



Maíz 2005
Capacitación Agropecuaria
Córdoba, 1 de Julio de 2005



Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz

Fernando O. García



WWW.INPOFOS.ORG



Testigo
7197 kg/ha

NPS
10720 kg/ha

22 sitios/año Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe

Plan de fertilización

¿Necesito fertilizar?

¿Que nutrientes debo aplicar?

¿Que dosis debo usar?

Diagnóstico

- *Análisis de suelo*
- *Rendimiento esperado (condiciones edáficas y climáticas)*
- *Historia del lote, sistema de manejo de suelo y cultivo*
- *Análisis foliar*

¿Que fertilizante debo utilizar?

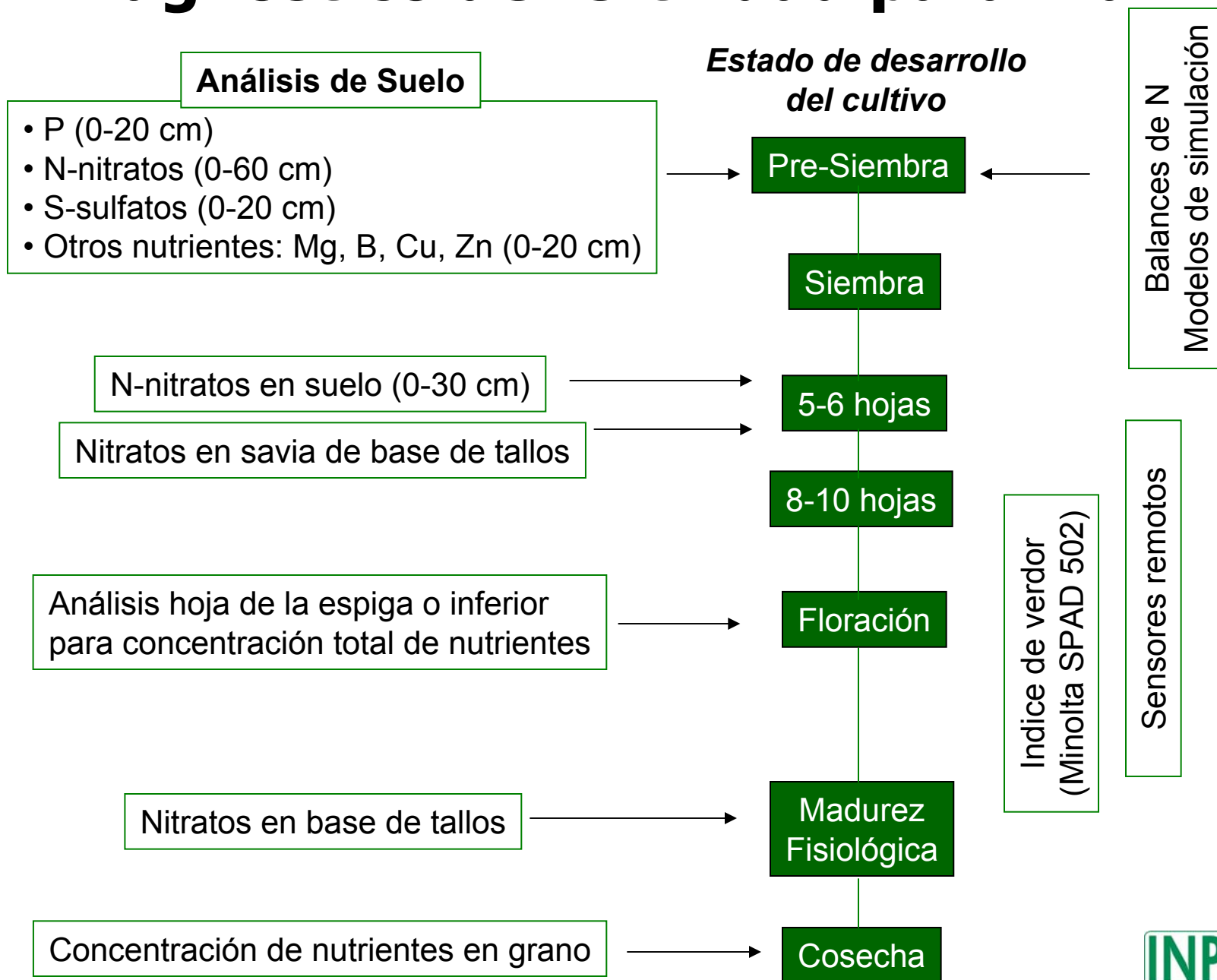
¿Donde tengo que aplicar los fertilizantes?

¿Cuando debo hacer la aplicación?

Manejo de la fertilización

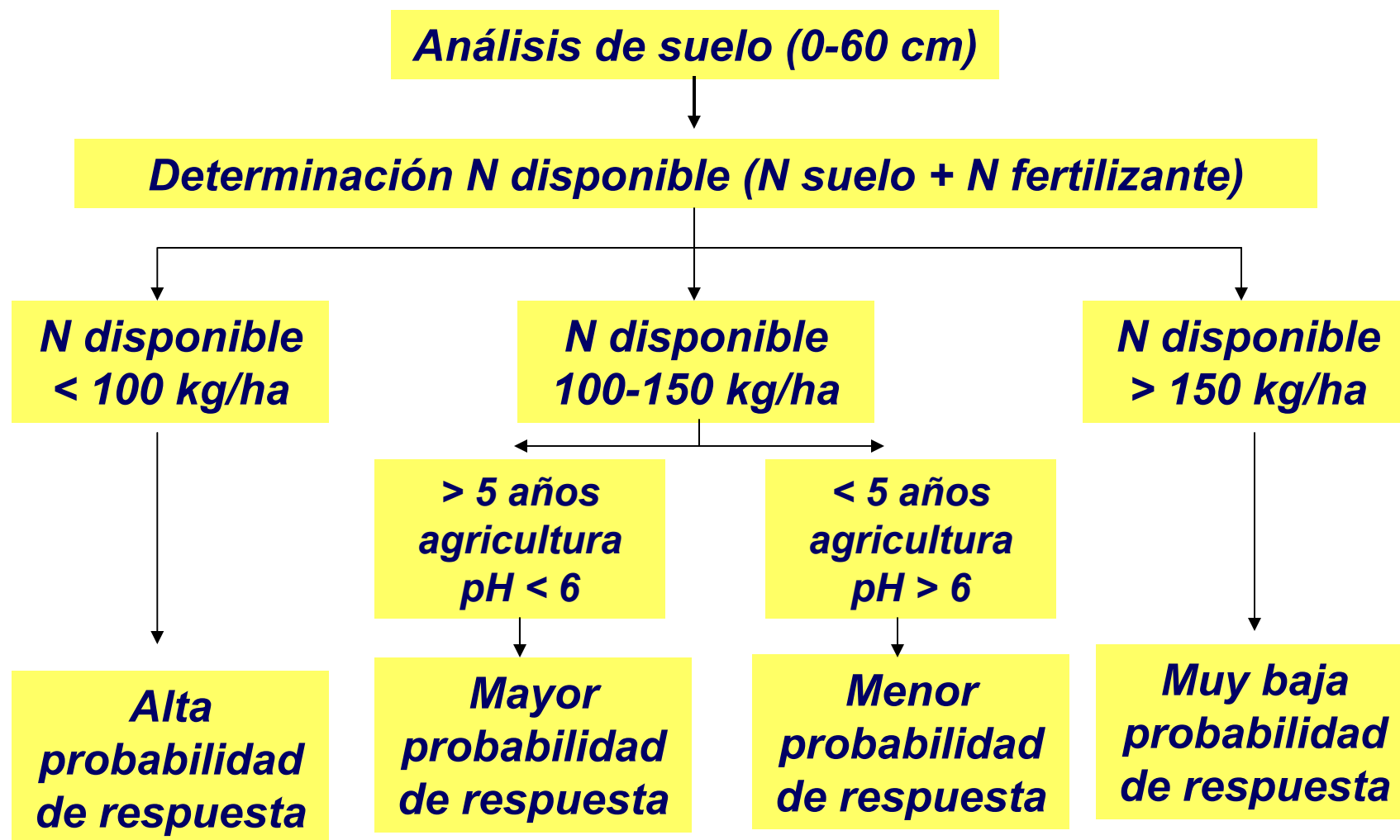
- *Tipo de fertilizante*
- *Forma de aplicación*
- *Momento de aplicación*

Diagnóstico de fertilidad para maíz



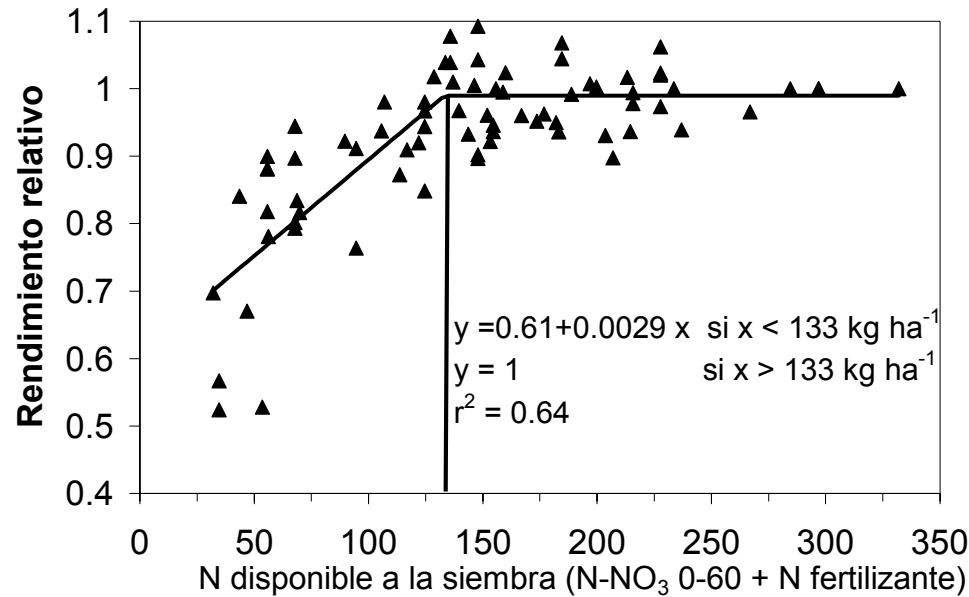
N disponible en pre-siembra

Esquema de decisión de fertilización nitrogenada en maíz Convenio CREA Zona Norte Buenos Aires-FAUBA



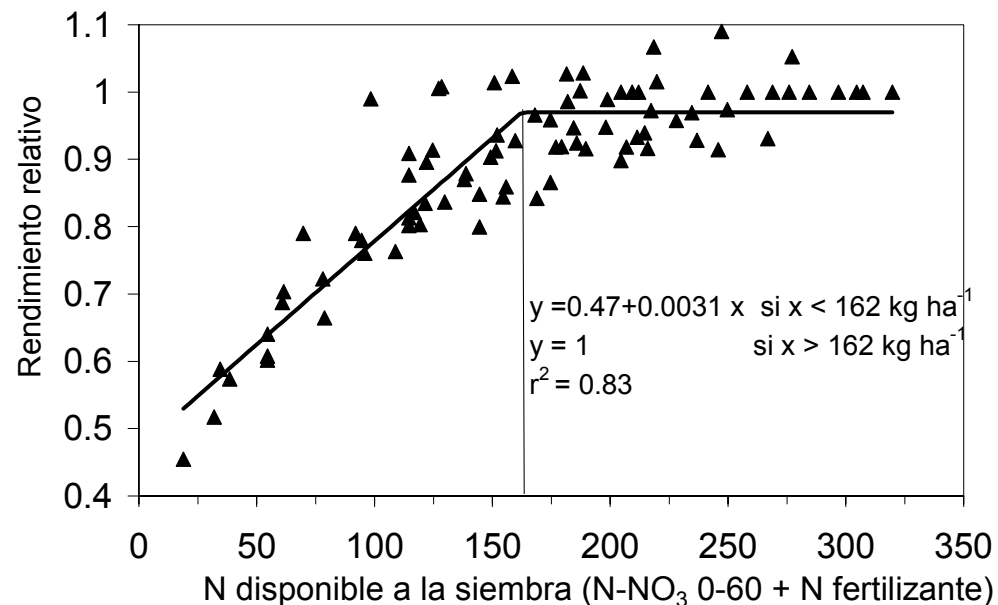
Disponibilidad de N a la siembra y Rendimiento de Maíz

