



## JORNADAS TÉCNICAS ASP

ROSARIO DE LA FRONTERA Y LAS LAJITAS, 13 Y 14 DE MAYO DE 2010

# MANEJO DE LA NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS ¿NECESITO FERTILIZAR MIS CULTIVOS? ¿CUANTO, COMO Y CON QUE?

**FERNANDO O. GARCÍA**

**INSTITUTO INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN DE PLANTAS**



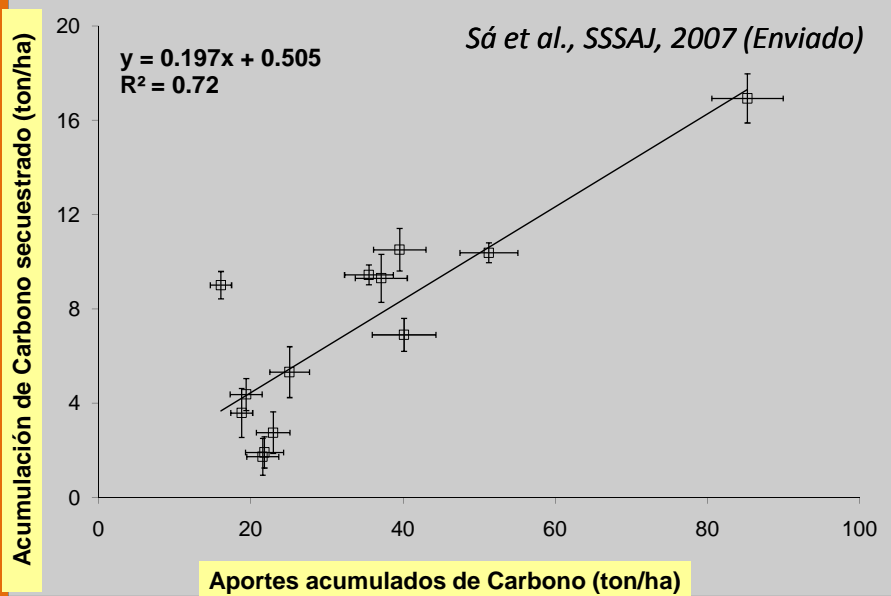
**WWW.IPNI.NET/LASC - FGARCIA@IPNI.NET**

## Intensificación productiva sustentable

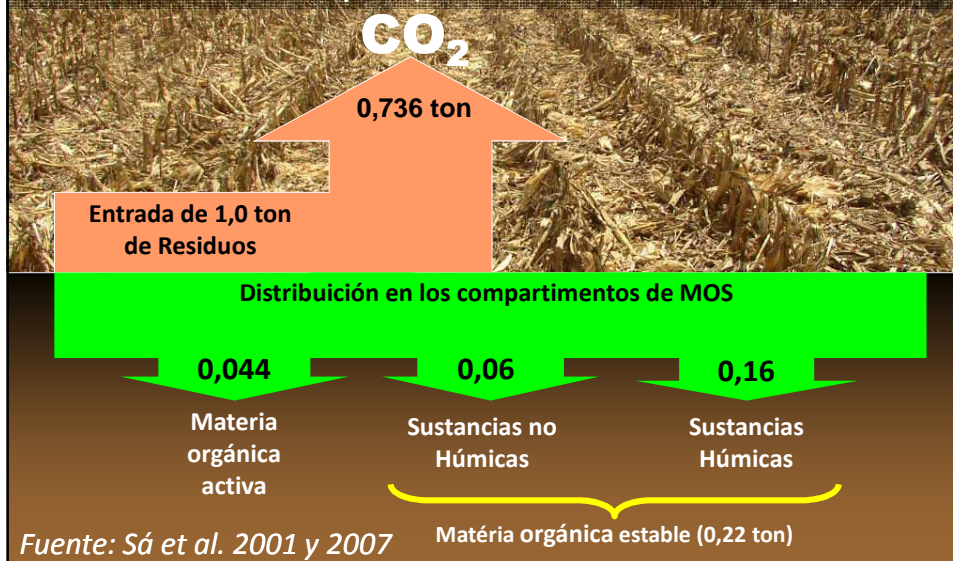
- *Mayor producción por unidad de recurso y/o insumo involucrado en el espacio y el tiempo (kg/ha/año)*
- *Mejorar eficiencias en términos agronómicos, económicos y ambientales*
- *Involucra sistemas y no solamente cultivos*

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

## Aportes acumulados de Carbono y acumulación de Carbono secuestrado



## Distribución relativa de los productos de descomposición de residuos en los compartimentos de la materia orgánica del suelo en el sistema de siembra directa Clima Subtropical (Ponta Grossa, Paraná, Brasil)



## Alternativas de manejo del sistema para una producción sustentable

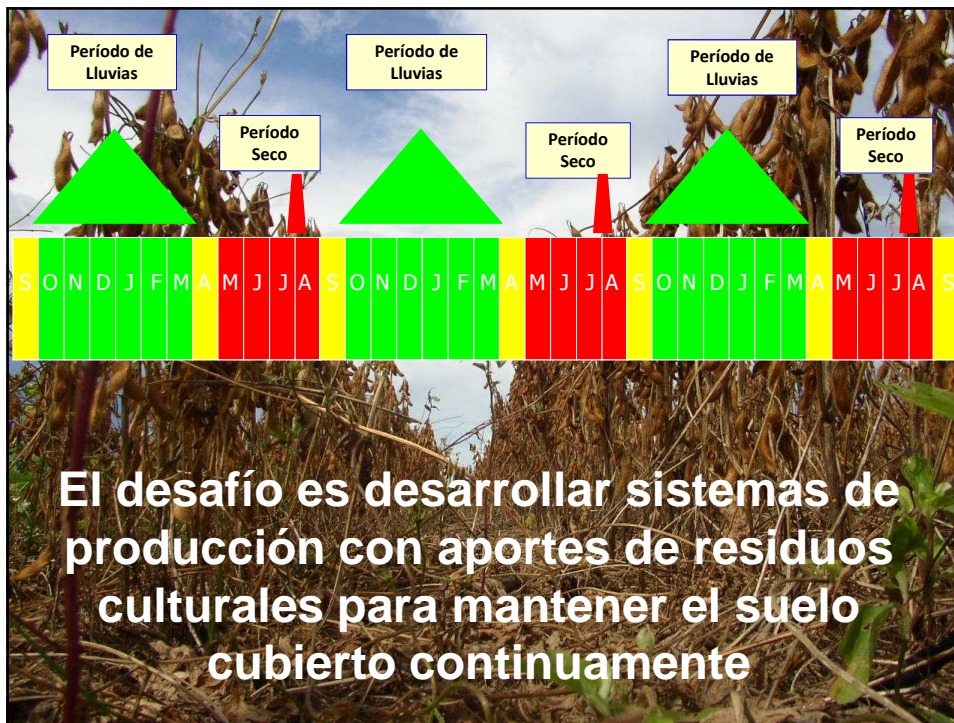
- *Rotaciones*
- *Siembra Directa*
- *Nutrición balanceada*



## ROTACION DE CULTIVOS VENTAJAS

- Diversificación de los **riesgos productivos**
- Efecto inhibitorio sobre **patógenos**
- Interrupción en los ciclos de **malezas e insectos**
- **Fertilidad química**: balance de nutrientes
- **Actividad y diversidad biológica**
  
- Mejora en las **condiciones físicas** de suelo (estructura y porosidad)
- Intensificación: utilizar el **agua ahorrada** en SD.
- Incrementos en los **rendimientos**





**Evaluación de distintas especies de cultivos de cobertura en la secuencia Soja-Soja**  
*Julia Capurro y col. - INTA Cañada de Gómez*

Soja		2006/07	2007/08
Cultivar		A 4613	DM 4200
Periodo E-R8 (días)		156	137
Ppciones durante etapa de crecimiento (mm)		732	528
Rendimiento (Kg./ha)	Trigo	4805 a	4022
	Avena	4669 a	4037
	Avena+Vicia	4672 a	3931
	Vicia	4872 a	4529
	Testigo	4696 a	4214

Testigo

Vicia

## Problemas de compactación: Uso de subsolador



Hacienda Nuevo Horizonte – Marzo 2009

## Los cuatro fundamentos básicos de la nutrición (4Fs)

OBJETIVOS DE LA SOCIEDAD

AMBIENTAL

**DECIDIR LA DOSIS, FUENTE,  
FORMA Y MOMENTO DE  
APLICACIÓN CORRECTOS**



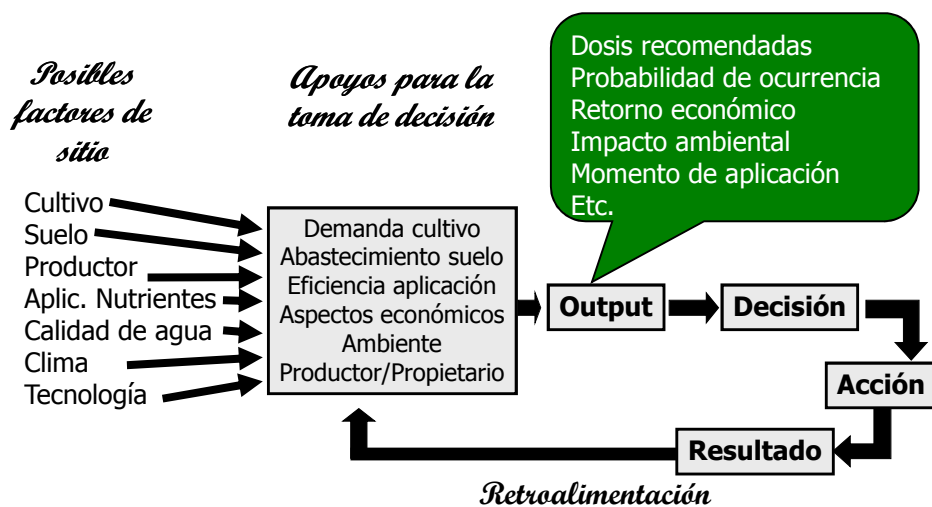
## Eficiencia de uso y consumo de agua en maíz bajo diferentes tratamientos de fertilización

