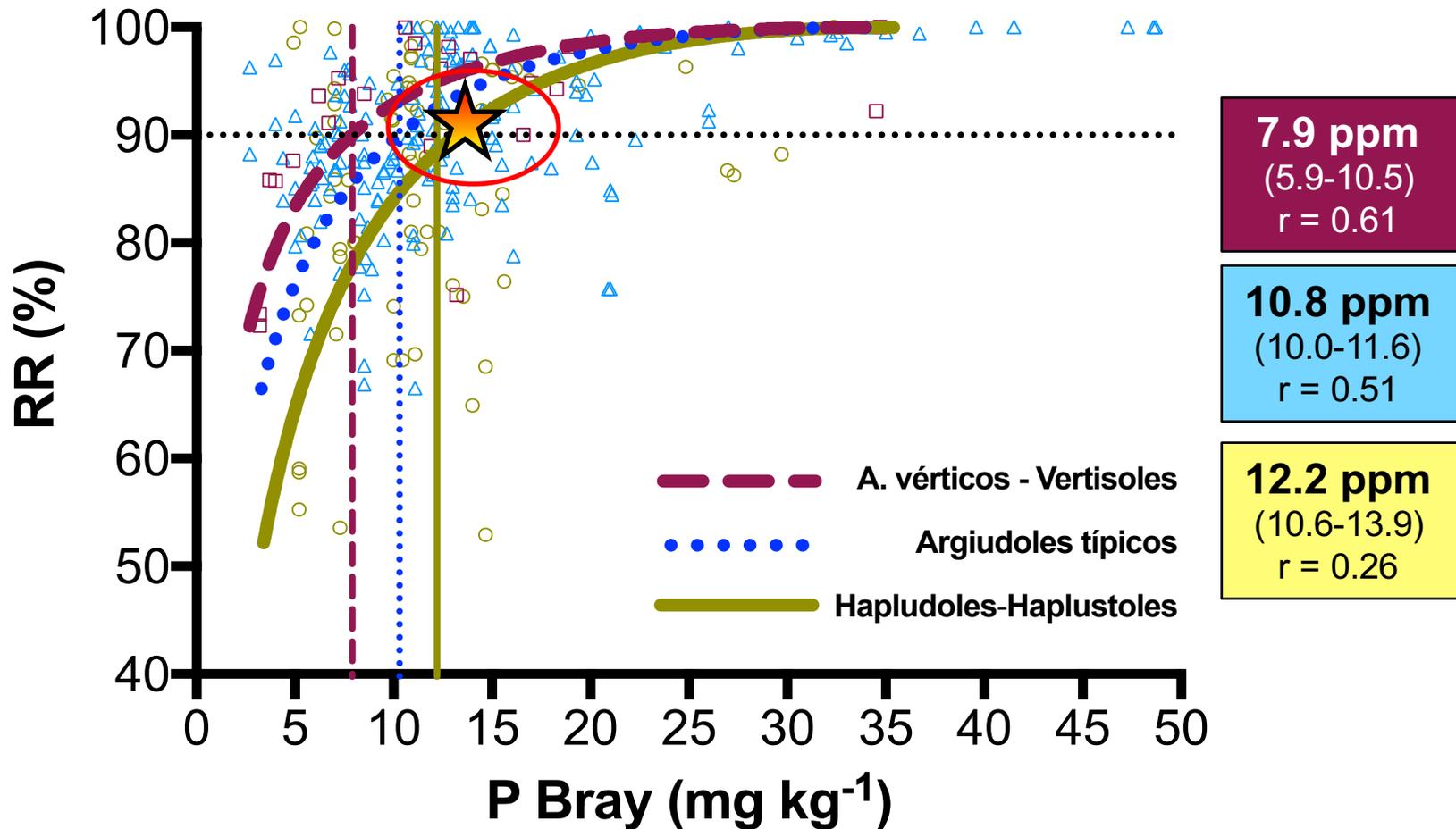


¿Cómo deberíamos manejar fósforo?

- Conocer el nivel de P Bray según análisis de suelo

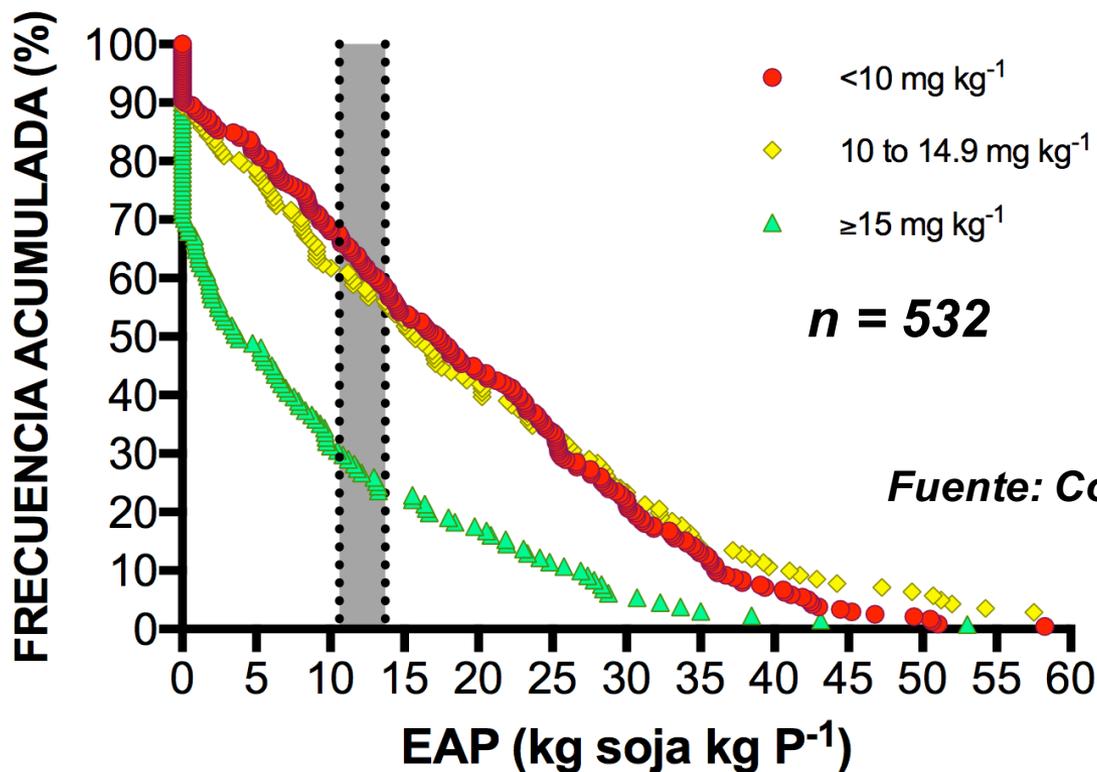
Respuesta a P en maíz en Argentina

Datos de 265 experimentos (1995-2014)



Nivel crítico de Hernández et al. (2004)