Salvagiotti y col., INTA Oliveros – Sur de Santa Fe 1999–2003



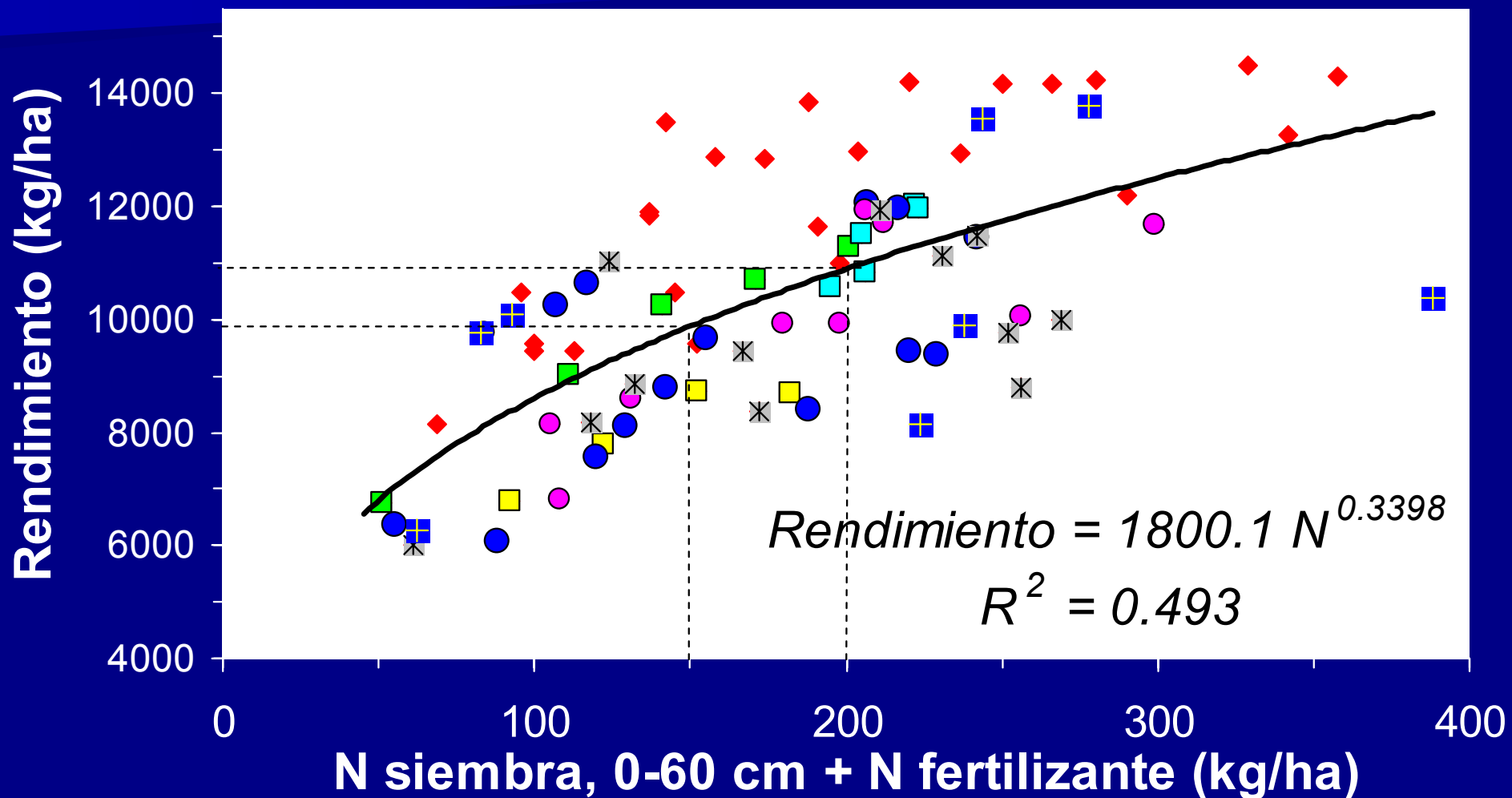
Rendimientos < 9500 kg/ha
Umbral de 133 kg/ha

Rendimientos > 9500 kg/ha
Umbral de 162 kg/ha



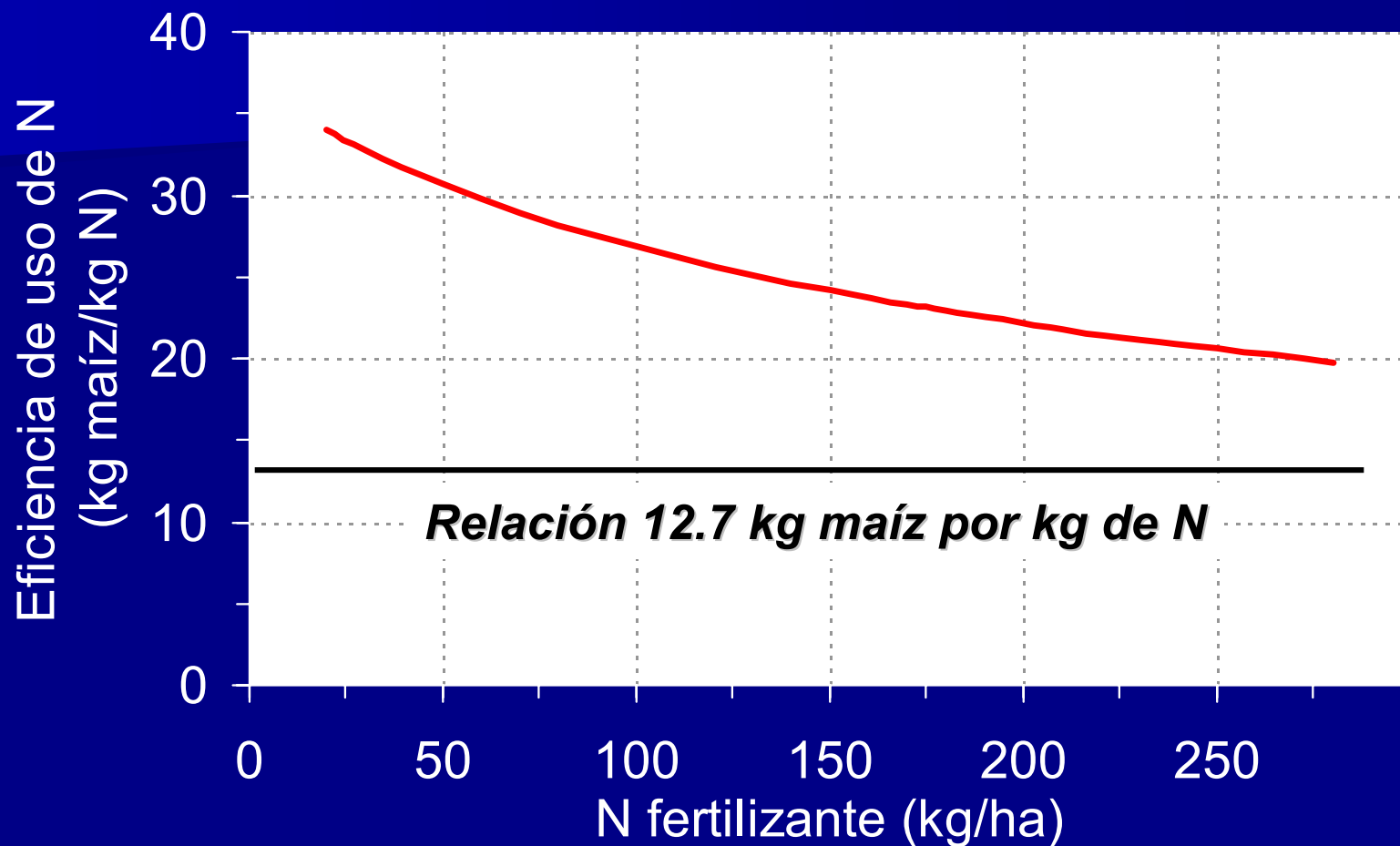
N disponible a la siembra y Rendimiento de Maíz

- ◆ AAPRESID-Profertil 2001
- INTA C. Gomez 2000
- INTA C. Gomez 2001
- AAPRESID-INPOFOS 2000
- CREA 2000
- CREA 2002
- ✕ CREA 2003
- ⊕ CREA 2004



Eficiencia de uso del N según dosis de N aplicada

Suelo con disponibilidad inicial de 70 kg/ka a 0-60 cm



N siembra

120

170

220

270

320

+ N fertilizante

Nota: 12.7 kg maíz por kg N, considerando Urea de 380 U\$/t y maíz a 65 U\$/t

Uso de modelos de simulación para el manejo de la fertilización nitrogenada

E. Satorre y colaboradores - AACREA-Facultad de Agronomía (UBA)

Modelos de Simulación

Entradas

Clima: pp, T°, Rad

Suelo: Perfil,
Agua, nitrógeno

Manejo:
-Siembra
Fecha
Densidad
Diseño
-Fertilización
nitrogenada
-Riego

Genotipo:
Trigo
Escorpión, Guapo y
Baguette 10
Don Enrique



Salidas

Fenología

**Biomasa de
órganos
vegetativos**

**Rendimiento y
sus componentes**

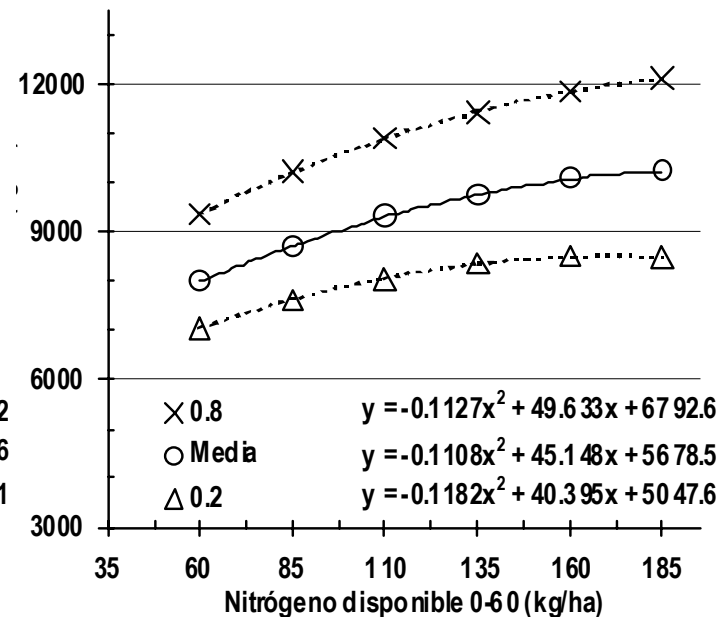
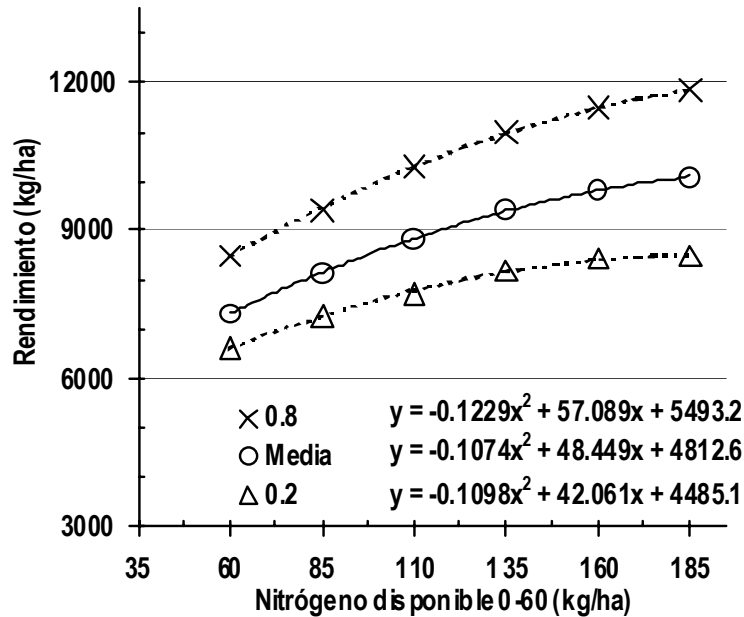
**Consumo de
Agua y
Nitrógeno**