Don Osvaldo 2005/06, G. Beltramo y col. (AAPRESID)

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	EUA (kg/mm)
Testigo	4088	8.9
NP suficiencia	5211	11.4
NPS suficiencia	9334	19.6
NPS reposición	10901	21.9

Precipitaciones siembra a madurez  
386 mm

## Toma de decisiones en el manejo de nutrientes



Fixen, 2005

## Trigo/Soja Requerimientos Nutricionales



Nutriente	Trigo 5000 kg/ha		Soja 3000 kg/ha		Trigo + Soja	
	Necesidad	Extracción	Necesidad	Extracción	Necesidad	Extracción
	----- kg/ha -----					
N	132	93	199	145	331	238
P	22	17	19	16	41	33
S	22	7	11	7	33	14

Requerimientos expresados a humedad de recibo de granos (Trigo 13.5% y Soja 13%)

- La fijación simbiótica de N aporta gran parte del N para el cultivo de soja



CalcReq2009.xls [Compatibility Mode] - Microsoft Excel non-commercial use

1 Planilla de Cálculo de Requerimientos y Extracción de Nutrientes

2 **Cereales**

3

Cultivo	Rendimiento	Nutriente	Requerimiento	Ind. Cosecha	Necesidad	Extracción
Maiz	kg/ha		kg/ton		kg	kg
	10000	N	22	0.68	193	131.68
Humedad de grano	14	P	4	0.76	35	26.52
		K	19	0.21	167	34.86
		Ca	3	0.07	26	1.84
		Mg	3	0.53	28	14.04
		S	4	0.35	35	12.28
		B	0.020	0.25	0.18	0.0439
		Cl	0.444	0.06	3.89	0.2337
		Cu	0.013	0.29	0.11	0.0331
		Fe	0.125	0.36	1.10	0.3947
		Mn	0.189	0.17	1.66	0.2818
		Mo	0.001	0.63	0.01	0.0049
		Zn	0.053	0.50	0.46	0.2325
		Ni				

43 Ca 2.8 0.04 3 0

44 Mg 2.4 0.42 2.4 1

21

Cultivo	Rendimiento	Nutriente	Requerimiento	Ind. Cosecha	Necesidad	Extracción
Trigo	kg/ha		kg/ton		kg	kg
	3500	N	30	0.69	93	63.37
Humedad de grano	13.5	P	5	0.80	15	12.30
		K	19	0.21	59	12.33
		Ca	3	0.14	9	1.30
		Mg	4	0.63	12	7.71
		S	5	0.34	15	5.27
		B	0.025	-	0.08	-
		Cl			-	-
		Cu	0.010	0.75	0.03	0.023
		Fe	0.137	-	0.42	-
		Mn	0.070	0.36	0.22	0.078
		Mo	-	-	0.00	-
		Zn	0.052	0.44	0.16	0.071
		Ni				

38 Cultivo Rend

39 Arroz kg

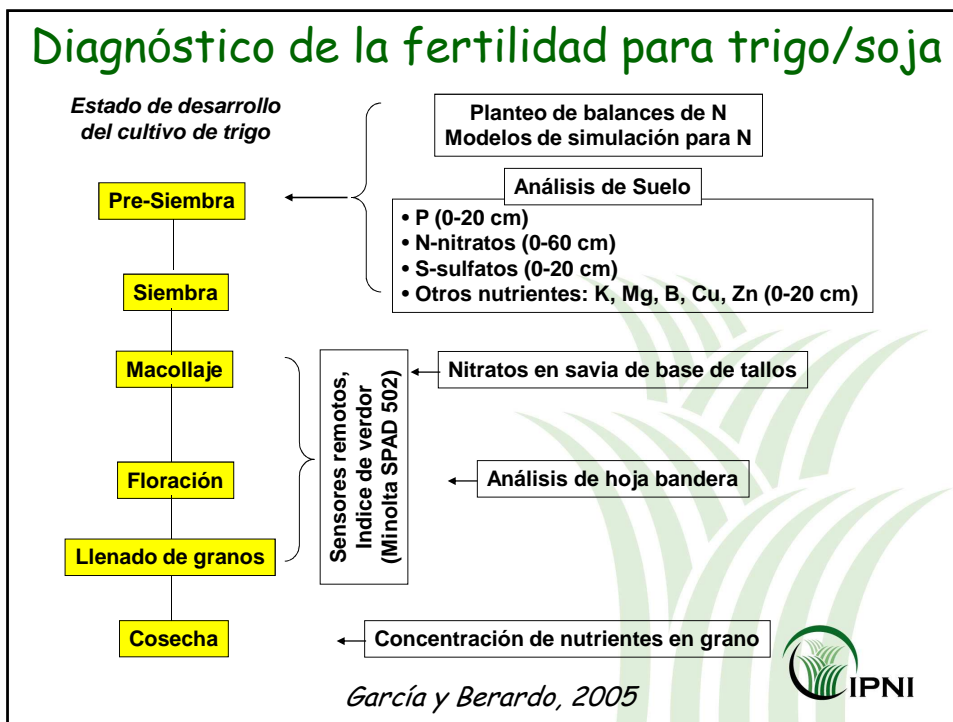
40 14

41 Humedad de grano

31

En Sitio Internet [www.ipni.net/lasc](http://www.ipni.net/lasc)  
Planilla Excel CalcReq2009.xls

IPNI  
INTERNATIONAL  
PLANT NUTRITION  
INSTITUTE





## El análisis de suelos como herramienta de apoyo para la toma de decisión

- Una herramienta poderosa pero con limitaciones
- Es esencial la calibración (requiere actualización periódica)
- El muestreo



**Cada lote presenta una disponibilidad de nutrientes única y diferente a otros lotes vecinos**

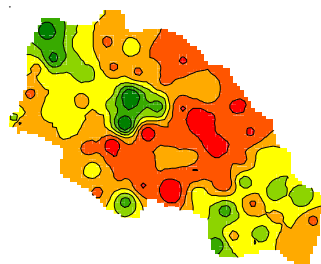


## Variabilidad: un gran problema

- Existe variabilidad de diferentes orígenes que ocurre a varias escalas.
  - Variabilidad natural: tipo de suelo, pendiente - ocurre a gran escala.
  - Variabilidad por manejo: erosión, cultivos previos, laboreo, aplicación de fertilizantes y estiércol - ocurre a escalas grandes y pequeñas.