Respuesta a la fertilización fosfatada en soja



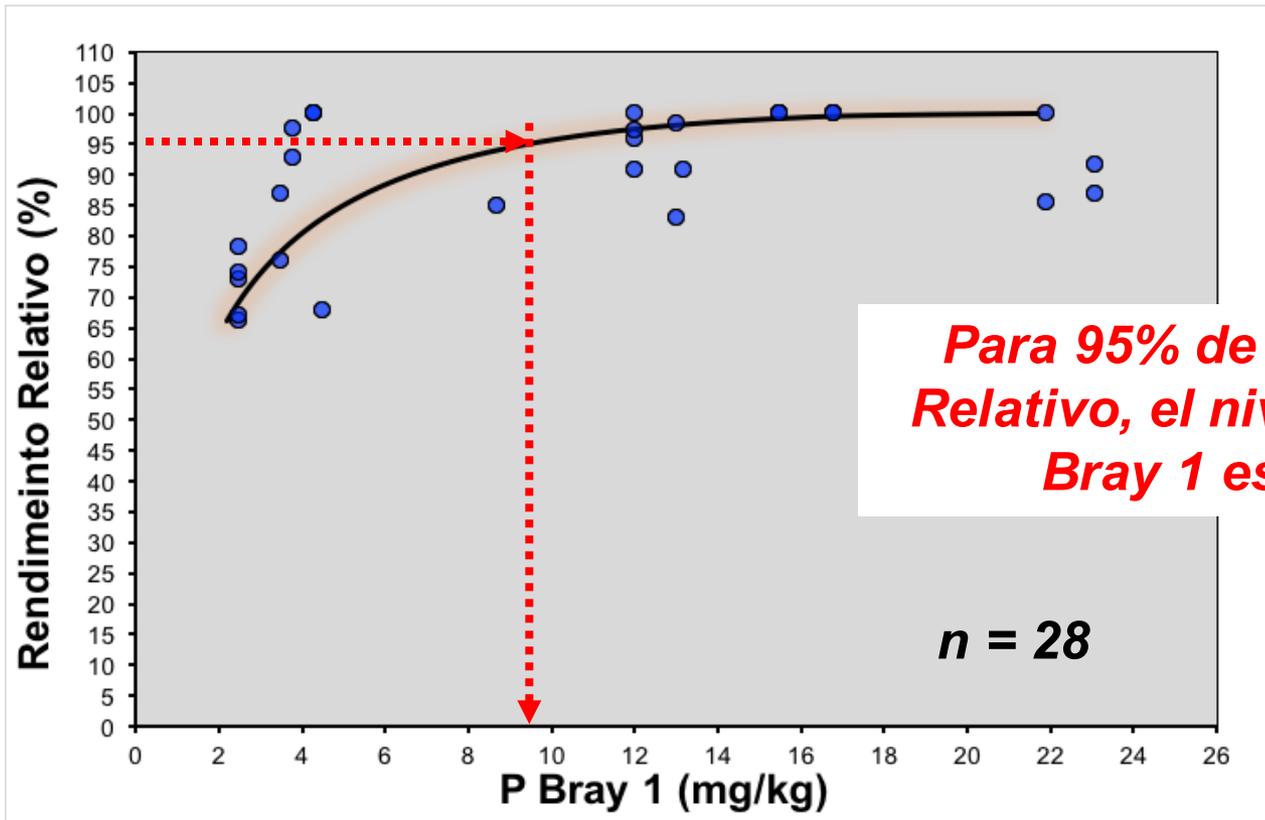
**Probabilidad de EAP mayor a
11-13 kg de soja por kg P**

- **62-70% en suelos menores de 10 ppm**
- **55-62% en suelos de 10 - 15 ppm**
- **22-30% en suelos mayores de 15 ppm**

**11-13 kg de soja por kg P
equivalen a 2.5- 3 kg de soja
pr kg FMA**

Rendimiento de soja y P Bray 1 del suelo

28 ensayos de Tucumán y Salta, Varios autores - 1991 a 2006



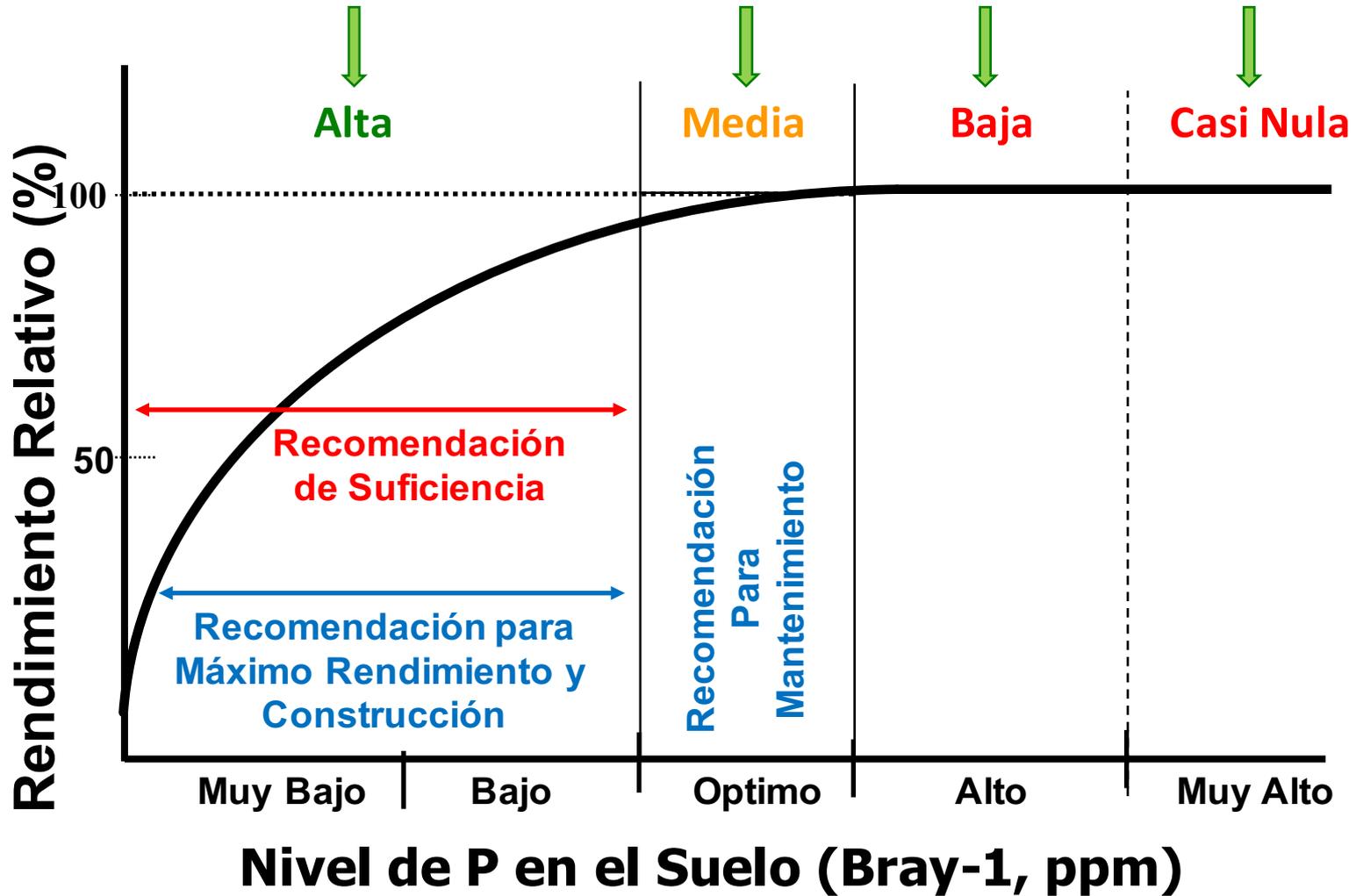
Eficiencias de uso de P

- **Menos de 10 ppm** 19.4 kg soja/kg P (13)
- **10 a 15 ppm** 4.4 kg soja/kg P (7)
- **Mas de 15 ppm** 1.9 kg soja/kg P (8)

¿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)

Probabilidad de Respuesta y Beneficio Económico



Adaptado de Mallarino, 2007

Criterio de Reposición o Reposición y Mantenimiento



Ej. Maíz de 10000 kg/ha - Suelo no fijador de P

- Nivel de P Bray en rango óptimo (cerca de 15 ppm):
 - Aplicar lo exportado en grano: 27 kg/ha de P (equivalentes a 130 kg/ha de FDA)
- Nivel de P Bray en rango deficiente (Ej. 9 ppm):
 - Aplicar lo exportado en grano: 27 kg/ha de P (equivalentes a 130 kg/ha de FDA) para reponer
 - Aplicar 15 kg P/ha (equivalentes a 75 kg/ha de FDA) para subir de 9 a 15 ppm
 - Aplicación total de 42 kg de P (equivalentes a 210 kg/ha de FDA)
- Nivel de P Bray en rango alto o muy alto (> 20-25 ppm):
 - No aplicar P