**Agua y nitrógeno
en el suelo**

- *Condición de sitio (Escenario): Suelo, ciclo de cultivo, fecha de siembra, densidad, disponibilidad de agua a la siembra, análisis de suelo*
- *Serie histórica climática (Localidad)*
- *Modelo de simulación agronómica (MSA)*
- *Evaluación de rendimientos, respuestas y riesgo*

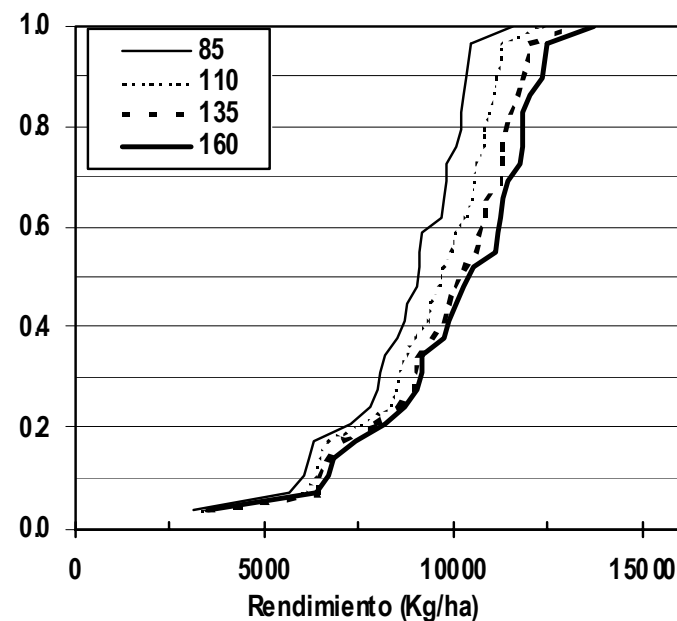
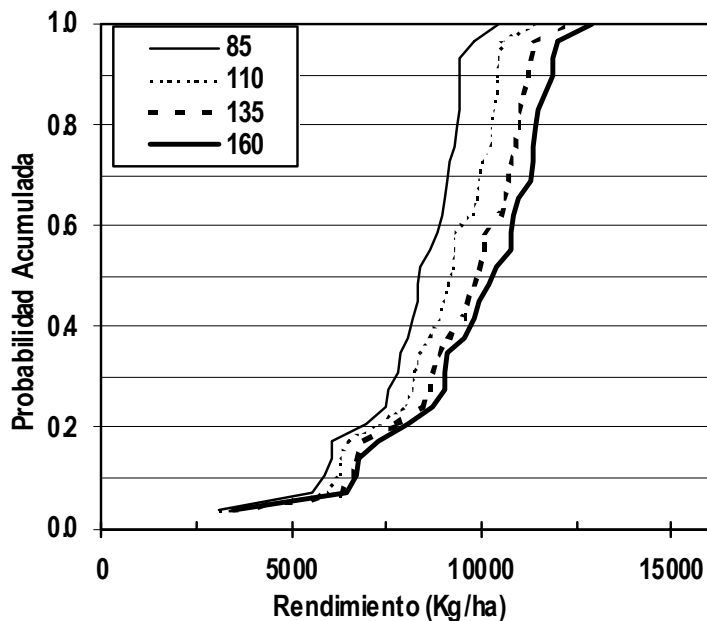
N en maíz: Uso de modelos de simulación

(Satorre y Mercau, 2001)



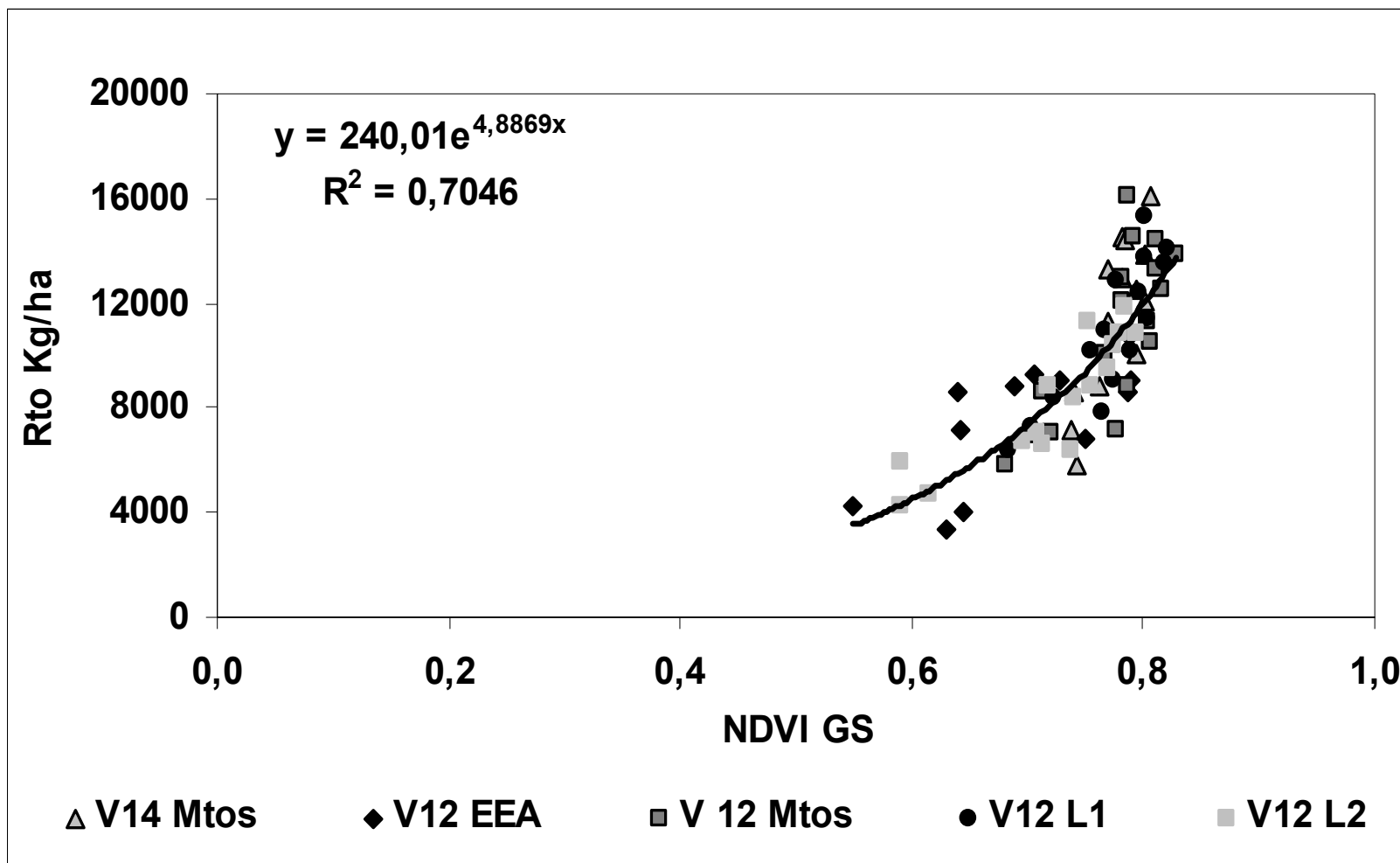
Junín; Serie Santa Isabel; DK 752
MO Baja

MO Alta



Relación entre el NDVI determinado con un sensor GreenSeeker ® en distintos estadios y el rendimiento de maíz

Melchiori y col. (2005) - EEA INTA Paraná



NDVI, Índice normalizado de diferencias de vegetación

Rendimiento de maíz de segunda con fertilización a la siembra, fraccionada con refertilización fija y con refertilización calculada en base al SBNC

Melchiori y col. (2005) - EEA INTA Paraná

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Respuesta (kg/ha)	EUN (kg grano/kg N aplicado)
Testigo	5595	-	-
N 140	8725	2474	18
N 70 + N 70	9219	3623	26
N 70 + SBNC	8660	3064	44

***SBNC, Sensor Based Nitrogen Calculator.
Determinación de NDVI con GreenSeeker ®***

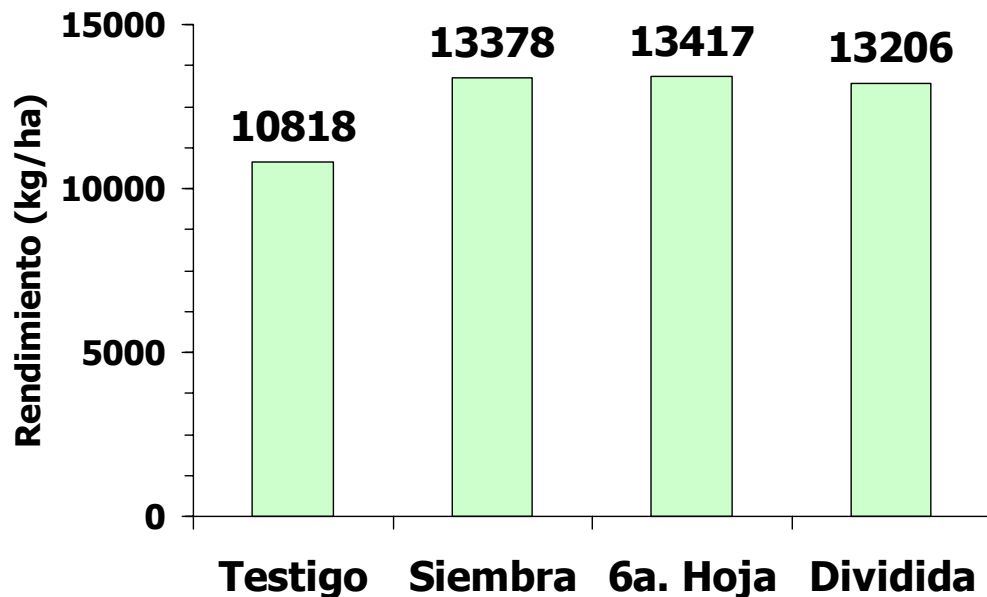
Fertilizantes nitrogenados

Momento, Formas y Fuentes de aplicación

- **Aplicaciones en 5-6 hojas son más eficientes bajo condiciones húmedas entre la siembra y la aplicación**
- **Aplicaciones a la siembra presentan similares eficiencias con bajas precipitaciones entre la siembra y 5-6 hojas**
- **La incorporación es la forma de aplicación más eficiente de cualquier fuente nitrogenada.**
- **Aplicaciones superficiales con temperaturas medias del aire mayores de 15°C durante 3-4 días resultan en pérdidas por volatilización de amoníaco a partir de fertilizantes que contengan urea.**
- **En aplicaciones superficiales de urea sobre un suelo/rastrojo seco, las pérdidas por volatilización son prácticamente nulas.**
- **Las pérdidas por volatilización e inmovilización serán potencialmente mayores a mayor cobertura de residuos.**
- **La aplicación en bandas superficiales concentradas de UAN o urea en superficie reduce el riesgo de volatilización y la inmovilización.**