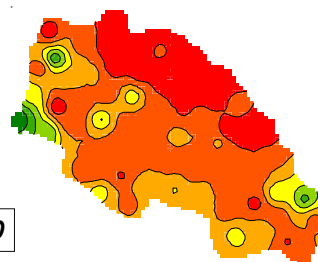
## Análisis de suelo

P Olsen



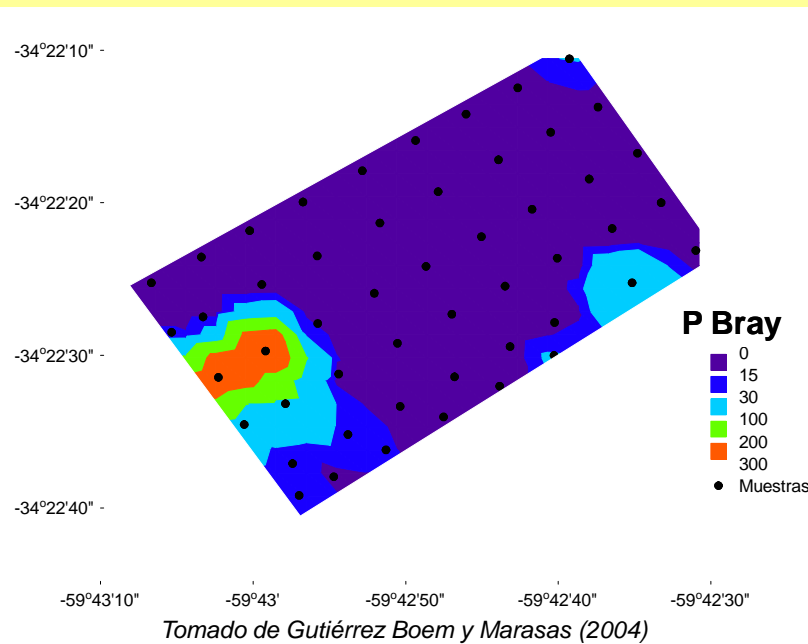
Suelo Andisol  
del centro-sur de Chile

K intercambiable



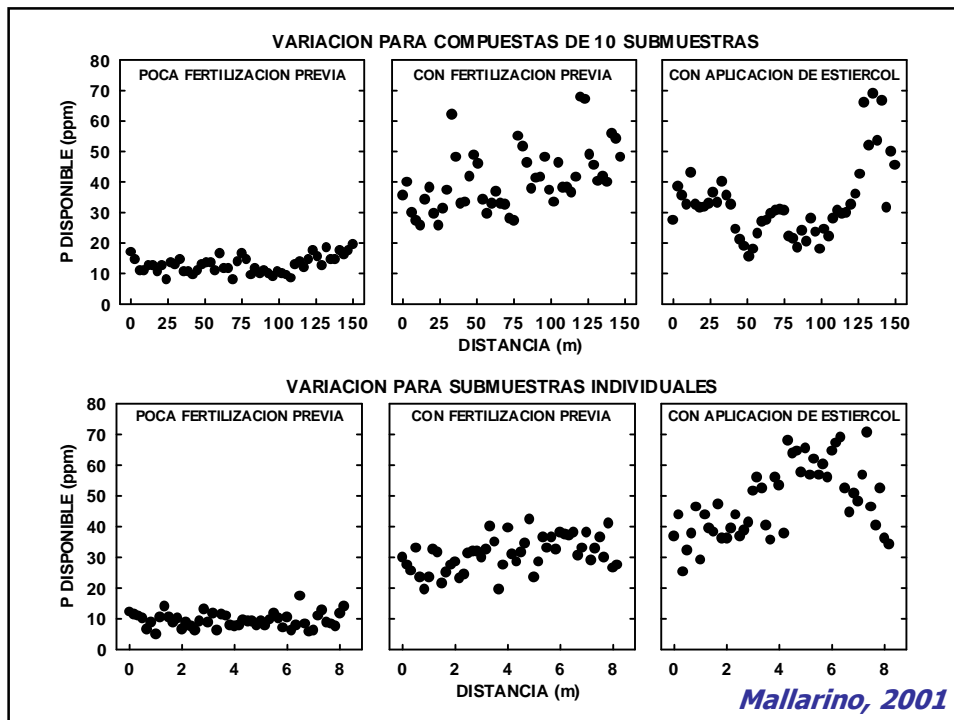
Ortega Blu y colaboradores, 2000

## Variabilidad



## Variabilidad: un gran problema

- La variabilidad en pequeña escala es especialmente alta con:
  - siembra directa debido a la mínima mezcla de fertilizantes con el suelo,
  - fertilización bandeada,
  - para nutrientes inmóviles y con mucha residualidad tal como P.



## Metodos de Muestreo de Suelos

- **Clasificación estadística:**
  - estratificado, al azar, sistemático.
- **Plan de campo:**
  - todo el campo.
  - separando manejo previo y tipos de suelo.
  - muestreo de grilla.

## Aspectos a considerar

- **Profundidad (0-20, 20-40; 0-60)**
- **Número de muestras por lote**
- **Número de submuestras por muestra**
- **Epoca de muestreo**
- **Periodicidad**

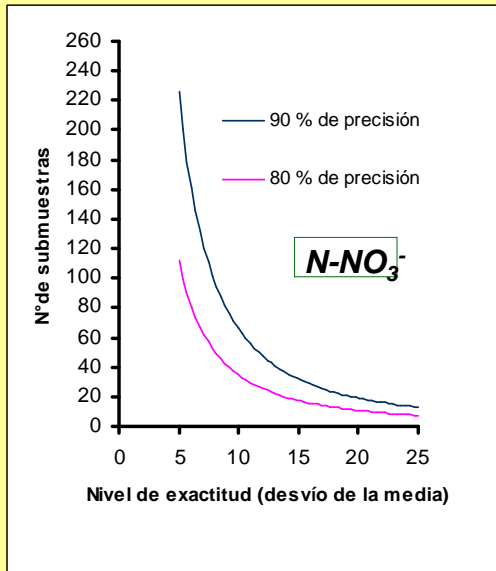
## Análisis de suelo

La profundidad de muestreo depende del/de los nutriente/s a evaluar

*Nutrientes de baja movilidad (P, K, Ca, Mg)*  
Capa superficial

*Nutrientes de alta movilidad (N, S, B)*  
Capa superficial y sub-superficial

## ¿Cuántas submuestras por muestra?



*El número de submuestras a tomar depende de la precisión y exactitud deseadas*

*(Swenson et al., 1984)*

## **Elementos a tener en cuenta para un correcto muestreo de suelos**

- **Representatividad de la muestra (exactitud).**
- **Precisión (reproducibilidad del resultado).**
- **Variaciones debidas al relieve o paisaje.**
- **Variaciones debidas al manejo:**
  - 1.- **Efectos residuales.**
  - 2.- **Distancia entre hileras.**
  - 3.- **Estratificaciones por año, de siembra directa.**
  - 4.- **Efectos de la compactación sobre la profundidad de muestreo**

## **Técnicas de muestreo**

Los errores de muestreo pueden ser minimizados siguiendo técnicas de muestreo adecuadas.

En primer lugar, siempre es bueno asegurarse la **limpieza del barreno**, el cual debe ser fabricado en acero inoxidable o cromado, en especial para el análisis de micronutrientes.

En segundo lugar, dicho barreno debe estar siempre **bien afilado** para producir un corte uniforme en todo el perfil de muestreo.

*Roberts y Henry, 1999*

## **Técnicas de muestreo (cont.)**

Tanto el **tiempo**, la **frecuencia** y la **profundidad** del muestreo, dependen de la movilidad del nutriente.

Para **nutrientes móviles** (N y S), el muestreo debe realizarse con frecuencia **anual** a una profundidad de **60 cm** o mayor. Debe ser lo más cercano a la siembra, o cuando se reduce la actividad biológica (temp. de suelo < 5°C).

Para **nutrientes poco móviles** (P y K) es suficiente con una profundidad de 18-20 cm y no es necesario una frecuencia anual

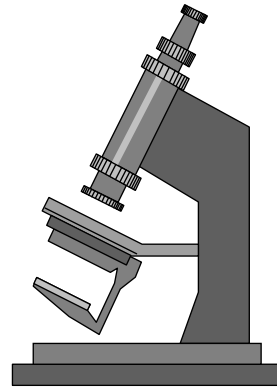
*Roberts y Henry, 1999*

## **Todos los laboratorios de suelo deben tener los mismos objetivos**

- **Altos niveles estándar**
- **Recomendaciones de encalado y fertilización para lograr óptimas utilidades para el agricultor**
- **Resolver problemas de fertilidad de suelo que estén limitando los rendimientos**
- **Entrega a tiempo de resultados**
- **Protección del medio ambiente**



**Los resultados analíticos del laboratorio son de poco valor sin la investigación de campo que correlaciona los resultados de los análisis y la respuesta del cultivo**





## Interpretación del análisis de suelo

- Disponer de **calibraciones regionales** entre la disponibilidad de nutrientes en el suelo y el rendimiento de los cultivos
- Conocer los **requerimientos nutricionales** de los cultivos
- **Recomendar en función de rendimientos óptimos** agronómicos, económicos y ambientales
- Mantener una **fertilización balanceada**



## Guía de interpretación de análisis de suelo



Parámetro	Valor crítico	Comentarios
MO	> 4%	¿Existe un valor crítico de MO?
pH	> 5.5, <7.5	Diferencias por cultivos
CIC	No hay	Depende de la mineralogía del suelo y del contenido de MO
N-nitratos	Variable	Según cultivo, potencial de rendimiento y suelo
P Bray	>12-25 mg/kg	Según cultivo

## Guía de interpretación de análisis de suelo (2)



Parámetro	Valor crítico	Comentarios
Ca Intercambiable	Más del 50% de la CIC	Relación con Mg y K: Ca/Mg < 10-15
Mg intercambiable	25-50 mg/kg (0.2-0.4 cmol/kg)	Relación con otras bases: K/Mg < 2-5 Saturación > 10%
K intercambiable	> 160 mg/kg (0.4 cmol/kg)	Según cultivo y suelo, relación con otras bases
S-sulfatos	> 10 mg/kg	Altamente variable, poca calibración

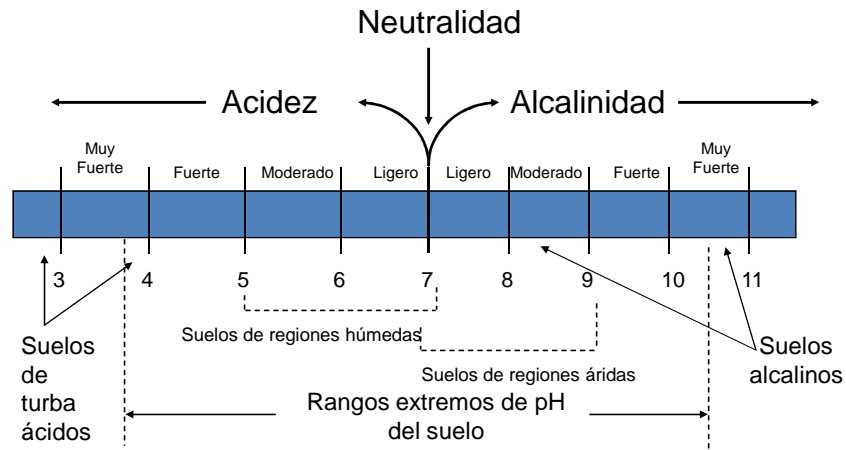
## Guía de interpretación de análisis de suelo (3)