¿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

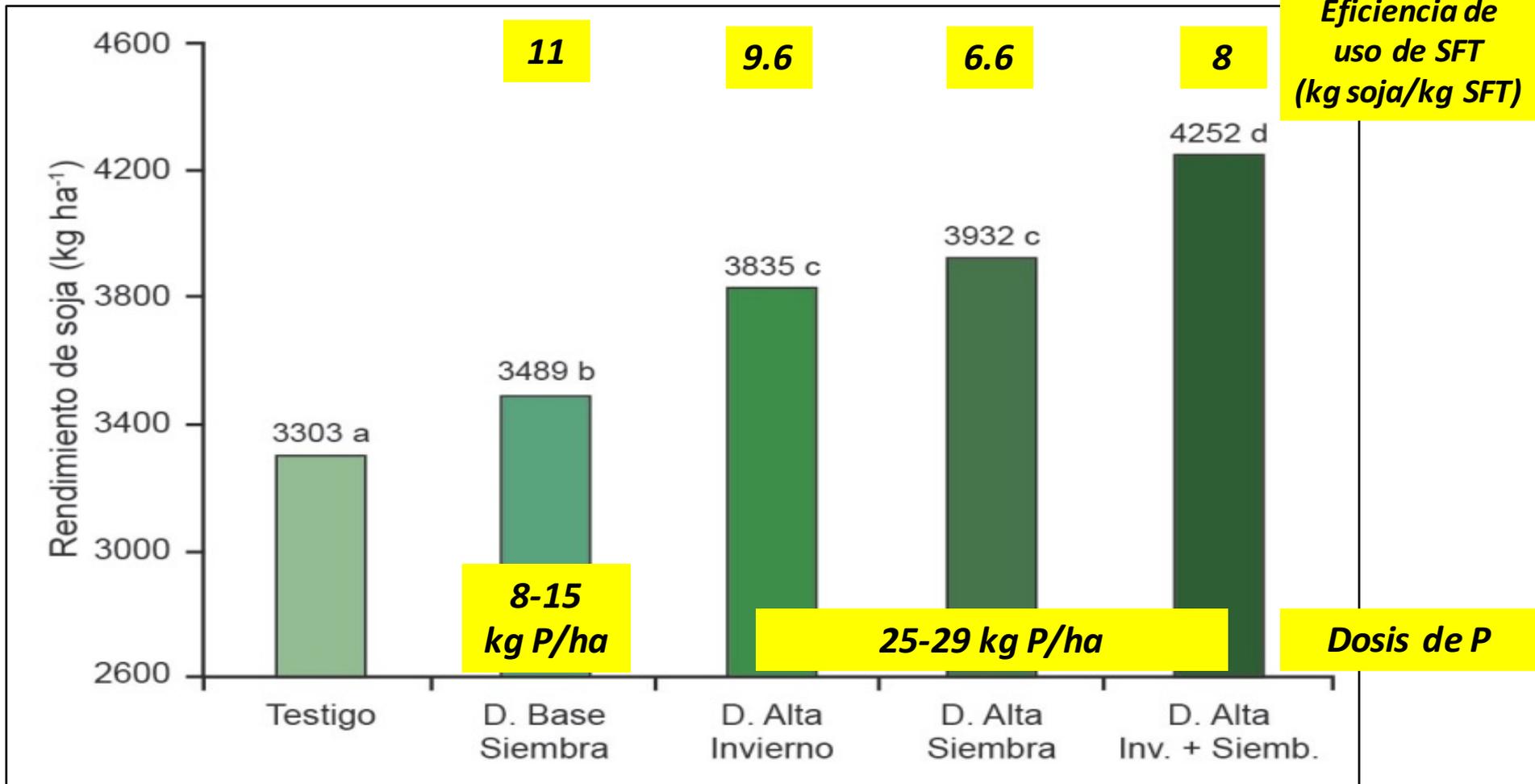
No hay una solución única para todos los productores, lotes o ambientes

Localización, momento y dosis de fósforo en soja

Promedios de doce sitios en tres años: Carcaraña, Ferre, 9 de Julio, Aldao, y Rio Cuarto

Red INTA - Fertilizar AC - Bunge

Fuente: M. Bermúdez, M. Díaz-Zorita, G. Espósito, G. Ferraris, G. Gerster, M. Saks, F. Salvagiotti, y L. Ventimiglia (ex-aequo) (2014)



- **P Bray inicial de 10 a 15 ppm**
- **Costo de 2.4 kg soja por kg SFT**



¿Cuándo el P al voleo puede funcionar como el bandeado?

1. *Suelos no fijadores de P*
2. *Nivel de P del suelo mayor a 8-10 ppm*
3. *Dosis mayor de 20-25 kg P/ha (100-125 kg/ha de FDA o SFT)*
4. *Tiempo biológico (temperatura y humedad)*
5. *Lluvias post-aplicación > 50 mm*
6. *Nivel de cobertura no excesivo (efecto pantalla)*

Precaución en aplicaciones en zonas de pendiente en épocas de lluvias intensas!!!!!!!!!!



Deficiencia de Azufre en Soja

Don Osvaldo – Camilo Aldao, Córdoba – 2006/07

Situaciones de deficiencia de azufre

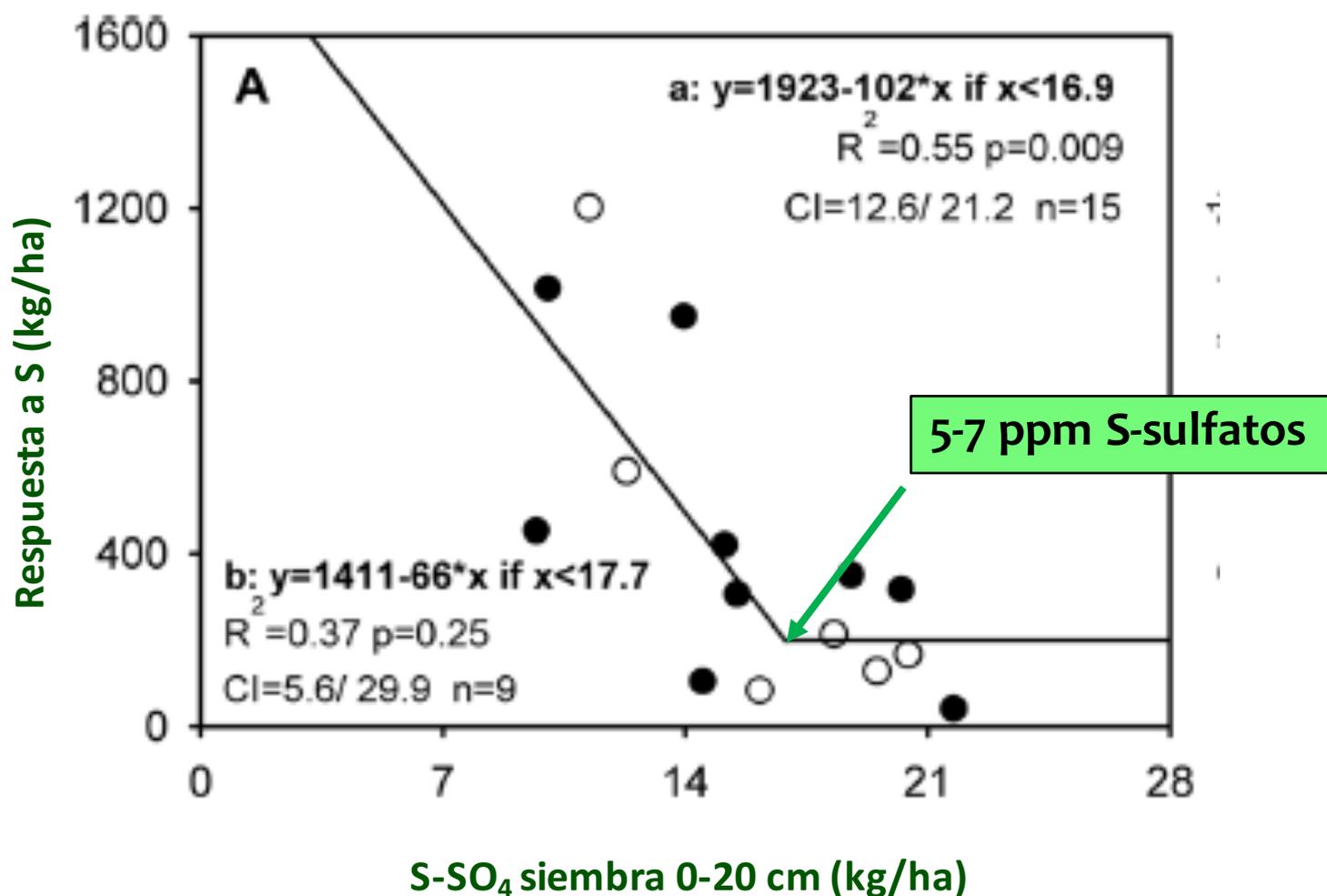
- Suelos con bajo contenido de materia orgánica, suelos arenosos
- Sistemas de cultivo mas intensivos, disminución del contenido de materia orgánica