Manejo de Nitrógeno en Maíz

EEA INTA Marcos Juárez – Gudelj y col. 2003/04



Momento de Aplicación

Siembra 19/11/03

6ª hoja 23/12/03

81 mm en el período

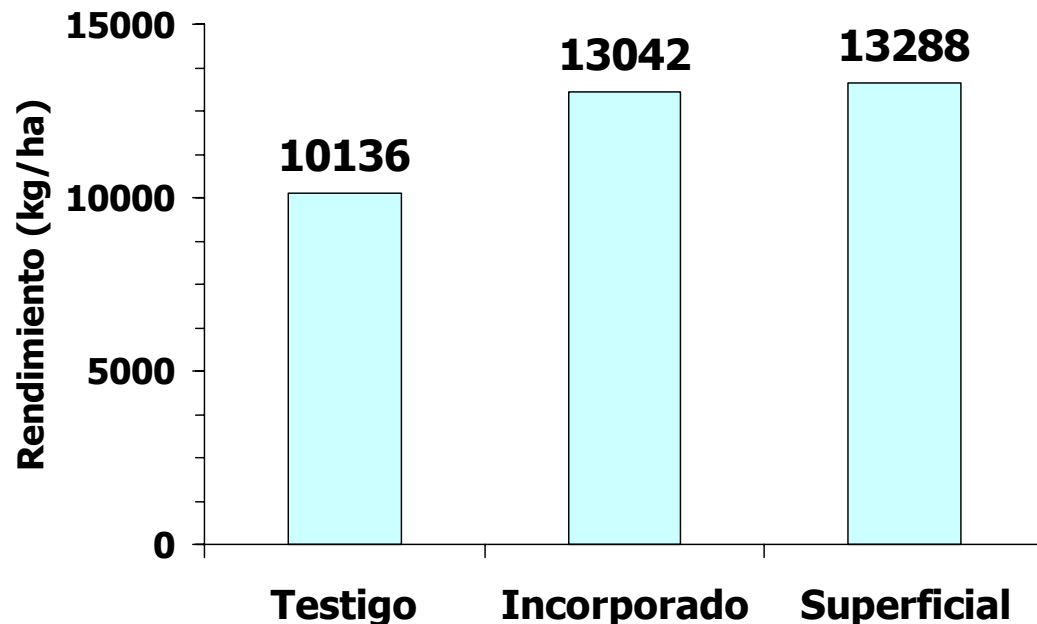
Promedio de dos ensayos

Forma de Aplicación

en 6ª hoja

89 mm al cuarto día desde la aplicación

Promedio de cuatro ensayos

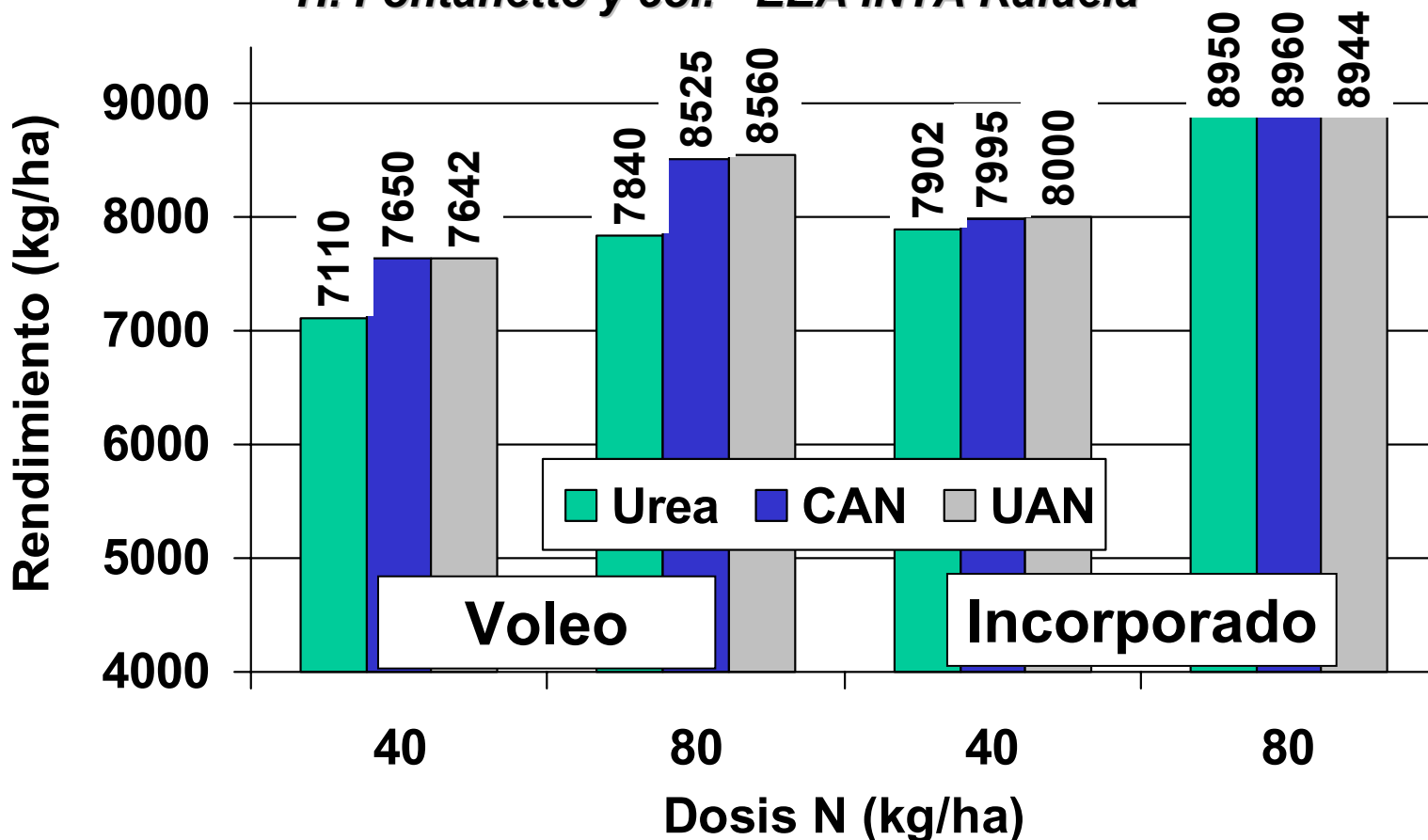


Maíz : Fuentes Nitrogenadas y Método de Aplicación bajo Siembra Directa

Aplicación a la 5-6ª Hoja

San Carlos (Santa Fe) – Campaña 2002/03

H. Fontanetto y col. - EEA INTA Rafaela



Testigo sin Nitrógeno

6720 kg/ha

Efectos de distintos fertilizantes junto a la semilla

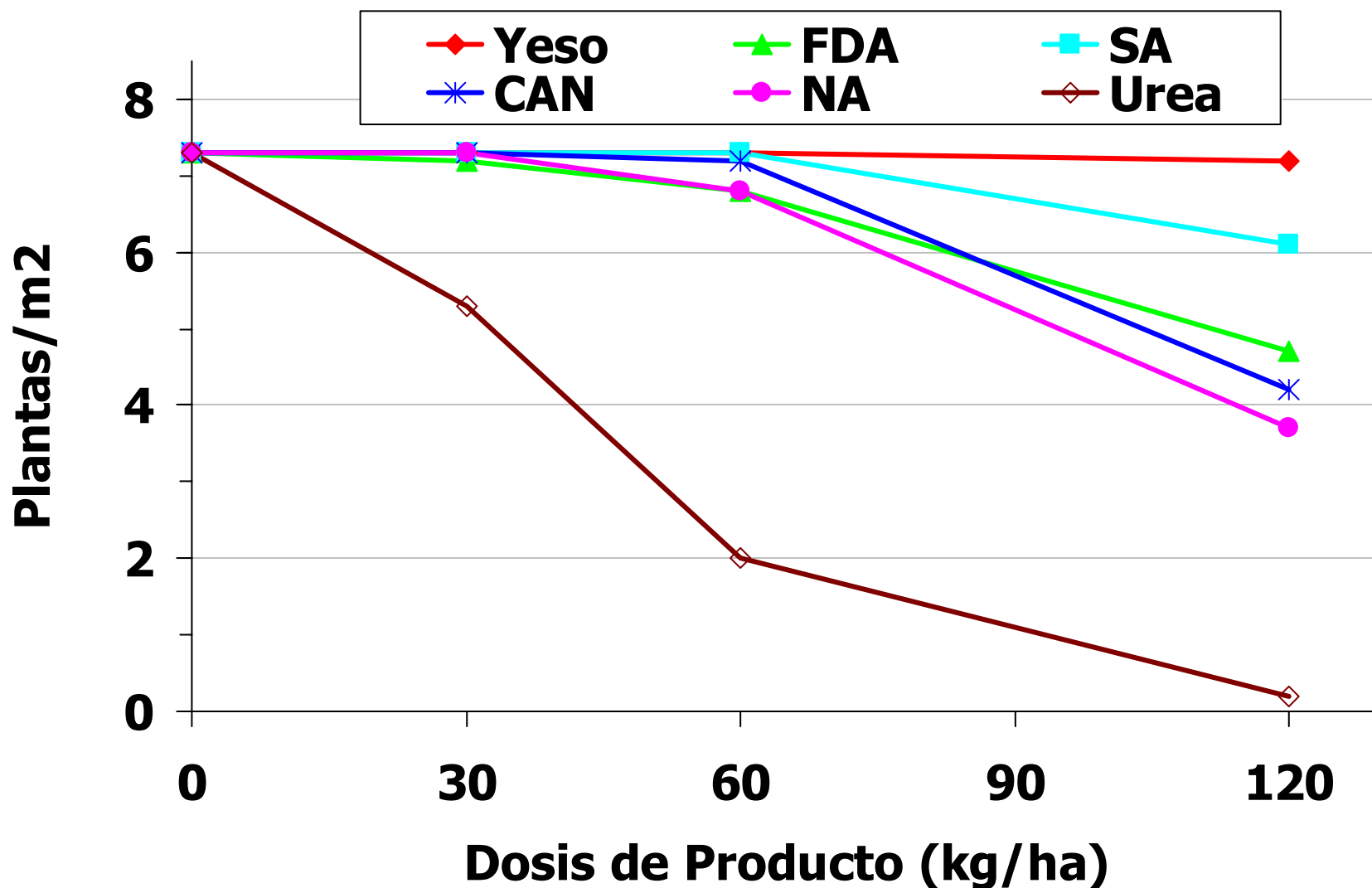
Los efectos fitotóxicos dependen de:

- ❖ Fertilizante
- ❖ Dosis
- ❖ Distancia entre hileras
- ❖ Tipo de suelo
- ❖ Contenido de humedad del suelo