Parámetro	Rango crítico	Comentarios
B	0.5-1.0 mg/kg	Extracción agua caliente
Cl	30-60 kg/ha Cl	A 0-60 cm, para trigo
Cu	1-2 mg/kg	Extracción DTPA
Fe	2-5 mg/kg	Extracción DTPA
Mn	2-5 mg/kg	Extracción DTPA
Mo	0.1-0.3 mg/kg	Extracción Oxalato
Zn	1-2 mg/kg 2-4 mg/kg	Extracción DTPA Extracción Mehlich 3

*Los micronutrientes presentan fuertes interacciones con el pH, la presencia de calcáreo, y el cultivo*

## Rango de pH típico de los Suelos



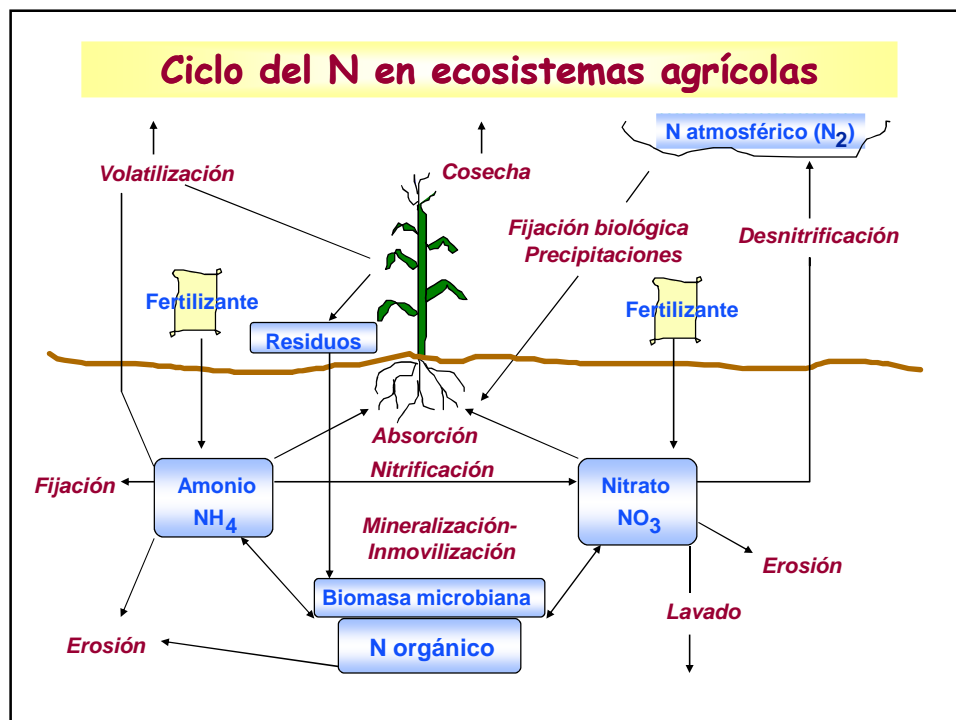
## Calificación de la reacción del suelo de acuerdo al pH actual y efectos esperados (Vázquez, 2005)

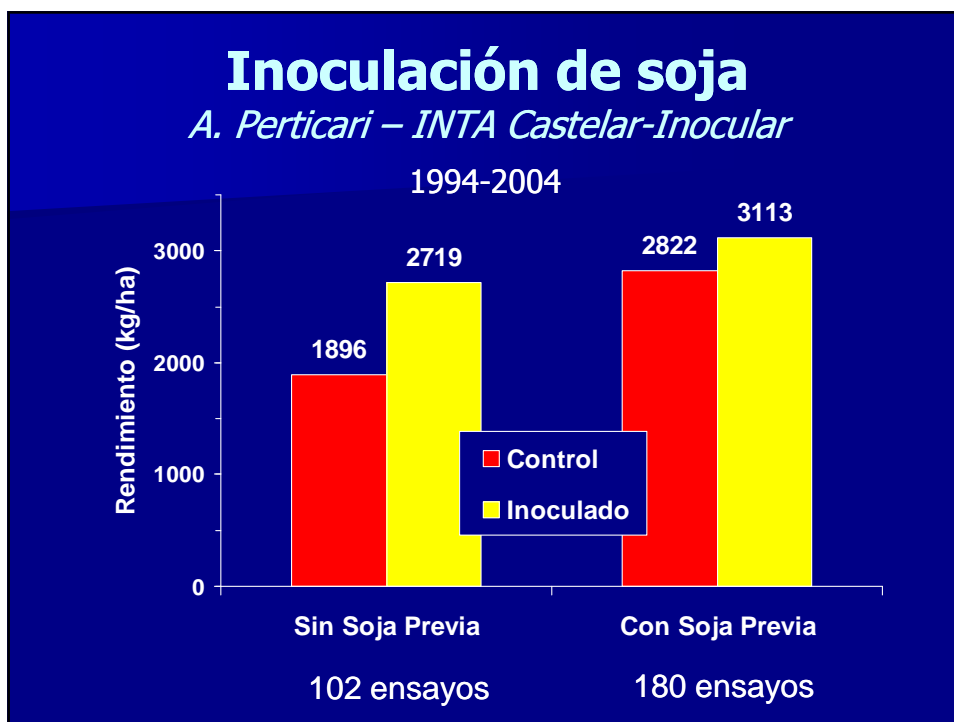
pH actual	Calificación	Efectos esperados
< 4,5	Extremadamente ácido	Toxicidad de $Al^{3+}$ , $Fe^{2+}$ , $Mn^{2+}$ e $H^+$ Escasa actividad microbiana
4,6 – 5,0	Muy fuertemente ácido	Posible toxicidad por $Al^{3+}$
5,1 – 5,5	Fuertemente ácido	Exceso: Co, Cu, Fe, Mn, Zn Deficiencia: Ca, K, N, Mg, Mo, P, S Suelos sin $CaCO_3$ Actividad bacteriana escasa
5,6 – 6,0	Moderadamente ácido	Intervalo adecuado para la mayoría de los cultivos
6,1 – 6,5	Levemente ácido	Máxima disponibilidad de nutrientes
6,6 – 7,3	Neutro	Mínimos efectos tóxicos
7,4 – 7,8	Medianamente básico	Suelos generalmente con $CaCO_3$
7,9 – 8,4	Básico	Disminuye la disponibilidad de P y B Deficiencia creciente de Co, Cu, Fe, Mn, Zn
8,5 – 9,0	Ligeramente alcalino	Sodicidad
9,1 – 10,0	Alcalino	Sodicidad
> 10,0	Fuertemente alcalino	Toxicidad sódica Movilidad de P como $Na_3PO_4$ Actividad microbiana escasa Micronutrientes poco disponibles excepto Mo

## Suelos con pH elevados



- Suelos Calcareos
  - Contenido libre de calcio
  - pH alrededor de 7.3-8.4
  - Areas de bajas precipitaciones o pobremente drenadas
  - Disponibilidad baja de micronutrientes (Zn & Fe)
  - Disminución del pH es una práctica económicamente inviable y no muy útil en estos suelos





### Diagnóstico de fertilidad nitrogenada para maíz y trigo



- *Balance de N*
- **Análisis de suelo en pre-siembra (0-60 cm)**
- *Indices de mineralización: N0 o MOP*
- *Uso de modelos de simulación: Sur, Triguero/Maicero*
- *Análisis de suelo en V5-6 (0-20 o 0-30 cm) o en macollaje*
- *Sensores remotos: Green Seeker y otros*

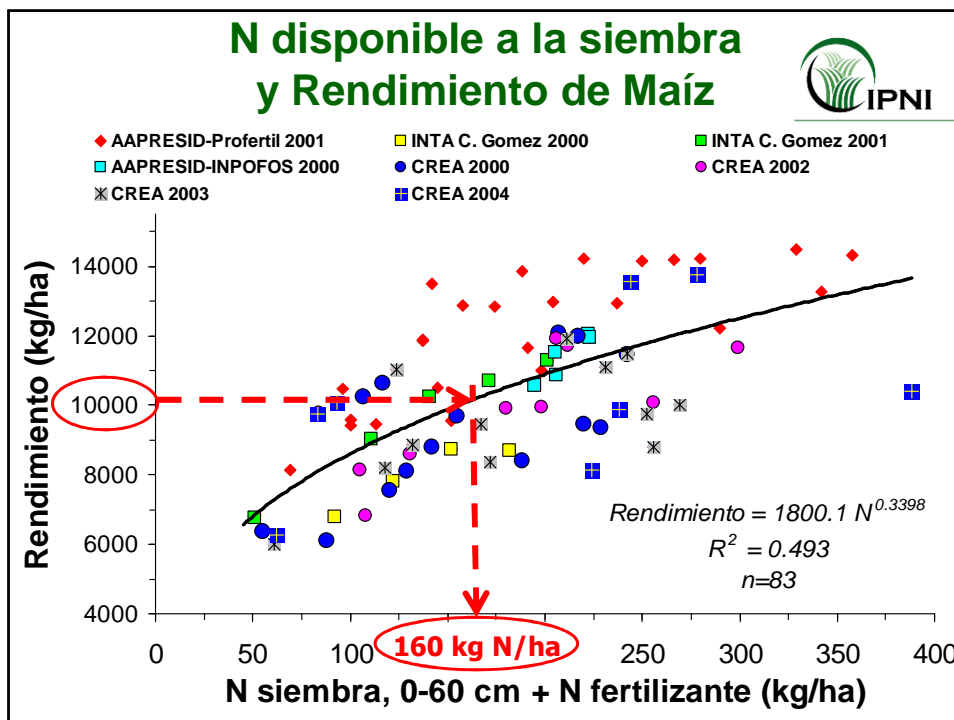
## Recomendación de fertilización nitrogenada a partir del balance de nitrógeno

$$(N \text{ fert} * E_f) = (N_{\text{cult}}) - (N \text{ siembra} * E_s) + (N_{\text{min}} * E_m)$$

