

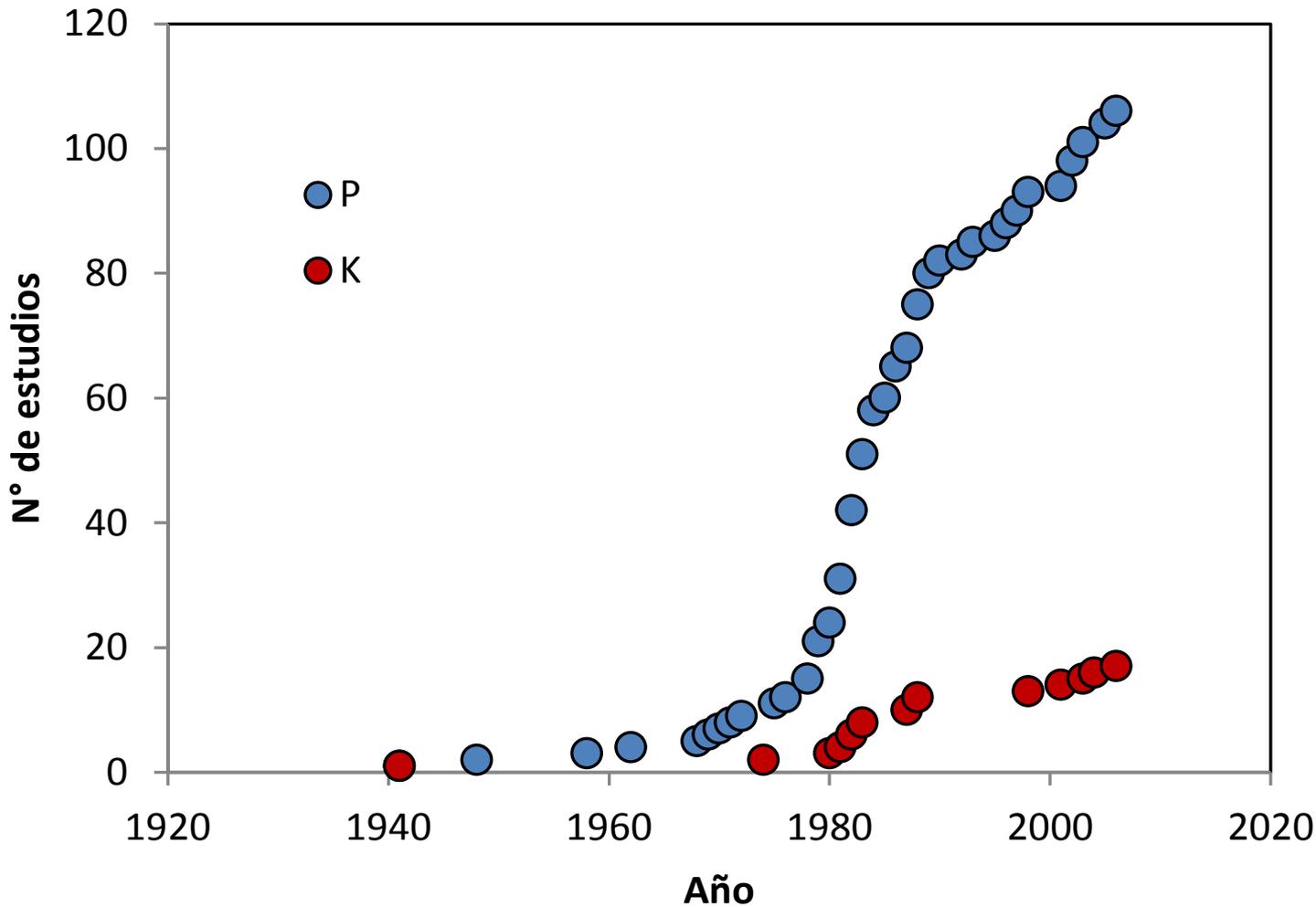
# Avances en estudios de potasio en Uruguay

Mónica Barbazán

# Avances en estudios de potasio en Uruguay

- qué hemos hecho
- qué estamos haciendo
- qué falta hacer

Los esfuerzos por entender la dinámica del K han sido muy escasos (& P o N).