Maíz

Efectos de distintos fertilizantes junto a la semilla

Fontanetto y colaboradores - E. E. A. INTA Rafaela. Campaña 2002/03



Fósforo en maíz

Sin P

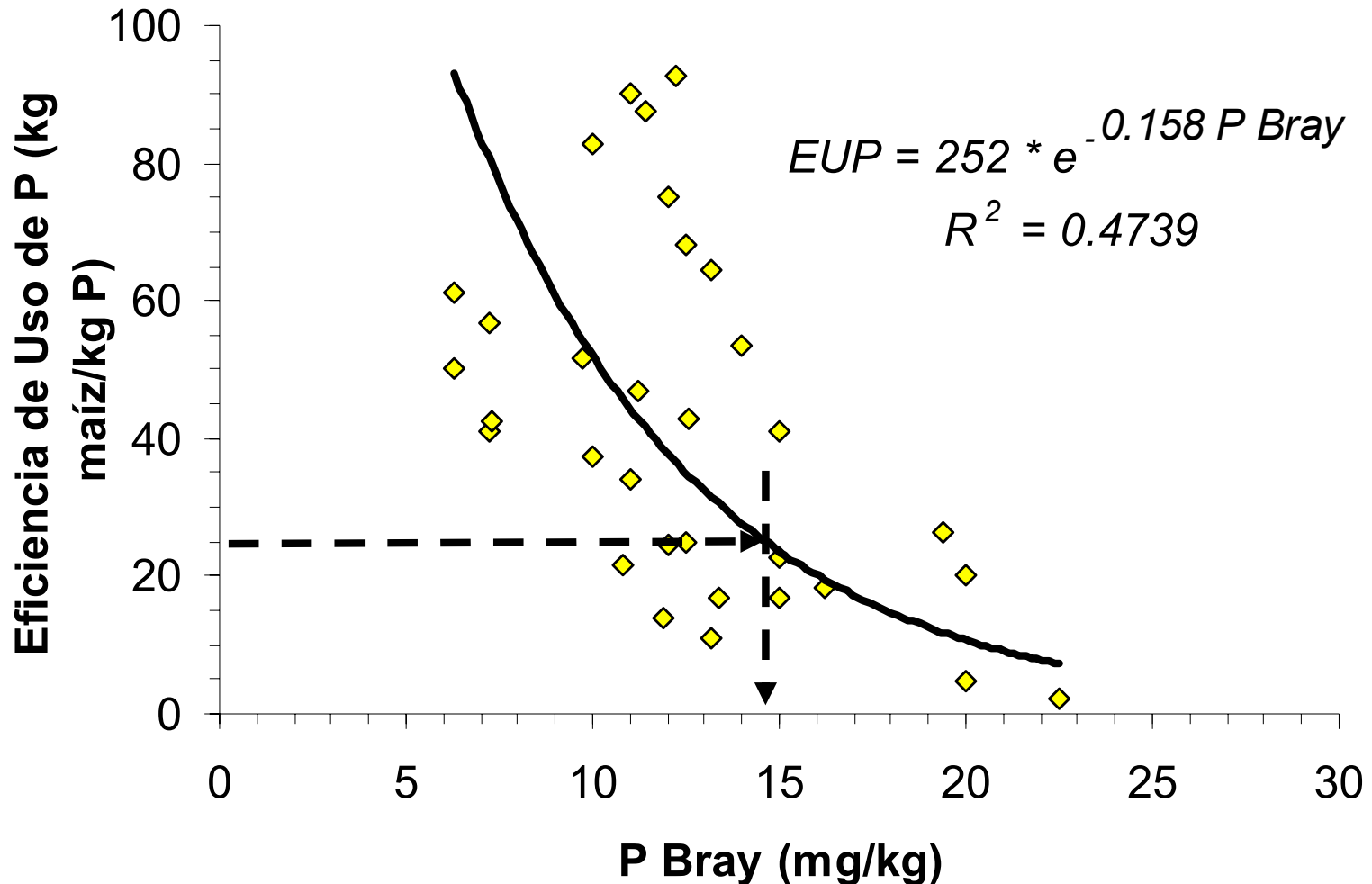
Con P



Ensayo La Marta - CREA Sur de Santa Fe 2000/01 - Thomas et al. (2001)

Eficiencia de uso del P aplicado en maíz

Recopilado de información de 35 ensayos de Región Pampeana
INTA, FA-UBA y CREA Sur de Santa Fe (1997-2004)



Para una eficiencia de indiferencia de 25 kg maíz/kg P,
el nivel crítico de P Bray sería de 14-15 mg/kg

Maíz

Recomendaciones de fertilización fosfatada

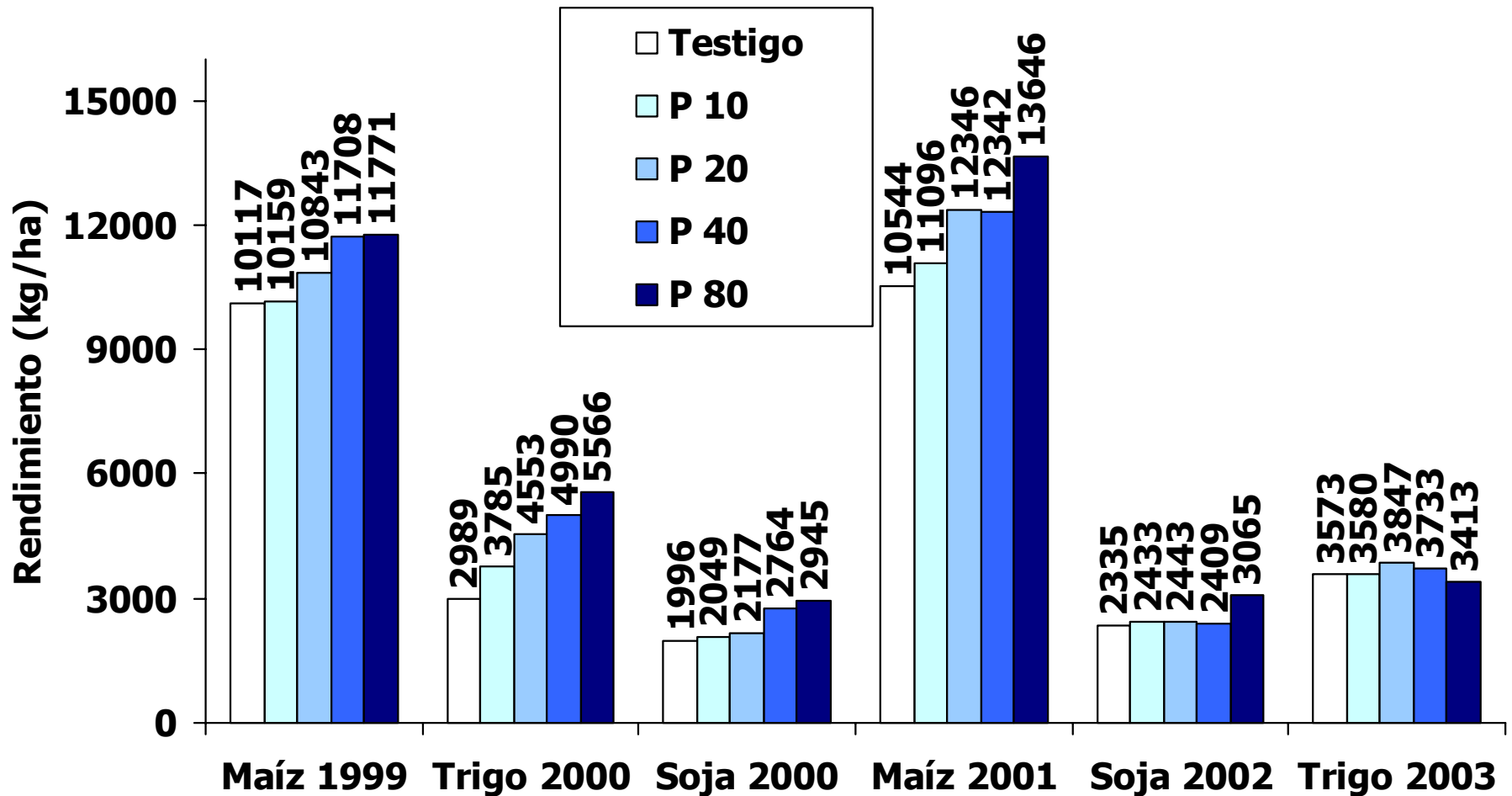
Echeverría y García (1998) - EEA INTA-FCA Balcarce

Rendimiento <i>ton/ha</i>	Concentración de P disponible en el suelo (mg/kg)						
	Menos 5	5-7	7-9	9-11	11-13	13-16	16-20
	<i>kg P/ha</i>						
5	26	21	19	17	15	13	0
6	28	24	22	20	18	16	11
7	31	26	24	22	21	19	14
8	34	29	27	25	23	21	17
9	36	31	30	28	26	24	19
10	39	34	32	31	28	27	22
11	41	37	35	33	31	29	24
12	44	39	38	36	34	32	27
13	47	42	40	38	36	34	30
14	50	45	43	41	39	37	32

Residualidad de Fósforo

INTA 9 de Julio (Buenos Aires)

Suelo Hapludol típico

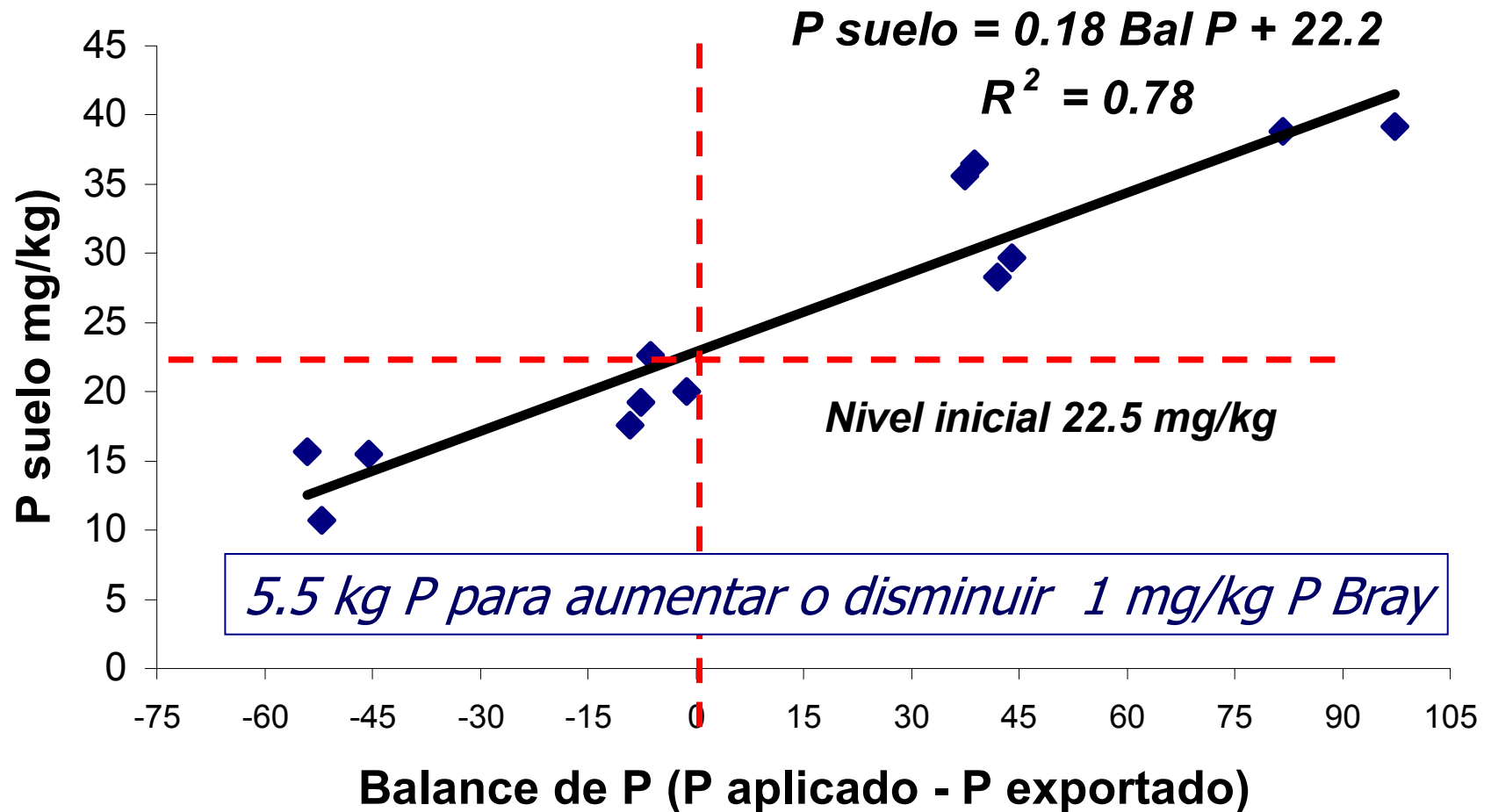


P aplicado a la siembra del Maíz en Septiembre 1999

Balance de P y P Bray en el suelo (0-20 cm) bajo SD

Ensayo Camilo Aldao (Córdoba, Argentina)