- $N \text{ fert} = N \text{ del fertilizante}$
- $N_{\text{cult}} = \text{Rendimiento} * \text{Requerimiento de N del cultivo por tonelada de grano producido}$
- $N \text{ siembra} = N \text{ disponible por muestreo (preferentemente hasta 60 cm)}$
- $N_{\text{min}} = N \text{ mineralizado durante el ciclo del cultivo}$
- $E_s, E_m, E_f = \text{Eficiencia de uso del N disponible a la siembra, del N mineralizado y del N del fertilizante.}$

Rangos de eficiencias

$E_s$	0.4-0.7
$E_m$	0.7-0.9
$E_f$	0.4-0.8



## Cuanto N debo aplicar en un maíz de rendimiento objetivo 10000 kg/ha



- Análisis de suelo

NO<sub>3</sub> 0-20 cm 69 ppm – 20-40 cm 32 ppm – 40-60 cm 22 ppm

N-NO<sub>3</sub>

4.4 NO<sub>3</sub> por cada N

0-20 cm 16 ppm – 20-40 cm 7 ppm – 40-60 cm 5 ppm

N-NO<sub>3</sub>

Densidad aparente de 1.1, 1.2 y 1.2 ton/m<sup>3</sup>

0-20 cm 35 kg/ha – 20-40 cm 17 kg/ha – 40-60 cm 12 kg/ha

Total 64 kg/ha

Objetivo 160 kg/ha – Análisis 64 kg/ha = 96 kg/ha N fertilizante

Rendimiento fertilizado 10000 kg/ha - Sin fertilizar 7400 kg/ha

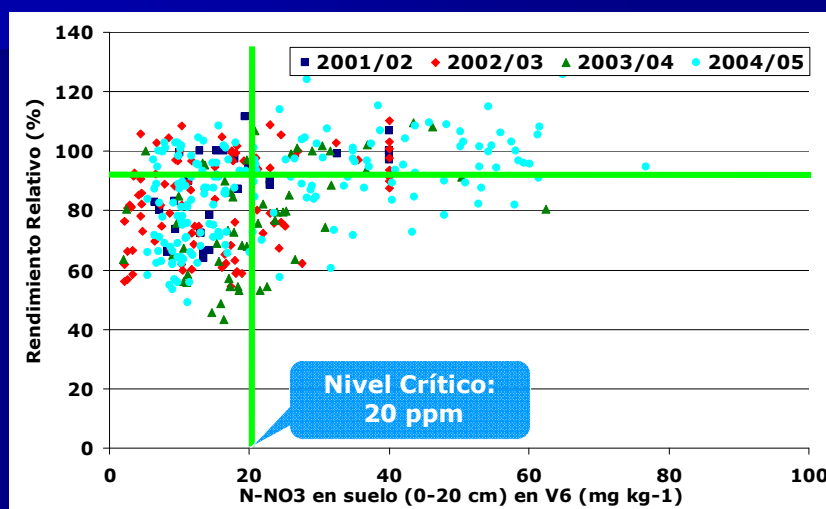
2600 kg/ha → U\$260 (Maíz a U\$100/ton)

Costo → U\$104 (Urea de U\$500/ton)

Beneficio de U\$156

## Fertilización N en Maíz

Red de Ensayos AAPRESID-Profertil 2001/02 – 2004/05  
23 sitios en Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, y Santa Fé



Bianchini, 2005

## Maíz: Dosis de N a aplicar según análisis de nitratos al estado V5-6



$$\text{Dosis de N (kg/ha)} = (\text{NC} - \text{CS}) \times F$$

NC = nivel crítico (20-25 ppm N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

CS = concentración de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en el suelo (ppm)

F = factor de conversión ≈ 8-13 kg N/ha por ppm N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en el suelo

### Ejemplo

$$\begin{aligned} \text{Dosis de N (kg/ha)} &= (22 \text{ ppm} - 16 \text{ ppm}) \times 10 \text{ kg N/ppm} \\ &= 60 \text{ kg/ha de N o } 130 \text{ kg/ha de urea} \end{aligned}$$

### Valor del factor de conversión (F)

- Blackmer et al. (1997) para Iowa (EE.UU.): 9 kg N/ha por ppm N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- Echeverría et al. (2005) para el sudeste de Buenos Aires: 8-10 kg N/ha por ppm N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- Bianchini et al. (2005) para Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe: 12-13 kg N/ha por ppm N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (0-20 cm)

## Fertilizantes nitrogenados Momento, Formas y Fuentes de aplicación

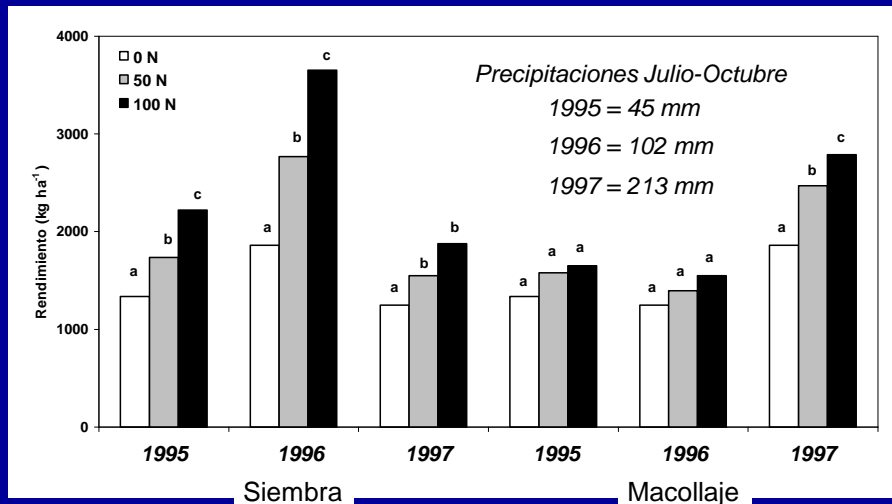


- **Maíz**
  - Aplicaciones en 5-6 hojas son más eficientes bajo condiciones húmedas entre la siembra y la aplicación
  - Aplicaciones a la siembra presentan similares eficiencias con bajas precipitaciones entre la siembra y 5-6 hojas
- **Trigo**
  - Aplicaciones al macollaje o divididas son más eficientes bajo condiciones húmedas entre la siembra y el final del macollaje
  - Aplicaciones a la siembra presentan mayores eficiencias en condiciones secas entre la siembra y fin de macollaje
- 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.



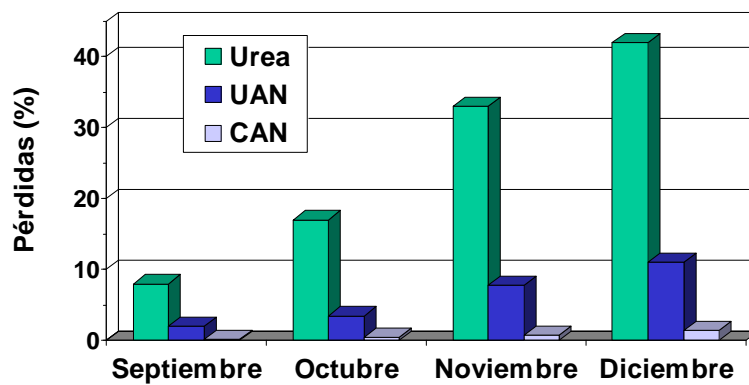
## Momento de fertilización nitrogenada en trigo en el oeste de Buenos Aires

Díaz Zorita (2000) - EEA INTA Gral. Villegas



## Volatilización de amoníaco a partir de distintas fuentes nitrogenadas

EEA INTA Rafaela - Fontanetto (1999)