Diagnóstico de deficiencia de azufre

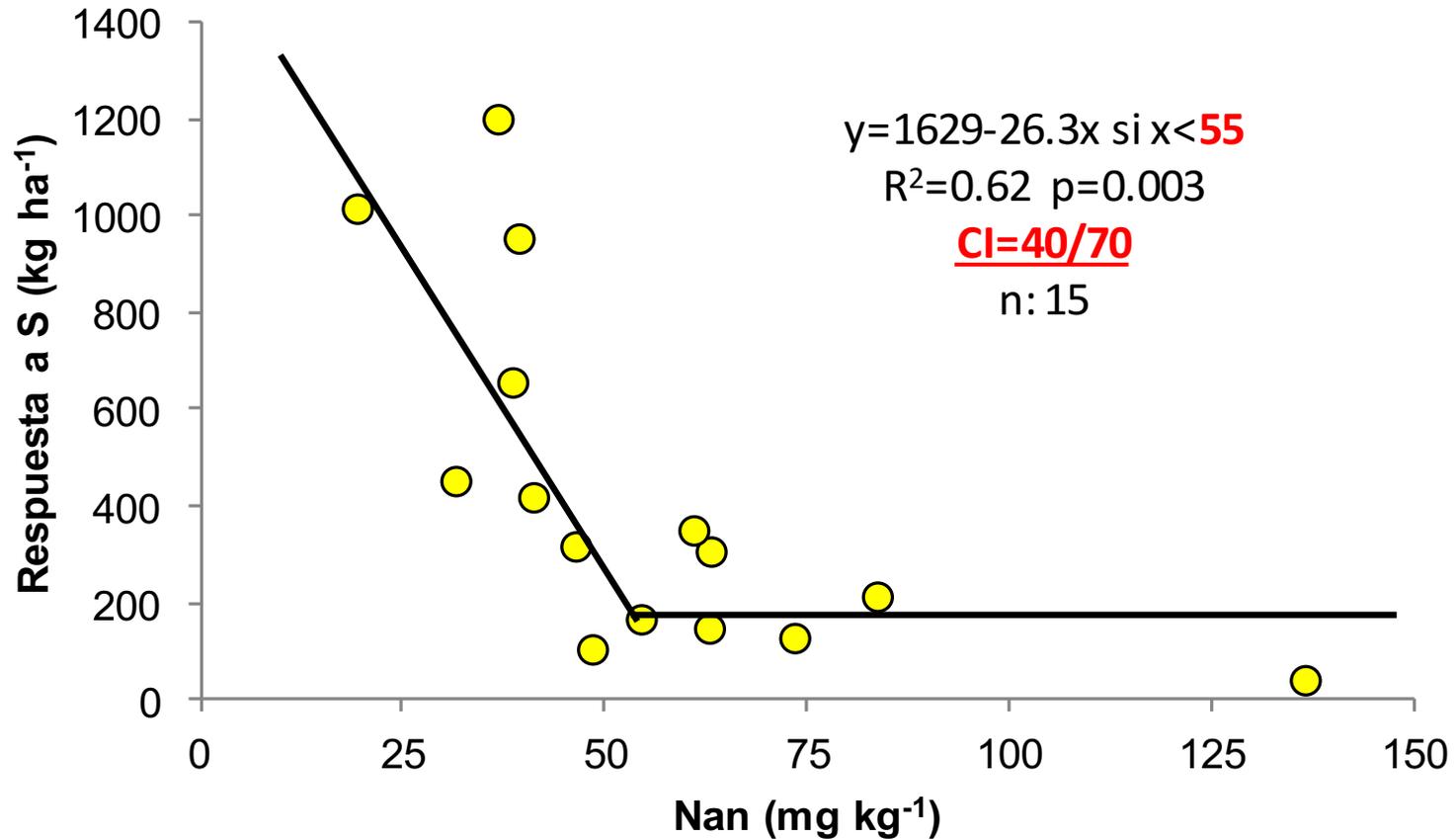
- Caracterización del ambiente
- Nivel crítico de 5-10 ppm de S-sulfatos (en algunas situaciones)
- Presencia de napas con sulfatos
- Balances de S en el sistema

Maíz: Respuesta a S y S-sulfato en suelo

Carciochi et al. (2016)



Relación entre la respuesta en rendimiento al agregado de S en maíz y el Nan (N anaerobico)