AAPRESID-Cargill 2003-04

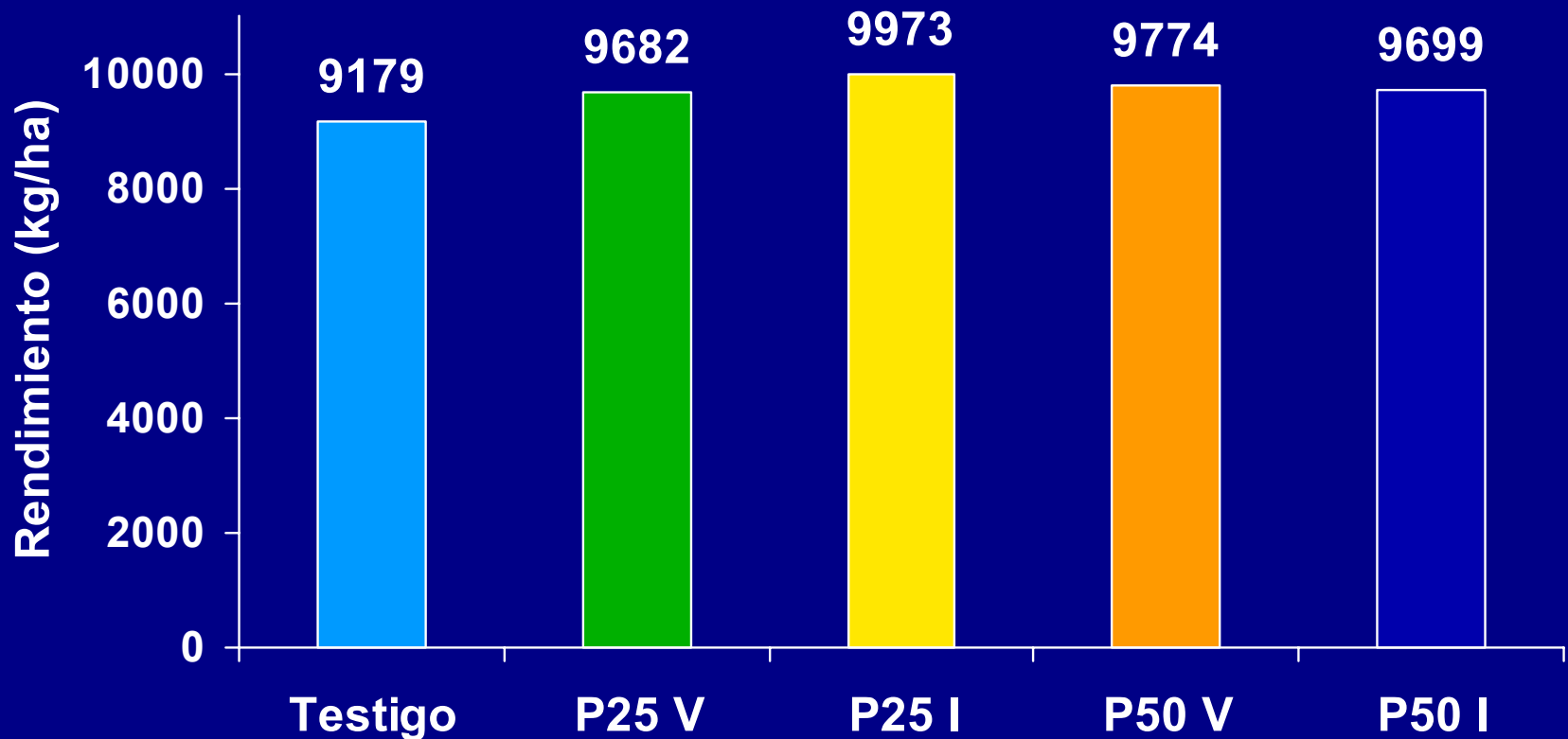


Métodos de aplicación de P en maíz bajo siembra directa

Red AAPRESID-Cargill - Bianchini et al. (2004)

Promedios de seis sitios en Región Pampeana Argentina

P Bray al inicio de 8.3 a 22.4 mg/kg

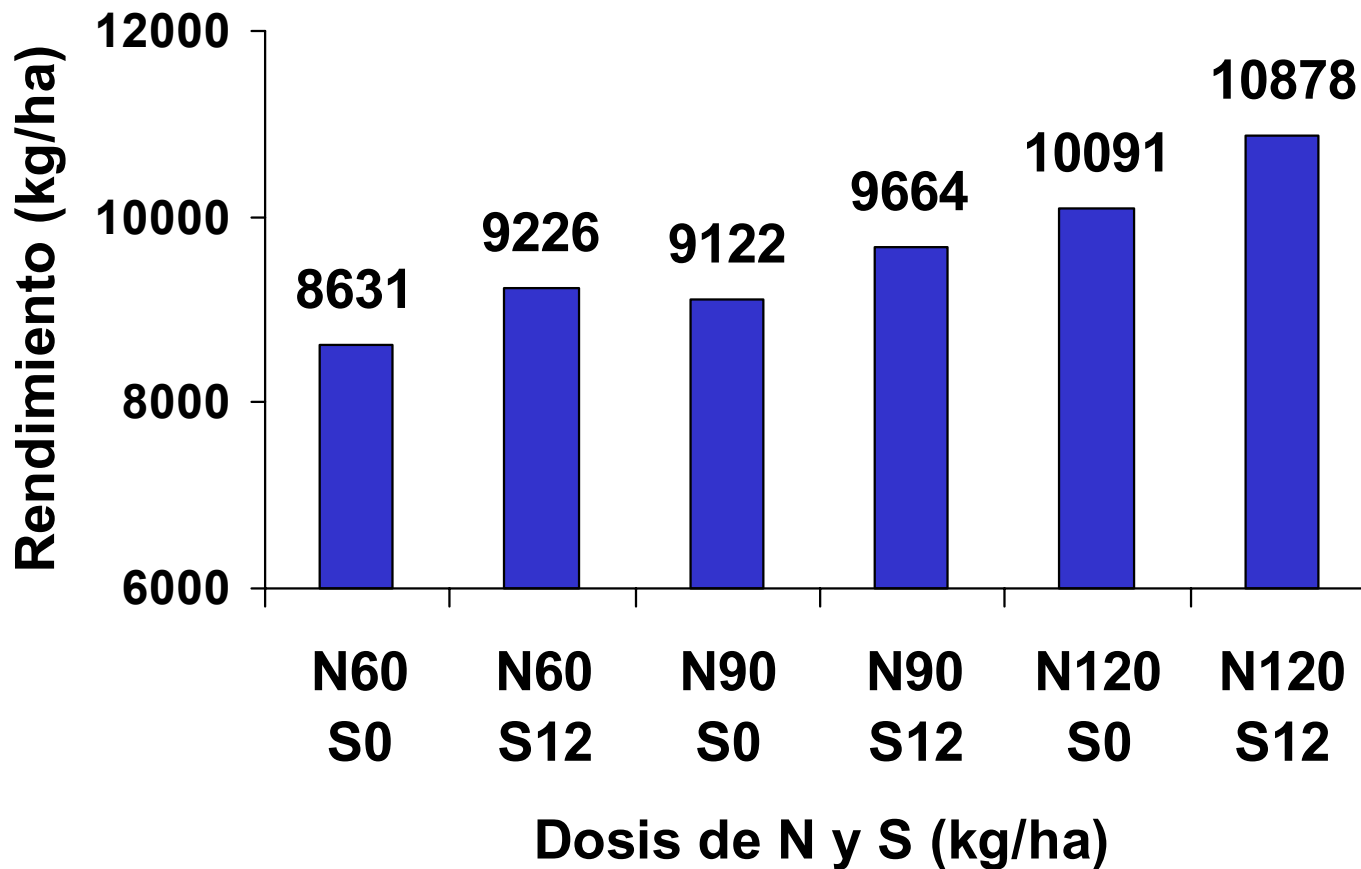


I = Incorporado en líneas V = al voleo anticipado

Azufre en Maíz

Centro-Sur de Santa Fe - Cordone et al. (2001)

5 localidades, Campaña 2000/01, Base de 20 kg/ha de P



Costo de S de 12 U\$/ha

Respuestas de 542-787 kg/ha, Ingreso de 35-55 U\$/ha

Situaciones de deficiencia de azufre

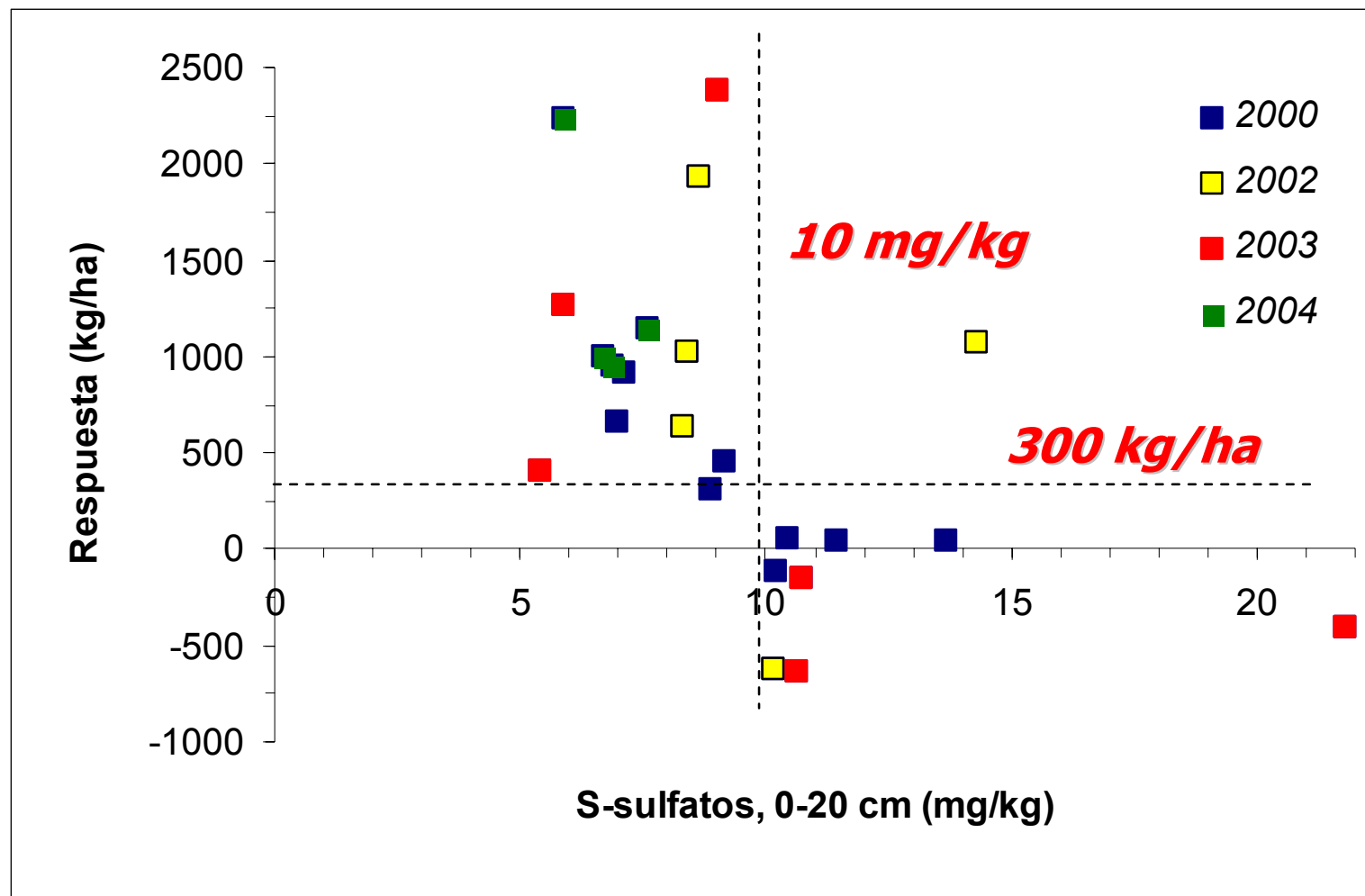
- Suelos con bajo contenido de materia orgánica, suelos arenosos
- Sistemas de cultivo mas intensivos, disminución del contenido de materia orgánica