Dosis de 50 kg/ha de N al Voleo en Siembra Directa

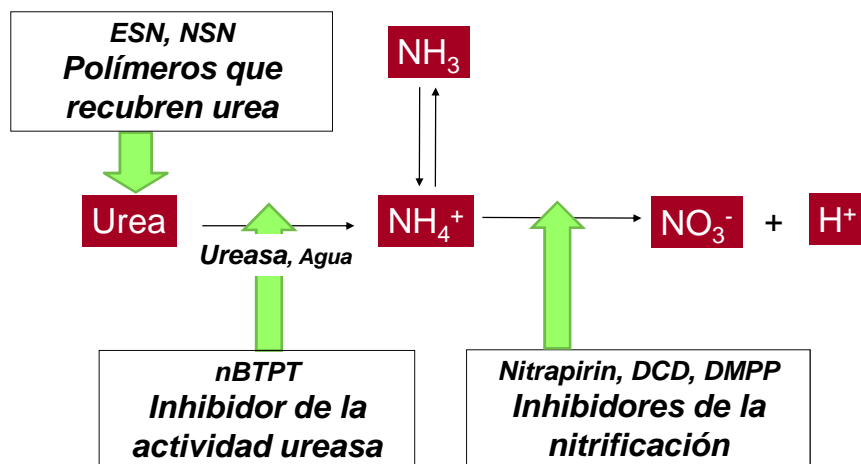



## Nuevos productos fertilizantes

Fertilizantes de liberación lenta o estabilizados

- Cubiertos con polímeros: N (ESN, NSN) o P (Avail)
- Inhibidores de la ureasa: NBPT (Agrotain)
- Inhibidores de la nitrificación: DMPP (Entec), nitrapirin o DCD

## Efectos de inhibidores en fertilizantes modificados






## Fuentes de N e inhibidores de la ureasa

### Trigo en Rafaela (Santa Fe) - Campaña 2008/09

*Fontanetto y col., 2010*

Tratamiento	Perdidas N-NH <sub>3</sub>	Rendimiento	Eficiencia agronómica
	%	kg/ha	kg trigo/kg N
Testigo	0.16	1717 d	-
Urea 40N	7.6	2098 c	9.5
Urea 80N	14.5	2565 ab	10.6
UAN/TSA 40N	3.1	2433 b	17.9
UAN/TSA 80N	4.7	2787 a	13.4
Urea 40N + NBPT	1.1	2422 b	17.6
Urea 80N + NBPT	1.6	2811 a	13.7

- Argiudol típico - MO 3.07 - pH 5.9 - Antecesor Maíz 2ª (11800 kg rastrojo)
- Baja disponibilidad de N-nitratos a la siembra
- Siembra 11/7/08, Aplicaciones al voleo 21/7/08
- Adecuadas precipitaciones en el barbecho, bajas entre siembra y llenado de granos
- Todos los tratamientos con 36 kg/ha de S



## Inhibidores de la ureasa

### Maíz de primera en Rafaela (Santa Fe)

*Fontanetto, Bianchini y col., 2007/08*

Tratamiento	Perdidas N-NH <sub>3</sub>	Rendimiento	Eficiencia agronómica
	%	kg/ha	kg maíz/kg N
Testigo	-	7334	-
Urea 70N	10	8381	15
Urea 140N	25	9623	16
Urea 70N + NBPT	4	9166	26
Urea 140N + NBPT	6	10368	22

## Efectos de distintos fertilizantes junto a la semilla

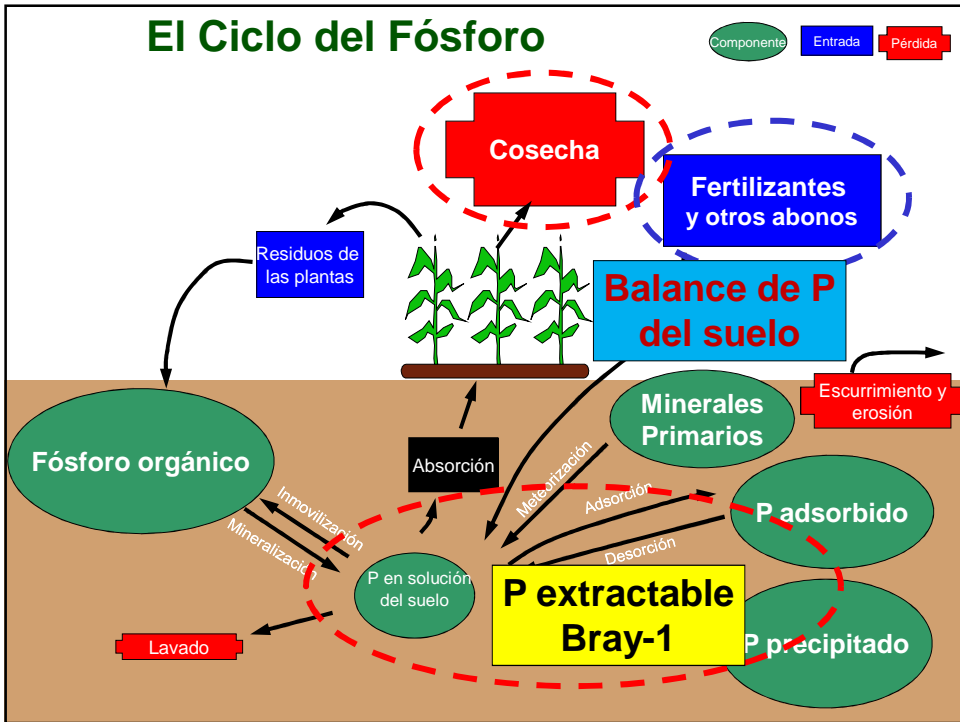
Los efectos fitotóxicos dependen de:

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



Dosis críticas estimadas, de manera preliminar, para pérdidas del 20% y 50% de plantas para diversos cultivos y fuentes de fertilizantes. Los rangos indicados responden a condiciones de tipo y humedad de suelo

Cultivo	Tipo de Fertilizante	Dosis Crítica (kg ha <sup>-1</sup> )	
		20% #	50% #
Trigo	Urea	30 - 50	75 - 120
Soja	FDA-FMA-SFT ##	20 - 40	55 - 75
	SFS	20 - 80	60 - 120
	SA	20 - 30	60 - 80
Maíz	Urea	15 - 30	60 - 80
	NA-CAN-SA	60 - 80	100 - 130
	FDA	60 - 80	130 - 170
Girasol	Urea-NA-CAN-SA	20 - 40	60 - 90
	FDA	40 - 50	80 - 120
Cebada	Urea	30 - 50	80 - 100
Alfalfa	Urea-SA	20 - 30	50 - 70
	FDA-SFT	90 - 110	160 - 200



## ¿Cómo deberíamos manejar fósforo?

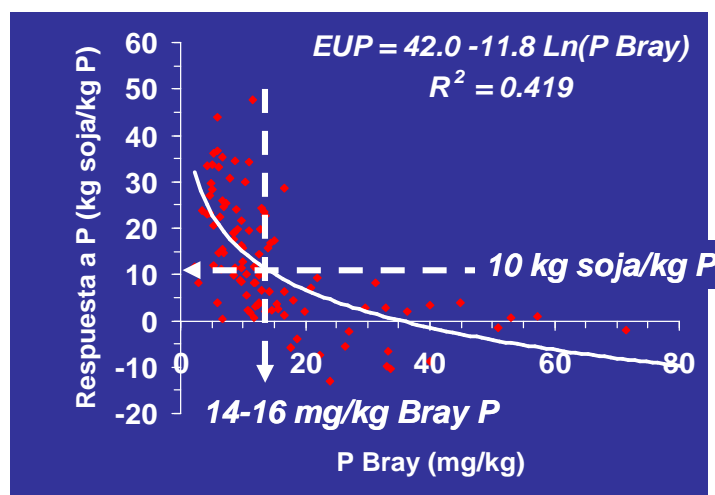
- Conocer el nivel de P Bray según análisis de suelo



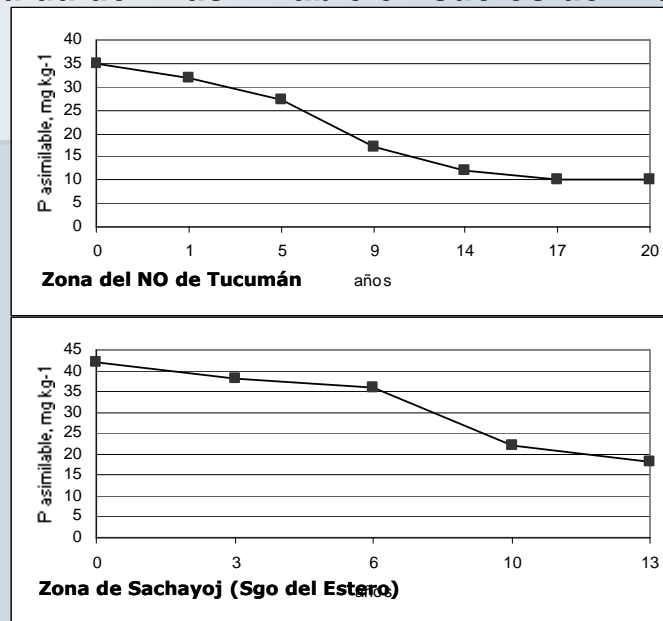
### Respuesta a P en Soja

101 ensayos Región Pampeana Argentina (1996-2004)