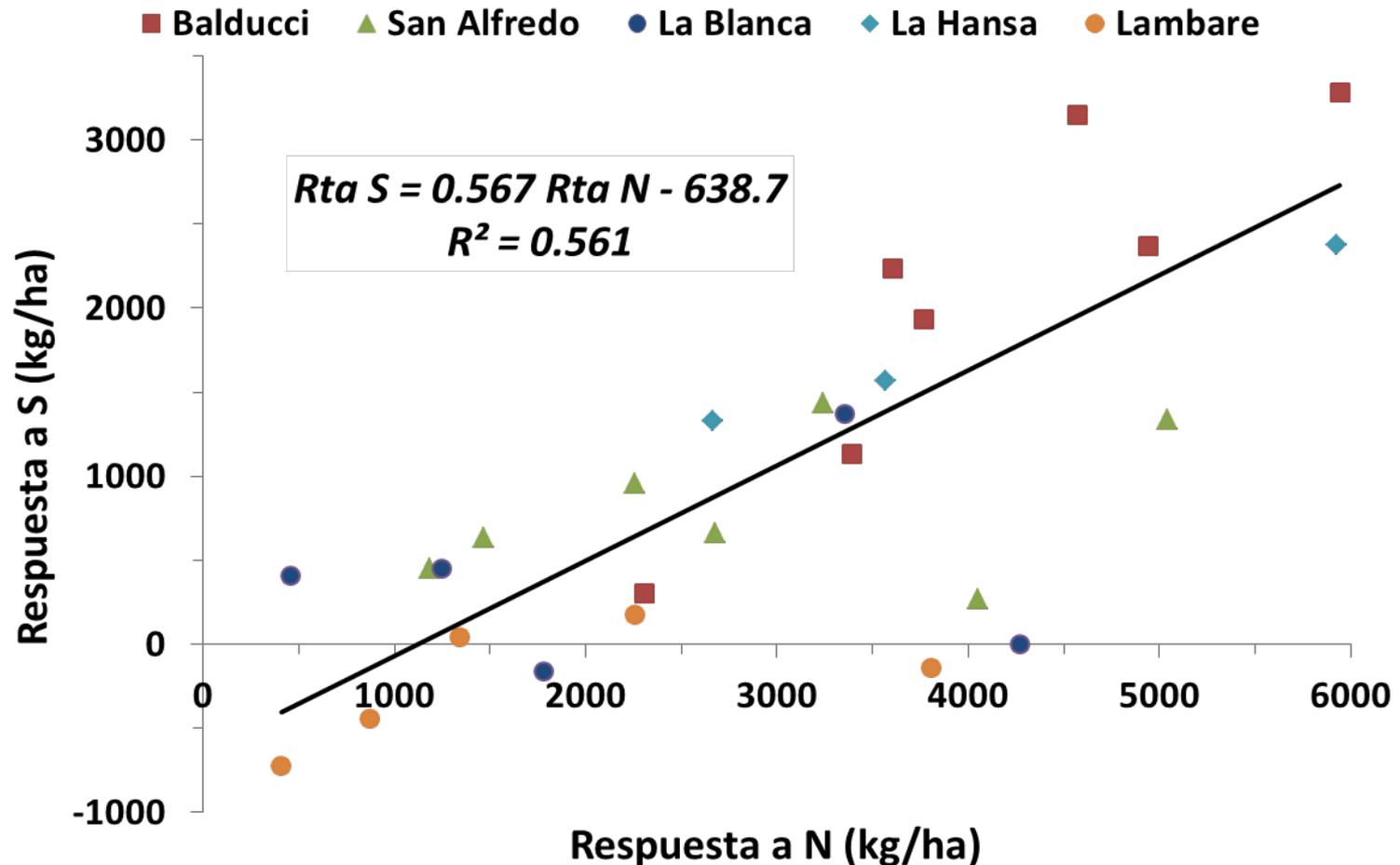


Fuente: Carciochi (2016, en revisión)

Nan como estimador de la capacidad de mineralización

Maíz Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe

Relación entre respuestas a N y S



- *Respuesta a S de 500 kg/ha con respuesta a N de 2010 kg/ha*
- *Respuesta a S inversamente relacionada con rendimientos de Testigo*

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***

La fertilización azufrada mejora la eficiencia de uso de N en trigo

Variable	Unidades	N100	N100 +S20
Eficiencia Agronómica	kg grano / kg N aplicado	8.4	10.7
Eficiencia de Recuperación	kg N absorbido / kg N aplicado	0.35	0.47
Eficiencia Fisiológica	kg grano / kg N absorbido	22.7	22.5

Fuente: Salvagiotti et al. (2009)



Ensayo INTA Cañada de Gómez - G. Gerster y col. - 2001/02

Residualidad en Soja II



Testigo 2331 kg/ha



N en Trigo 2482 kg/ha



NP en Trigo 2544 kg/ha



NPS en Trigo 3098 kg/ha

¿Por qué son importantes los micronutrientes?

- En muchos sistemas de producción, los micronutrientes limitan el crecimiento y este problema no es detectado
- Los micronutrientes pueden jugar un rol importante en la resistencia a estrés de tipo biótico o abiótico como enfermedades, sequias o calor.
- También juegan un rol importante en el crecimiento reproductivo (por ej., B en floración)
- Los micronutrientes son de gran importancia para la salud de las plantas, los humanos y los animales.

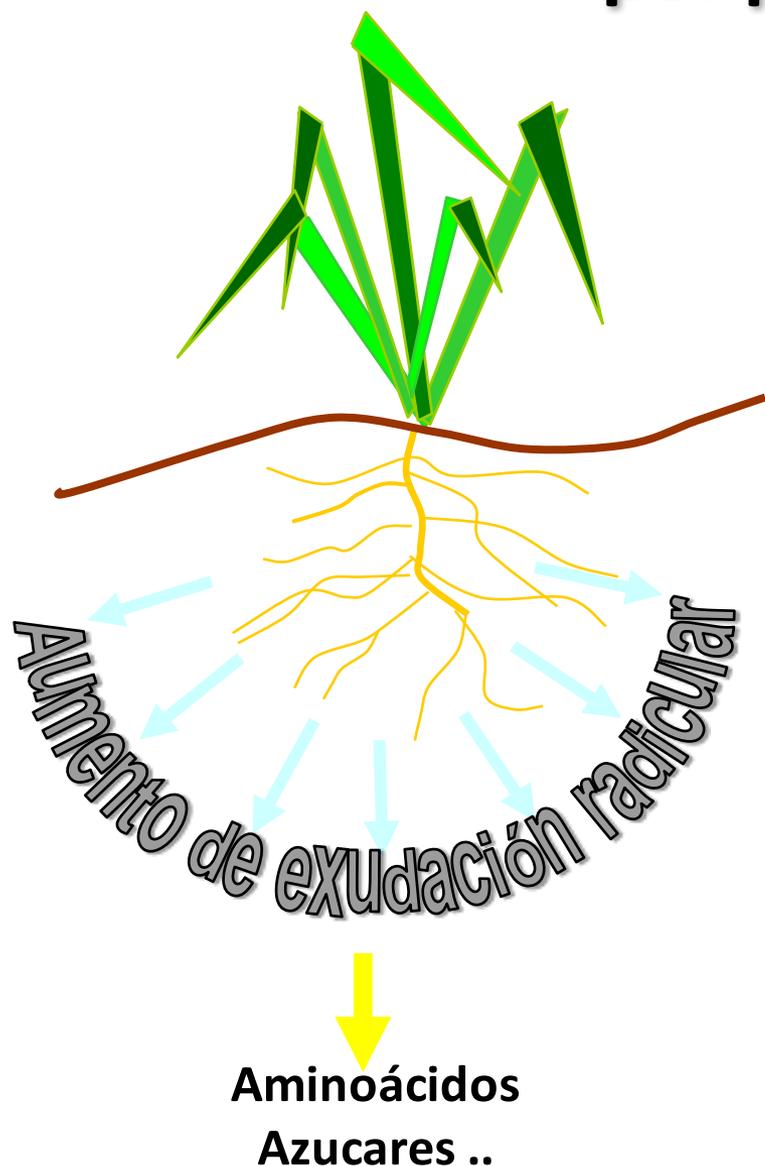
Fuente: I. Cakmak (2011)

Principales funciones de los micronutrientes

- Constituyentes de paredes y membranas celulares: B, Zn
- Constituyentes de enzimas: Fe, Mn, Cu, Ni
- Activación de enzimas: Zn
- Rol en transporte de electrones en fotosistemas: Fe, Cu, Mn, (Cl)
- Rol en tolerancia al estrés: Mn, Zn, Mo...
- Rol en crecimiento reproductivo (inducción floral, polinización, cuajado de frutos): Cu, Mn, Zn, B
- Nutrición humana: Zn, Fe, Se, I

Fuente: I. Cakmak (2011)

Zinc y Boro proveen resistencia contra infecciones por patógenos



Zinc y B son necesarios para la integridad funcional y estructural de las membranas celulares

Cualquier daño a la integridad estructural celulares resulta en permeabilidad de membranas y liberación de exudados

Exudados radiculares: Substrato alimenticio de patógenos

Fuente: I. Cakmak (2011)