Diagnóstico de deficiencia de azufre

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

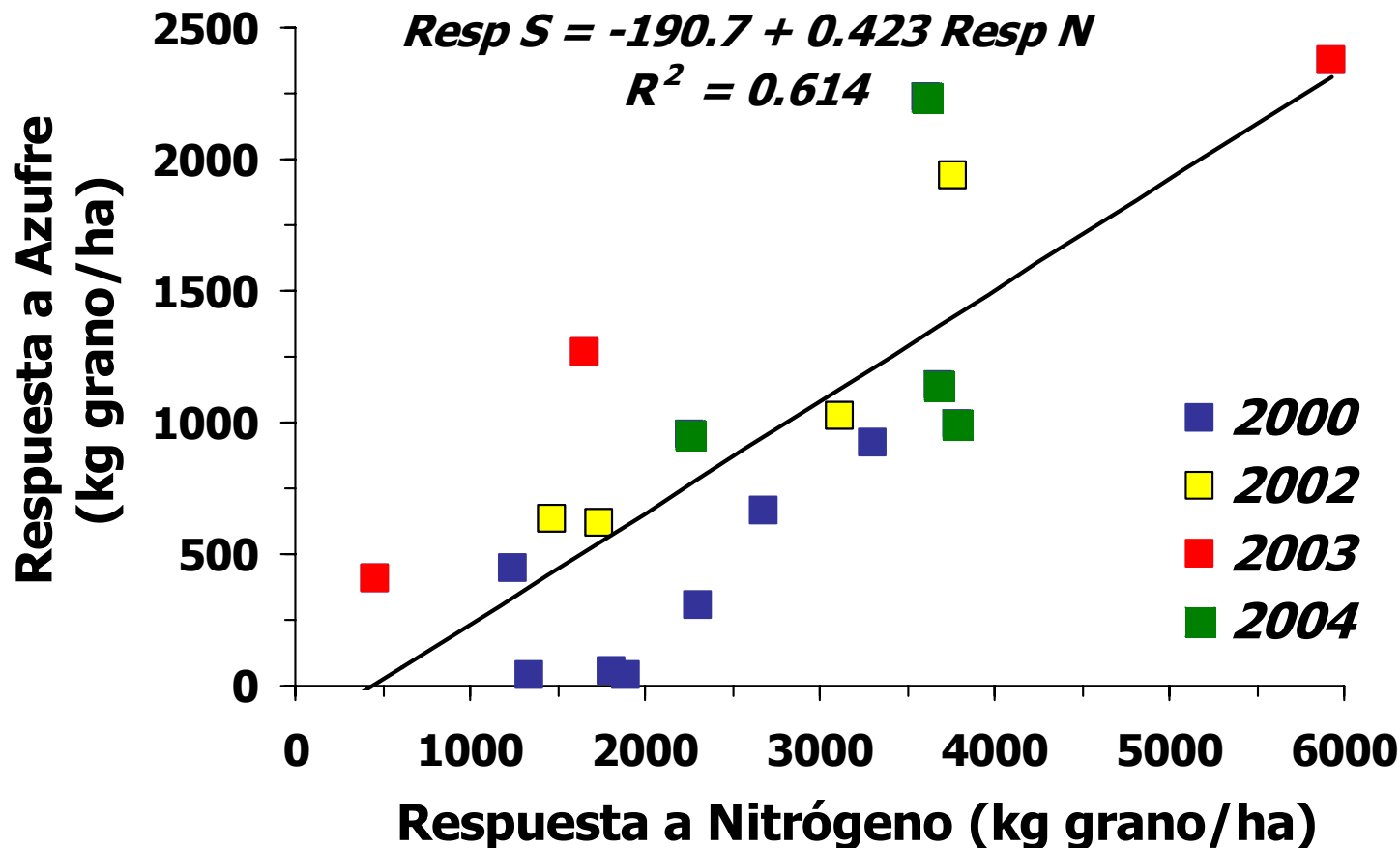
Red CREA Sur de Santa Fe: Maíz 2000, 2002, 2003 y 2004

Respuesta a S en función de la disponibilidad de S-sulfatos en suelo



Maíz Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe

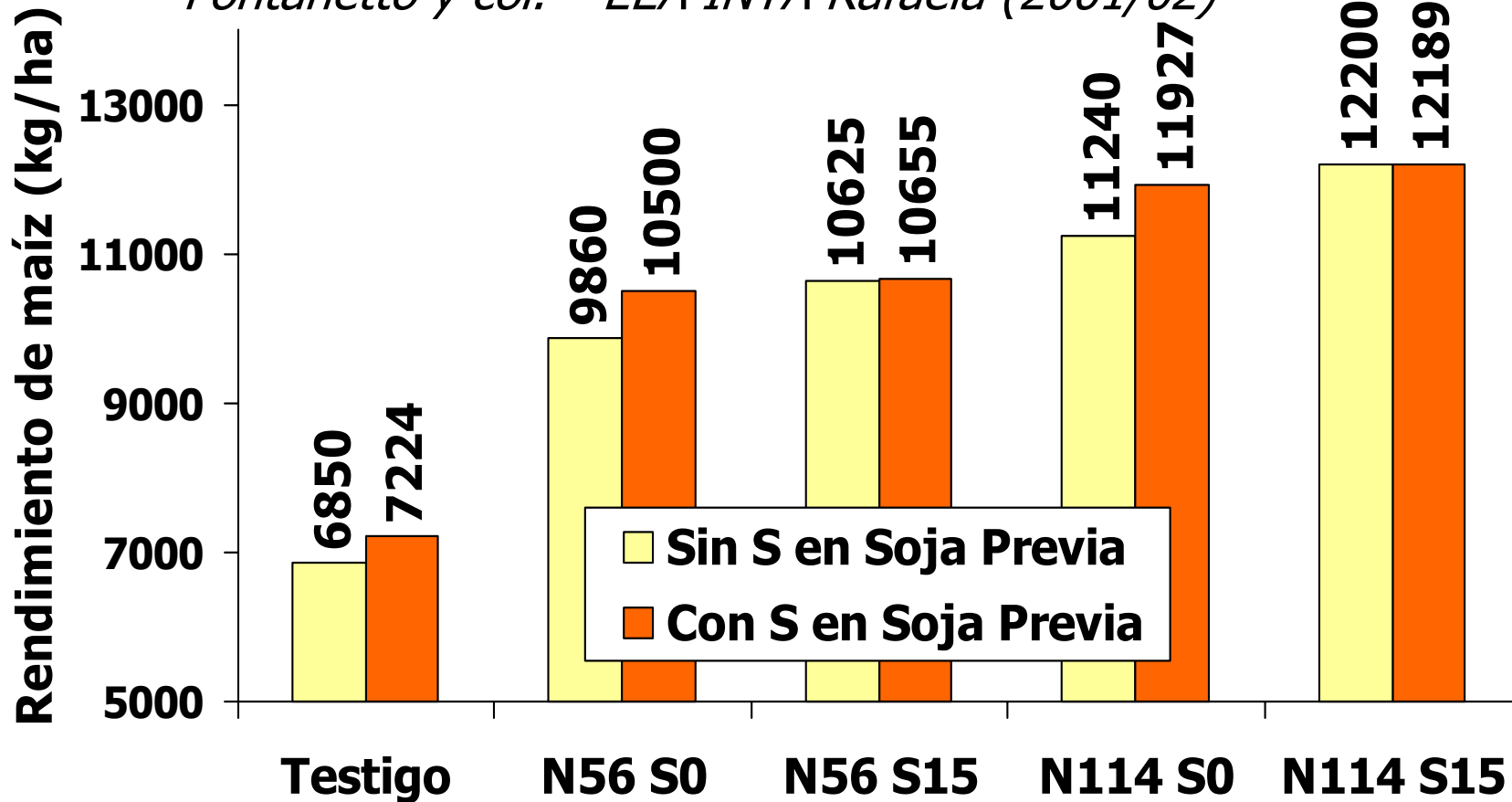
Relación entre respuestas a N y S



Respuesta a S de 300 kg/ha con respuesta a N de 1160 kg/ha

Residualidad de S aplicado en Soja sobre Maíz del año siguiente

Fontanetto y col. – EEA INTA Rafaela (2001/02)



Respuesta residual a S

374

640

30

687

-11

Todas las parcelas con P20

Maíz

¿Nutrientes que se vienen?