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



## Caída del P asimilable en suelos del NOA

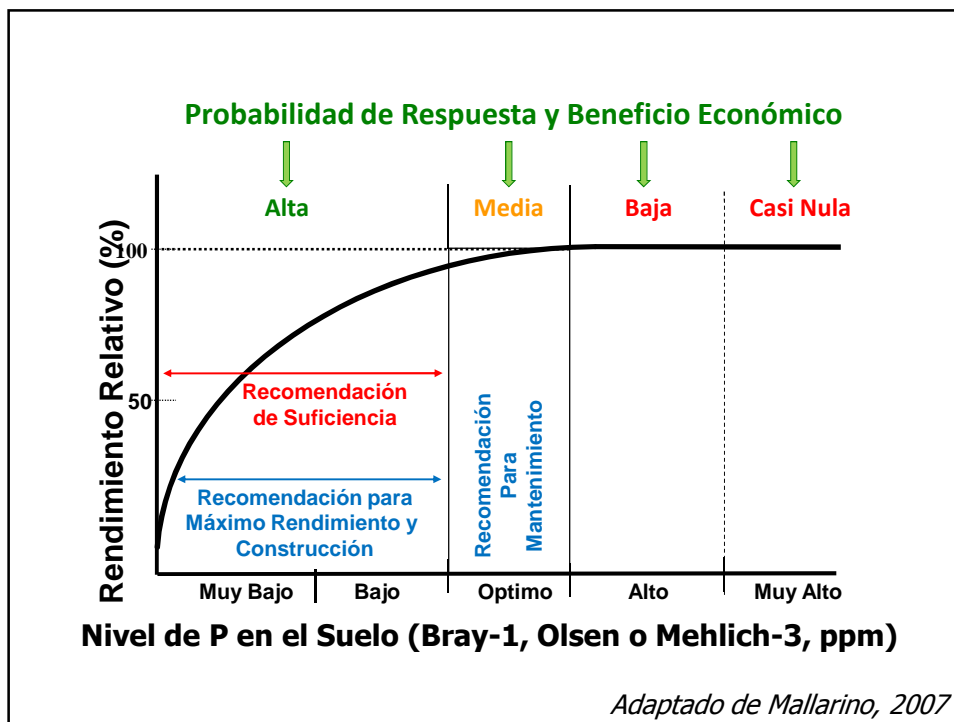


Sanchez (2005)

## ¿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**

- Hay un nivel crítico de análisis de suelo, deficiencia o suficiencia.
- Se fertiliza por debajo del nivel crítico, si la respuesta es probable.
- 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.

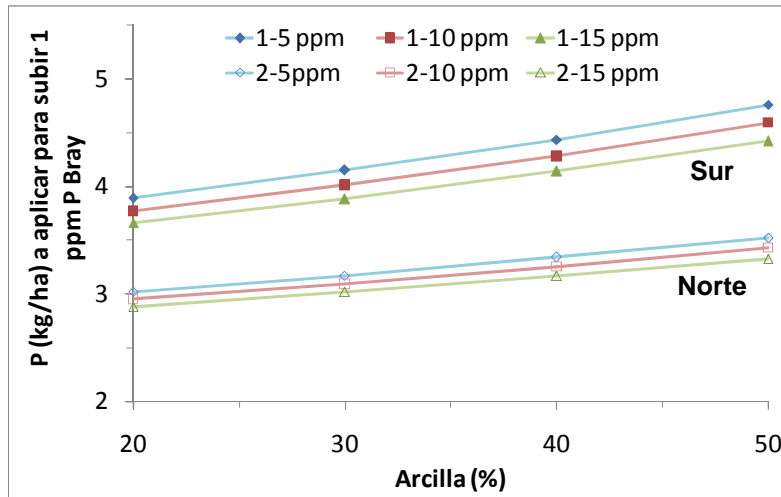
***Mallarino, 2006***





*¿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/m<sup>3</sup> y profundidad de 0-20 cm

*Filosofías de Manejo de la Fertilización  
de nutrientes de baja movilidad*

**2. Subir al Nivel Deseado y Mantenerlo**

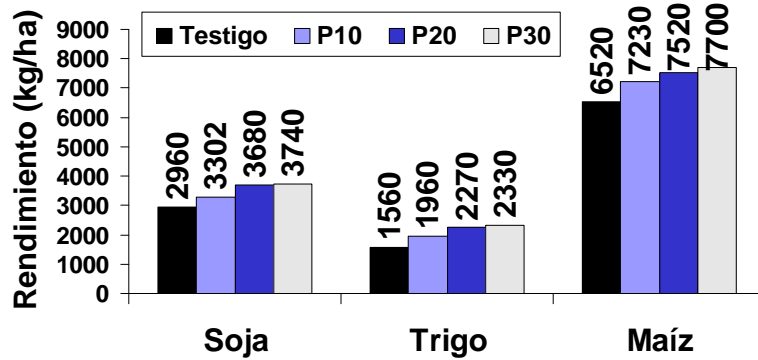
- No se debe trabajar en la zona de deficiencia grave y probable.
- Si el nivel de P o K es bajo, se fertiliza no solo para alcanzar el máximo rendimiento, sino para asegurar que se sube el nivel inicial.
- Llegar al óptimo nivel en 4 a 6 años y mantenerlo, generalmente basado en la remoción de nutriente con las cosechas.

**Mallarino, 2006**



## Residualidad de Fósforo en el NOA Rotación soja - trigo - maíz

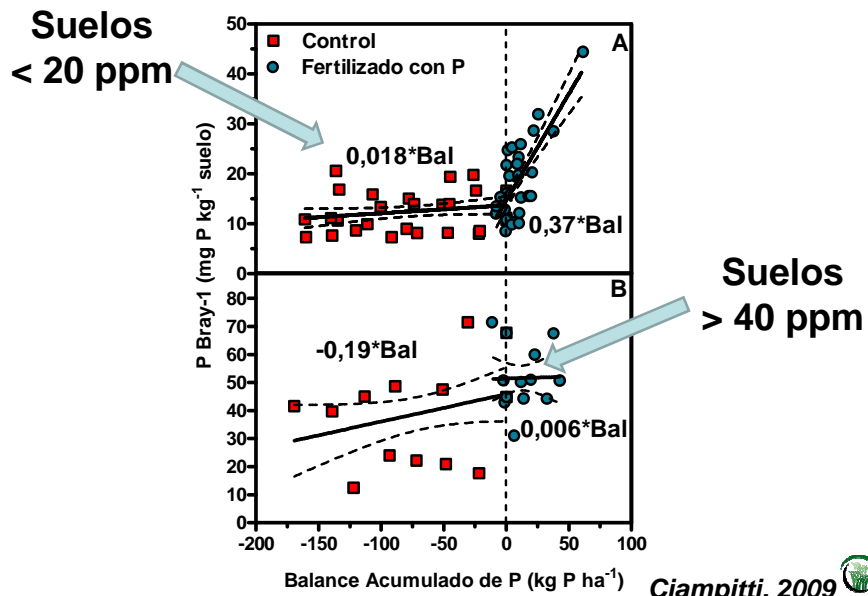
Fuente: H. Sánchez - EEA INTA Famaillá



P aplicado a la soja; suelo franco limoso; MO: 2.1%; P: 8.3 ppm

Fertilización con N: Trigo: 15 kg N - Maíz: 30 kgN

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





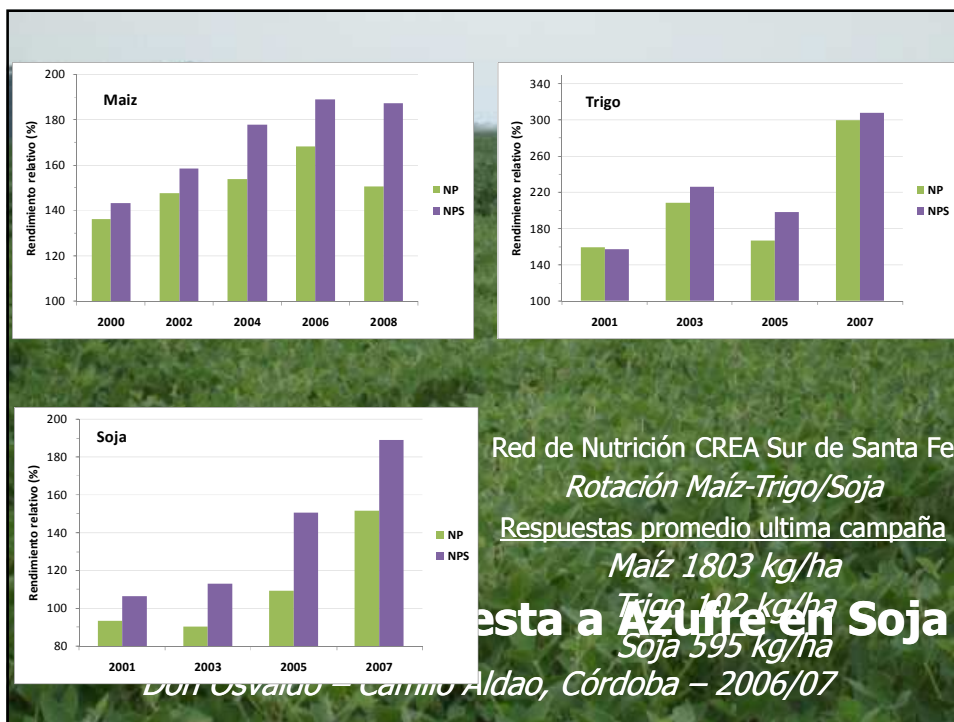
## **ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE APLICACIÓN DE P**