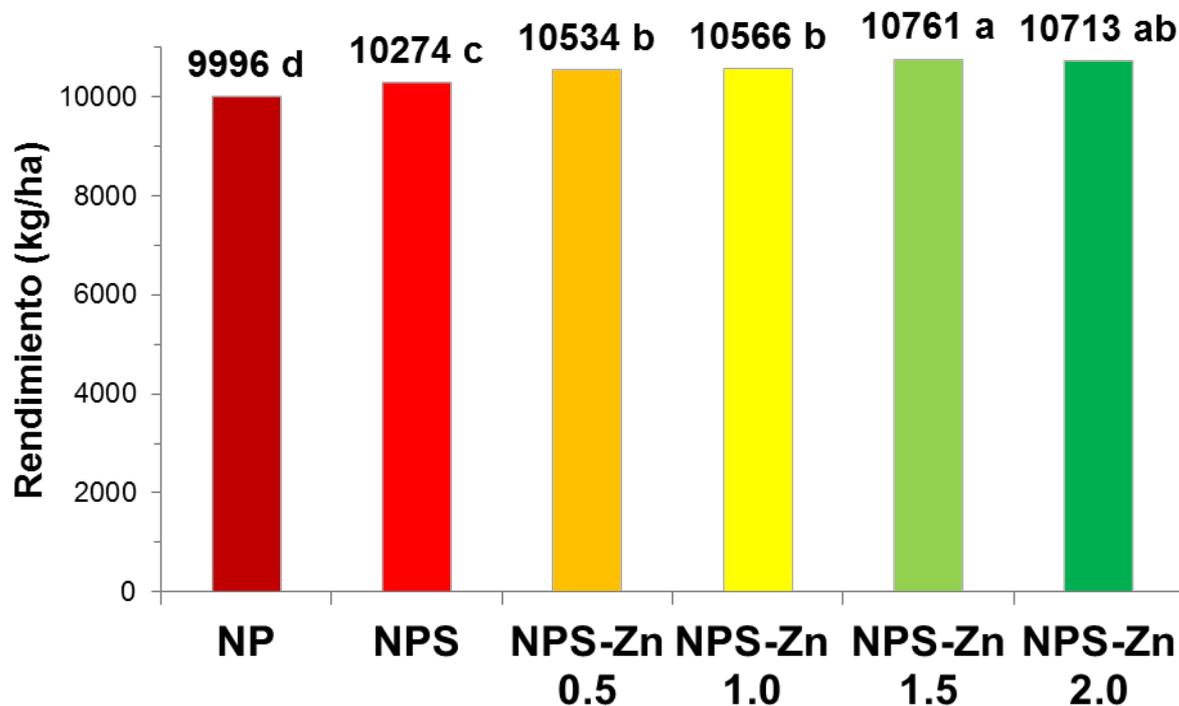
Deficiencia de boro en soja



*Fotos: Nicolás Capelle
Este de La Pampa – Enero 2012*

Zinc en Maíz

Promedios de dieciocho ensayos en Córdoba, Buenos Aires y Santa Fe
Campaña 2009/10, 2010/11 y 2011/12



Fotos: Matías Ruffo (Mosaic)
Alejo Ledesma (Córdoba)

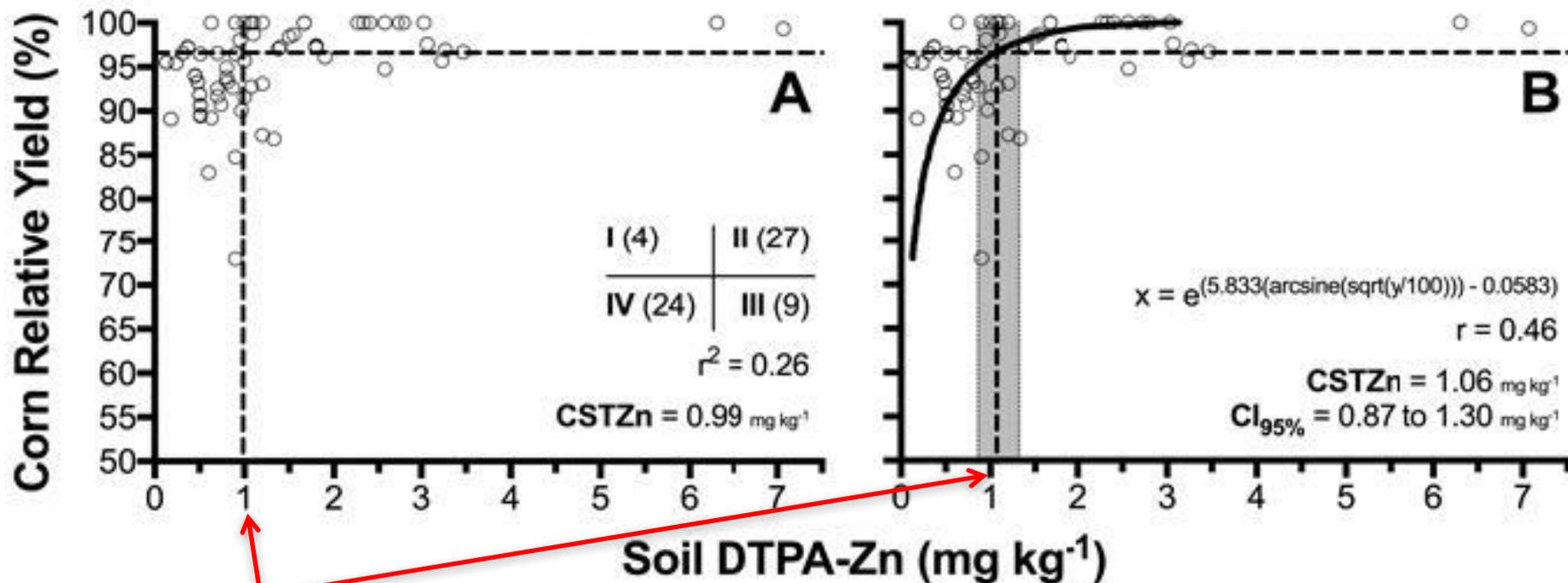
Sitios en Buenos Aires (9 de Julio, Balcarce, Lincoln, Gral. Villegas, Pergamino),
Córdoba (Alejo Ledesma, Chaján, Adelia María, Guatimozín y Río Cuarto) y
Santa Fe (San Justo, María Teresa, Rafaela, Wheelwright y Oliveros)

Respuesta significativa en 12 de los 18 sitios evaluados

Fuente: Mosaic-IPNI



Maíz: Relación entre Respuesta y Zn en suelo



El umbral para el logro del 97% de RR es de 1 mg kg⁻¹

- 64 ensayos de fertilización en región pampeana y extra-pampeana
- Se determinó respuesta significativa a la fertilización con Zn en 21 sitios, el 33% del total de casos
- La respuesta promedio en los sitios con respuesta fue de 978 kg ha⁻¹ esto representa un incremento del 14%

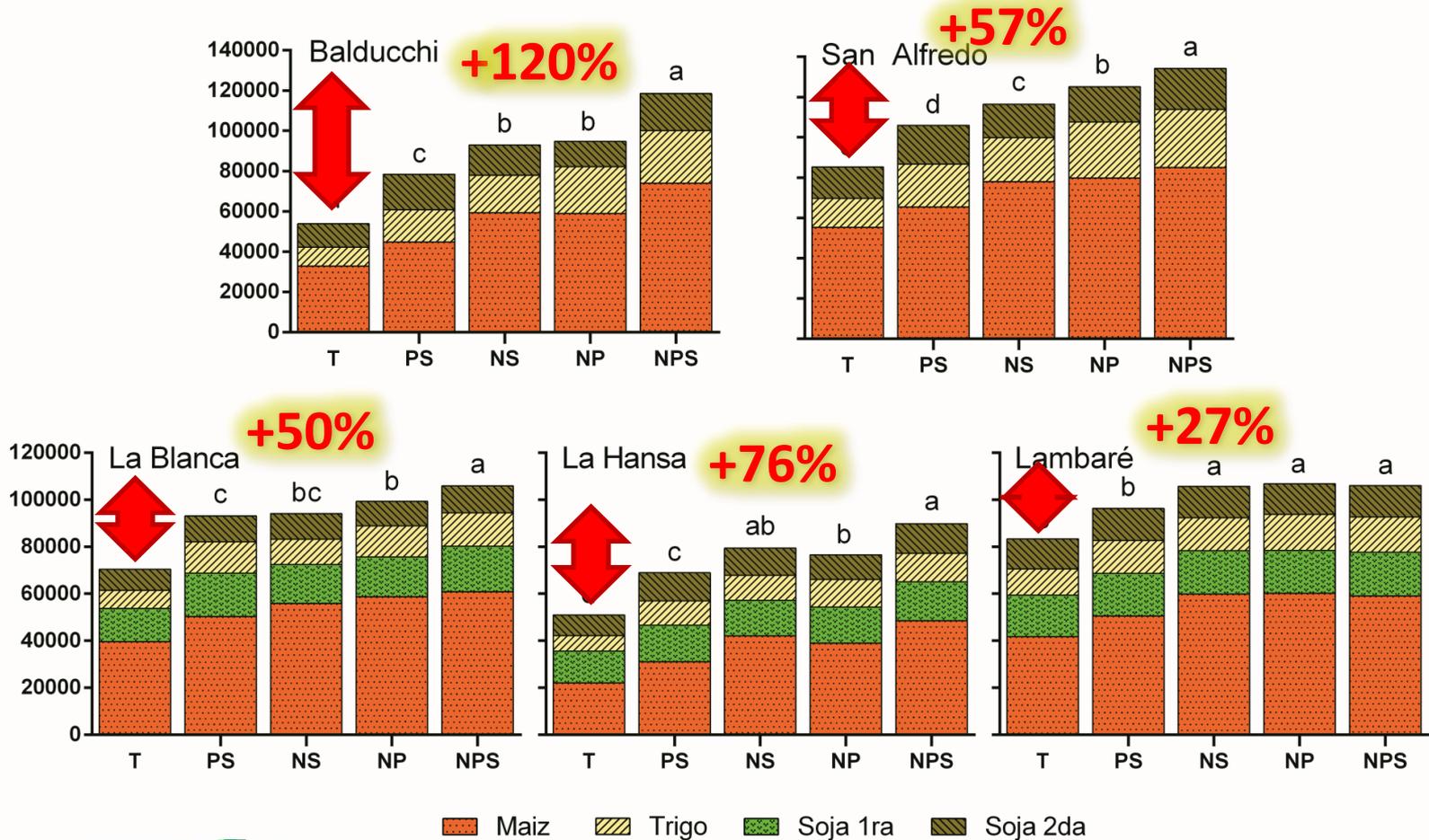
Fuente: Barbieri et al. (2016)