- **Zinc: Respuestas de 600-800 kg/ha en ensayos del oeste de Buenos Aires y Sur de Córdoba**
- **Boro: Respuestas de 500-800 kg/ha en el centro-oeste de Buenos Aires**
- **¿Magnesio?**

Deficiencia de Magnesio

Hojas viejas con bandas amarillentas o cloróticas entre nervaduras verdes



Red AAPRESID-INPOFOS

Los Surgentes 2000/01

Tratamiento 2
(NP)



Testigo

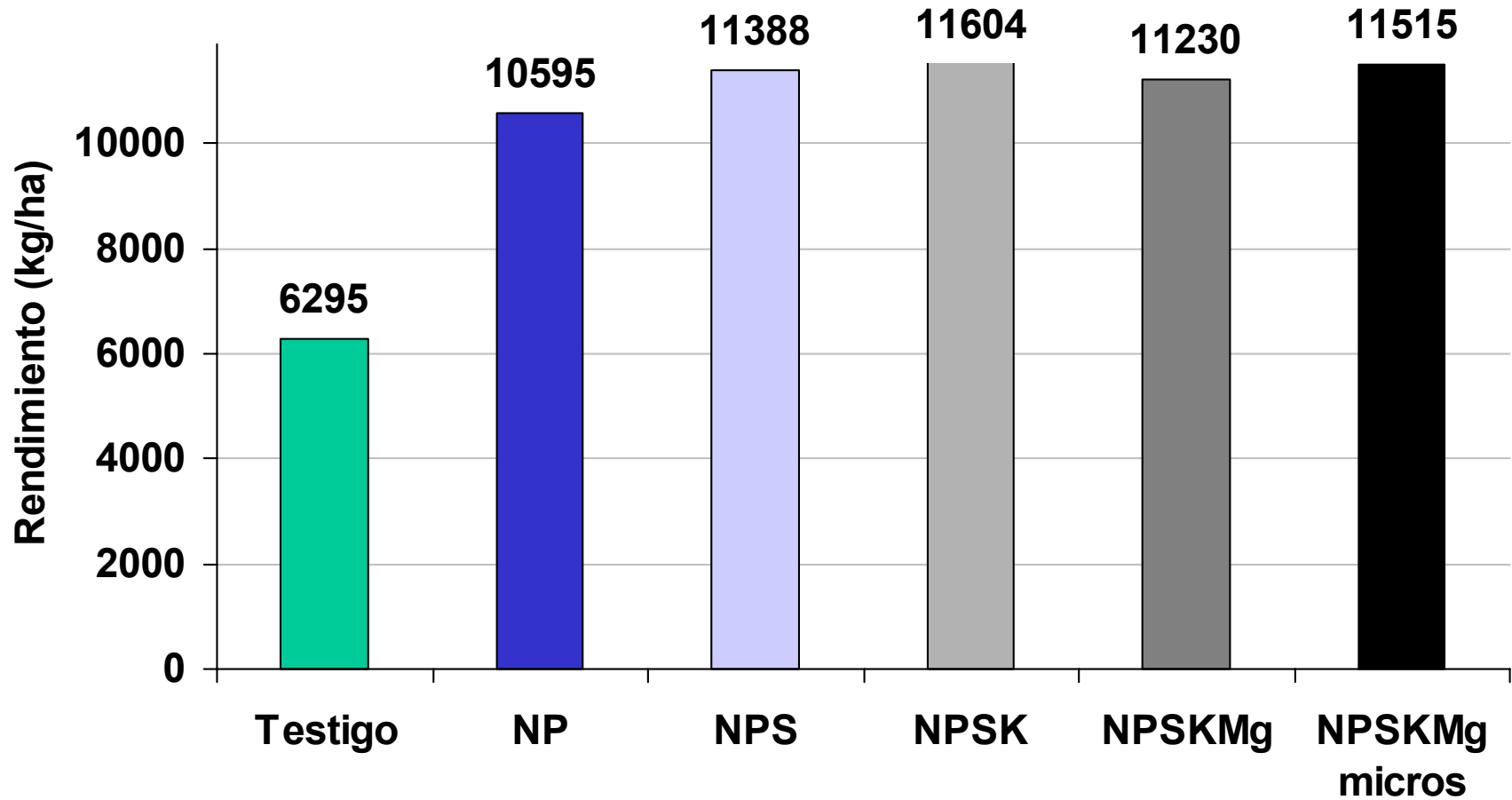


Tratamiento 6
(Completo)



Rendimiento promedio de 9 sitios en Córdoba

Red AAPRESID-INPOFOS – 6 sitios 2000/01 y 3 sitios 2003/04



Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe La Marta (Canals, Córdoba) – 2004/05

NPS
13770 kg/ha



Testigo
9926 kg/ha

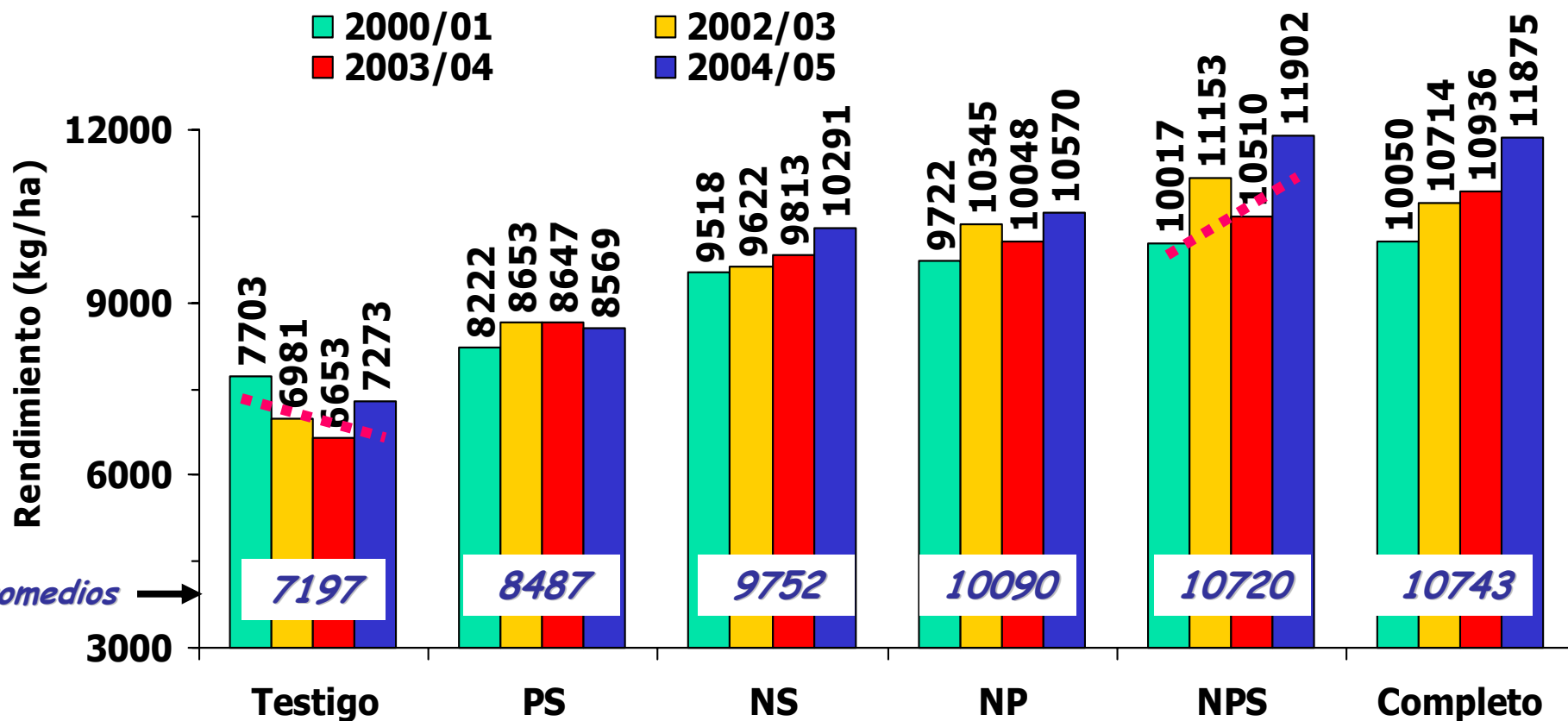
Fotos 8/12/04

Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe

Ensayos Maíz

Rendimientos Promedio (22 sitios-año)

7 ensayos en 2000/01; 5 ensayos en 2002/03; 6 ensayos en 2003/04; 4 ensayos en 2004/05

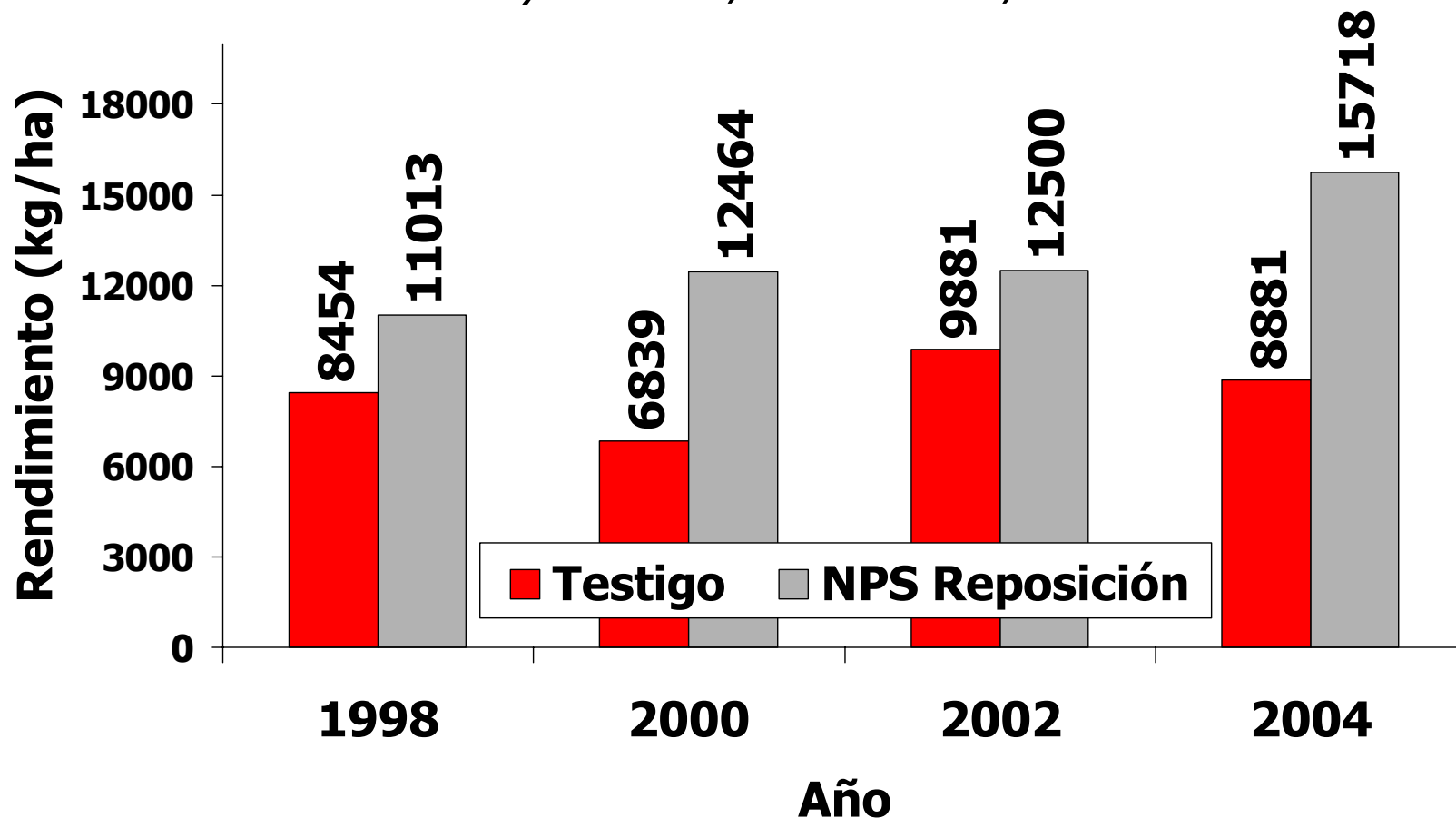


Ensayo a largo plazo

Los Chañaritos – Corral de Bustos (Córdoba)

V. Gudelj, H. Ghio y col.

EEA INTA M. Juárez y Casilda, AAPRESID, ASP e INPOFOS



El rendimiento del NPS Rep a una tasa de 1415 kg/ha por año

Algunas Conclusiones

- *N, P y S son los nutrientes generalmente deficientes para maíz en Argentina*
- *Plan de fertilización: Diagnóstico de la Fertilidad y Pautas de Manejo de la Fertilización*
- *N: Análisis de disponibilidad a la siembra, modelos de simulación, sensores (¿el futuro?)*
- *P: Análisis de suelo y residualidad*
- *S: Caracterización de ambiente, residualidad (?)*
- *¿Otros nutrientes?*
- *Interacción NPS*
- *Manejar los nutrientes en la rotación: Residualidad de P y de S*

Muchas Gracias!



**Más información en
WWW.INPOFOS.ORG**