- **Forma y Momento**
  - P en bandas a la siembra
  - Voleo bajo siembra directa en aplicaciones anticipadas al menos 60 días a la siembra del cultivo
- **Fuente**

Las fuentes fosfatadas solubles presentan similares eficiencias de uso (FDA, FMA, SFT o SFS)

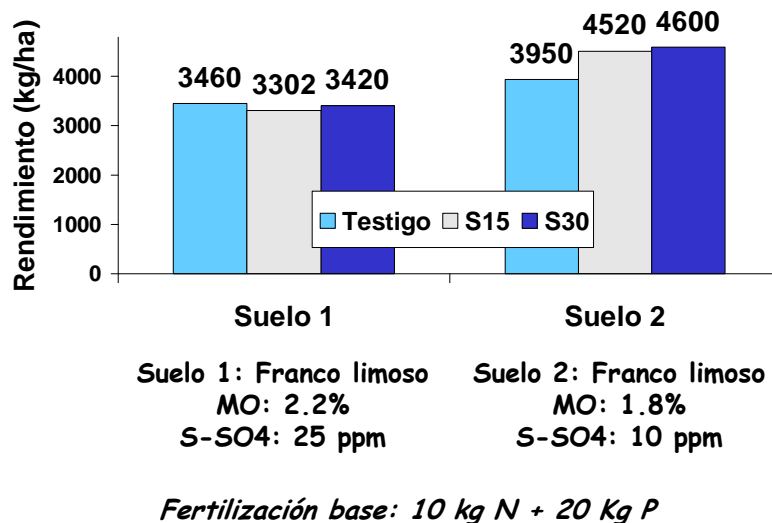


**Respuesta a Azufre en Soja**  
INTA Casilda - Santa Fe - 1998/99



## Soja : Respuesta a Azufre en el NOA

Fuente: H. Sánchez - EEA INTA Famailá



### **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

## ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE APLICACIÓN DE S

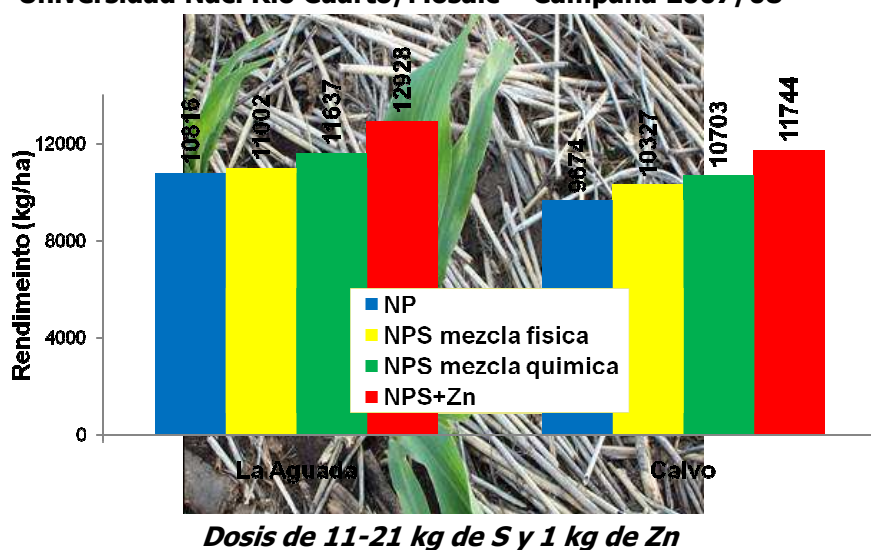


- Las aplicaciones de S pueden realizarse al voleo o en línea.
- Las fuentes azufradas que contienen sulfatos presentan similares eficiencias de uso. El yeso, de menor solubilidad, debe aplicarse en partículas de tamaño pequeño para permitir un buen contacto con el suelo y facilitar su disolución
- Considerar la calidad del yeso a utilizar

## Zinc en Maíz

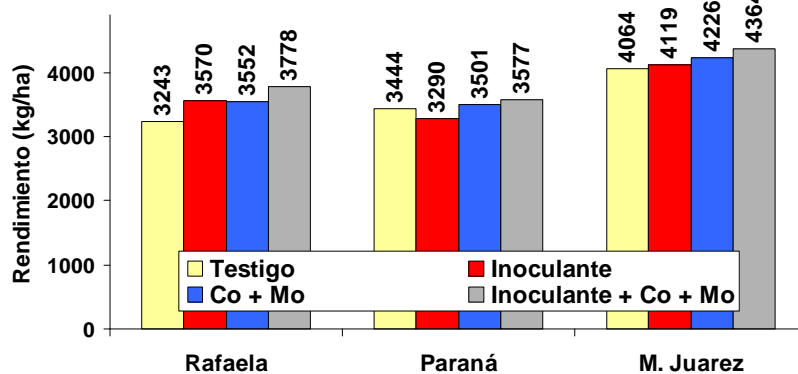


Universidad Nac. Rio Cuarto/Mosaic – Campaña 2007/08



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

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



### Respuestas Promedio

**Inoculación** 76 kg/ha  
**Co + Mo** 176 kg/ha  
**Inoculación + Co + Mo** 323 kg/ha

## Boro Foliar en Soja de Segunda

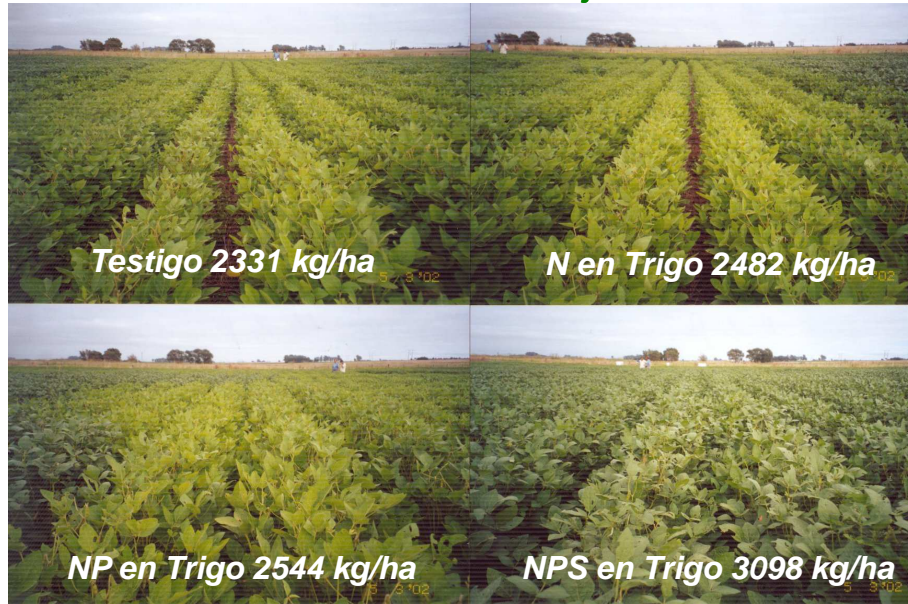
San Carlos (Santa Fe)

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

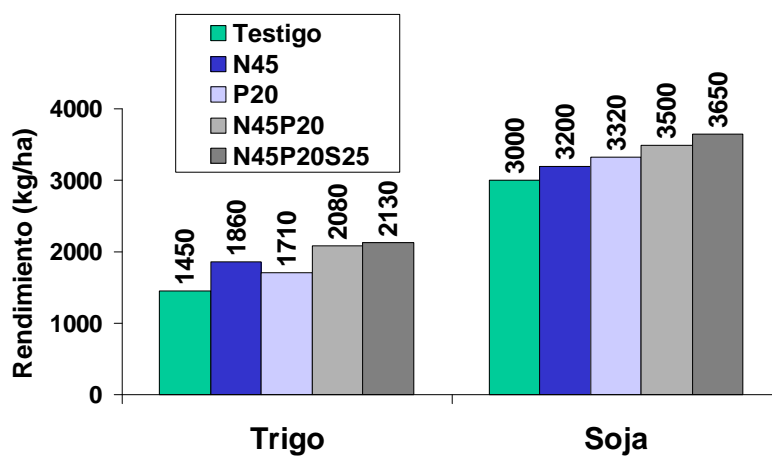
- Análisis de suelo: MO 2.5% - pH 5.9 - B 0.47 ppm
- Boro aplicado como Solubor (15% B) en 150 L/ha de agua en R2-3
- Variedad A 6411 sembrada el 17/12/2008 a 0.42 m entre surcos
- Fertilización de base: 19 kg/ha de S, 30 kg/ha de P y 400 kg/ha de calcita

Red de Ensayos Trigo/Soja Proyecto INTA Fertilizar  
**Ensayo INTA Cañada de Gomez - G. Gerster y col. - 2001/02**  
**Residualidad en Soja II**



**NPS en Trigo/Soja en el NOA**

*Fuente: H. Sánchez - EEA INTA Famailá*



*Tratamientos aplicados al trigo*  
*Suelo franco limoso*  
*MO 2.0% - P 14 ppm - S-SO4 20 ppm*