Fertilización balanceada en el mediano plazo

Un ejemplo: Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe

Producción de granos - Acumulado 2000/01 a 2012/13

Producción de granos (kg ha⁻¹)



Margen Neto de la Fertilización NPS

Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe

Promedio 2000/01 a 2012/13

Rotación	Sitio	Margen U\$/ha
Maíz-Trigo/Soja	Balducchi	370
	San Alfredo	210
Maíz-Soja-Trigo/Soja	La Hansa	180
	La Blanca	160
	Lambaré	80



Disminución de la fertilidad inicial



Correndo et al., 2015

Fertilización balanceada en el mediano plazo

Un ejemplo: Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe

Indicadores de salud
del suelo luego de 12
años (2000-2012)

Indicador	Testigo	NPS	Diferencia
C orgánico (Mg/ha)*	32.5	34.3	+ 7%
pH*	6.1	5.6	- 8%
Bases intercambiables (cmol/kg)*	12.2	11.4	- 7%
Actividad microbiana (mg glomalina/g suelo)	1.38	1.70	+ 23%
Densidad aparente (g/cm ³)*	1.33	1.29	- 3%

*(0-15 cm)

Ferreras et al., 2012; Grumberg et al., 2012

¿Puedo utilizar información de RP en el NOA?

- Si y no
- Si
 - Niveles críticos de P Bray probablemente en el mismo rango
 - Respuesta a la inoculación
- No
 - Umbrales de N-nitrato (0-60 cm) para maíz
 - Respuestas a S y a micronutrientes
- Si y no son respuestas tentativas, siempre es mejor validar/verificar y confirmar localmente
- Los principios son universales pero la condición ambiental varia la intensidad de los procesos entre regiones, entre lotes y entre ambientes dentro de un lote



¡¡Muchas gracias!!

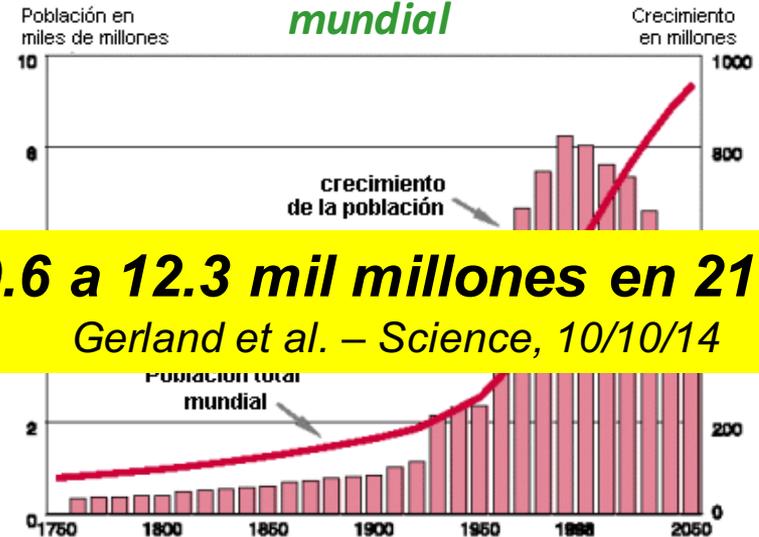


www.lacs.ipni.net
fgarcia@ipni.net

Demandas, desafíos y oportunidades para la agricultura

- Demandas crecientes de alimentos, biomateriales, fibras y biocombustibles
- Los desafíos para la agricultura
 - Desarrollo humano y económico
 - Seguridad alimentaria
 - Seguridad energética
 - Uso de tierras
 - Efectos sobre el ambiente (externalidades)

Evolución de la población mundial



“9.6 a 12.3 mil millones en 2100”

Gerland et al. – Science, 10/10/14

Fuente: <http://www.eumed.net/>



Beijing, China (Sep 2005)



New Delhi, India (Dic 2010)



Seguridad alimentaria

El permanente “blanqueo” de este mapa, nuestro mayor desafío



Fuente: FAO Hunger Map 2014, <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/en/>

¿Cuál es el rol de los suelos en la Seguridad Alimentaria Mundial?

¿Cómo vamos a alimentar a 9-12 mil millones de habitantes en 2100?



- Al ritmo de desarrollo actual, necesitaríamos expandir el área bajo cultivo de 71 a 300 millones de ha, solamente para el abastecimiento de alimentos

- Alternativas:

- ✓ *Promover el consumo de vegetales*
- ✓ *Reducir el desperdicio de alimentos*
- ✓ *Mejorar la planificación de uso de las tierras*
- ✓ *Recuperar tierras degradadas*
- ✓ *Aumentar la productividad en tierras bajo cultivo*
- ✓ *Controlar el consumo de biomateriales y biocombustibles*



Fuente: UNEP

Contribución de la nutrición/fertilización al rendimiento de los cultivos

- A escala global, al menos 30% a 50% del rendimiento de los cultivos es atribuible a los nutrientes provistos por los fertilizantes (Stewart et al, 2005).
- En Argentina, para los primeros 12 años de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, el aporte de la fertilización NPS ha sido del 27% al 120% de los rendimientos.
- En los ensayos de Don Osvaldo (Camilo Aldao) y Los Chañaritos (Corral de Bustos), los aportes de la fertilización NPS al rendimiento han sido del 95% y 63%, respectivamente.

Intensificación productiva sustentable

- *Mayor producción por unidad de recurso y/o insumo involucrado en el espacio y el tiempo (kg/ha/año)*
- *Mejorar eficiencias en términos agronómicos, económicos y ambientales*
- *Involucra sistemas y no solamente cultivos*
- *Involucra paisajes (cuencas) y no solamente lotes o chacras*

- *Rotaciones*
- *Siembra directa*
- *Balance de nutrientes, Nutrición adecuada de cultivos y suelos*
- *Genética*
- *Manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas*
- *Prácticas de manejo como cultivos de cobertura*
- *Otras*

**Siembra
Directa**

Rotaciones

Fertilidad



Residuos: Cobertura, cantidad y calidad



Materia orgánica



Suelo "vivo"



Sustentabilidad

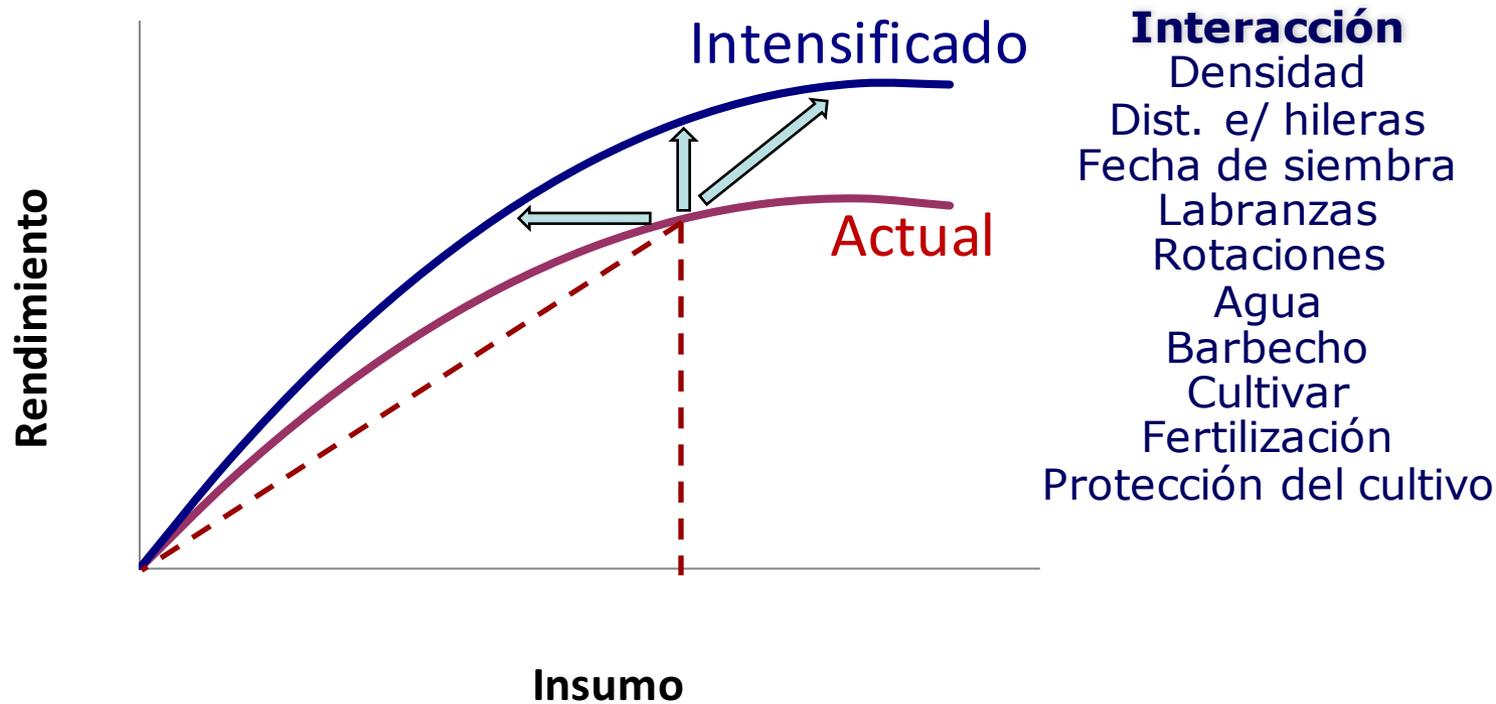


Rotaciones intensivas

- Más cultivos por año que permitan una mayor captura y eficiencia de uso de los recursos (Caviglia y Andrade, 2010)
- La alternancia de cultivos presenta numerosas ventajas productivas, económicas, ambientales y sociales
- Los planes de uso y manejo de suelos permiten disponer de herramientas regulatorias que consideren las rotaciones adecuadas de acuerdo a las características específicas del sitio para abordar aspectos como el control de la erosión u otros (Hill y Clerici, 2011)

14.09.2010

Intensificación de la Producción



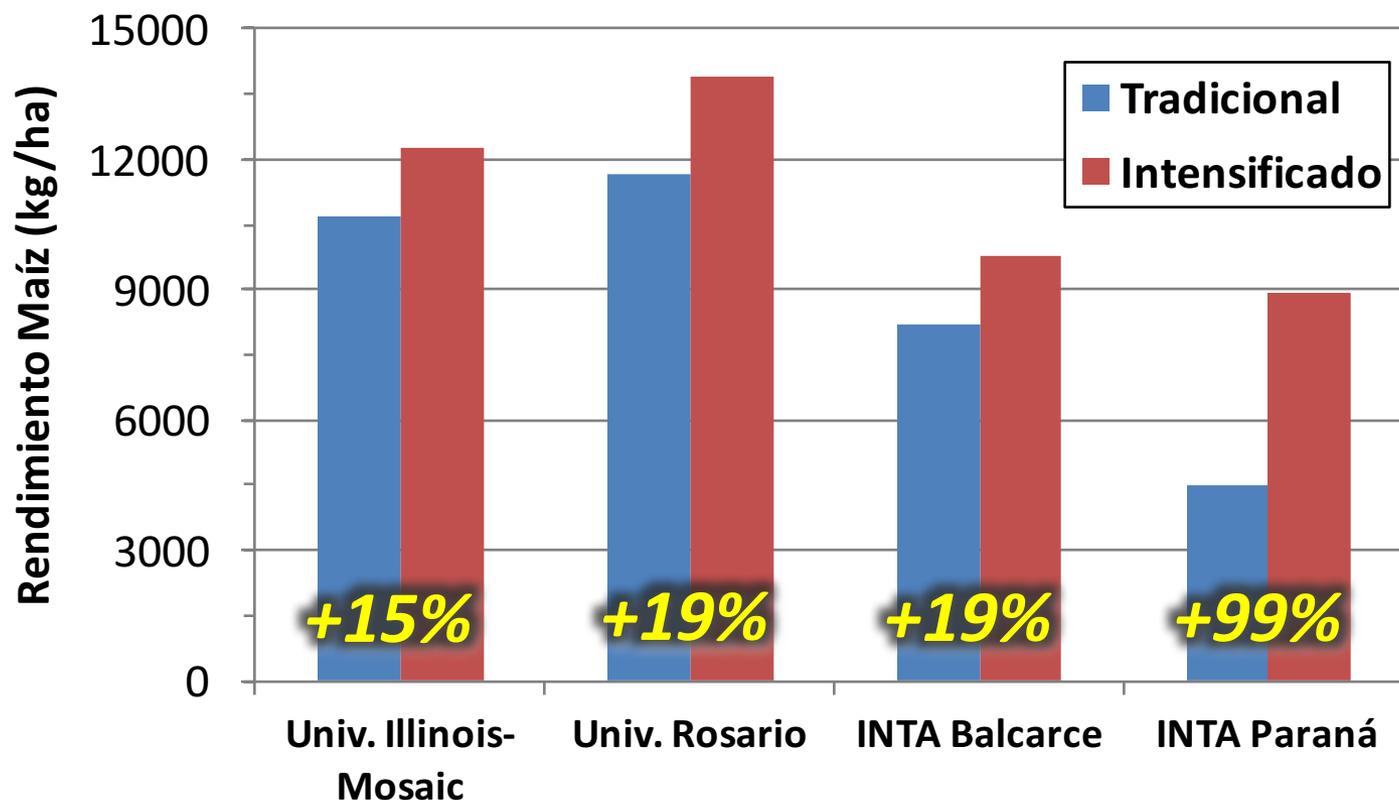
Intensificación basada en
manejo, conocimiento

↑ Productividad
↑ Eficiencia
↓ Impacto Ambiental

**Manejo
Intensificado
Sustentable**

Fuente: Rizzalli y Andrade, 2011

Acortando la brecha de rendimiento con manejo intensificado



- 12 sitios en Illinois, Fuente: Universidad Illinois-Mosaic
- 2 años en Santa Fe, Fuente: FCA-UNR
- 4 años en Balcarce y Paraná, Fuente: INTA-IPNI-Fertilizar