## NIVELES PARA POTASIO (en miliequivalentes)

Bajo	Medio	Alto
Menos de 0,15	0,15 a 0,30	Más de 0,30

6

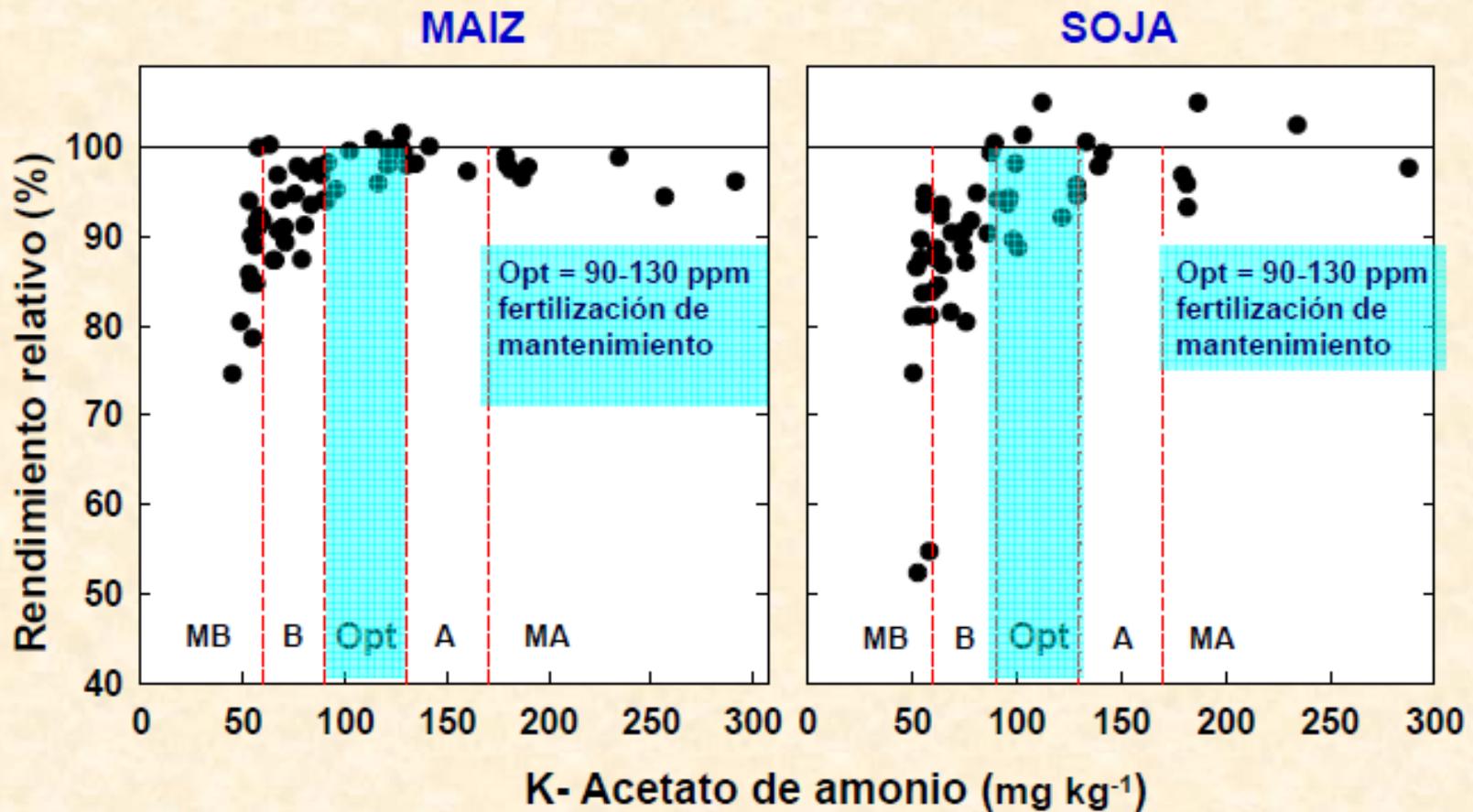
### Niveles de potasio.

Se dan estos niveles simplemente como puntos de referencia, ya que no se ha encontrado mayor respuesta a este nutriente en los ensayos realizados.

Cuando se indica nivel alto significa que no debe agregarse potasio. Para el nivel medio sería aconsejable agregar, como dosis de seguridad, en cultivos exigentes. Para el nivel bajo, debe agregarse siempre una dosis adecuada de dicho elemento. La generalidad de nuestros suelos no presentan deficiencias de potasio.

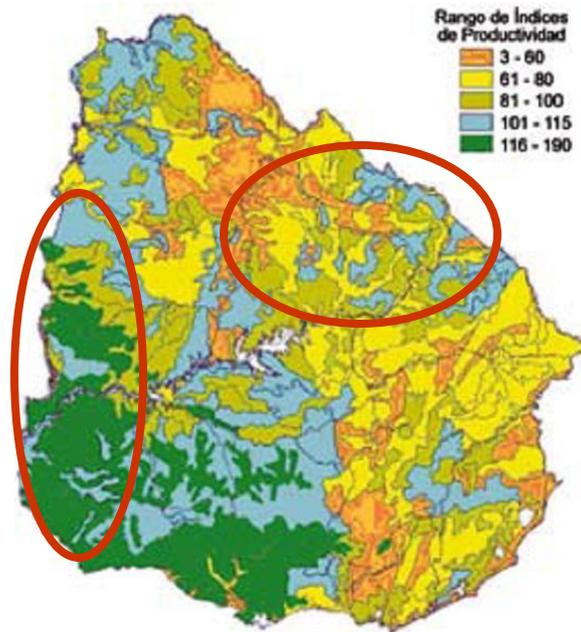
Oudri N.; J. L. Castro; R. Doti y A. Sedondi de Carbonell. 1976. Guía para fertilización de cultivos. Ministerio de Agricultura y Pesca, Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". Dirección de Suelos y Fertilizantes.

# Calibración para K usada en Iowa (previo a 2002)



90-130 ppm: 0.23-0.33meq/100

# Investigación nacional en K



-Laboreo convencional

-Otras variedades

-Pocos estudios o años de evaluación: Escasa o nula respuesta

- Moir, T. R. G. y E. E. Reynaert. **1962**. Ensayos de fertilización de cultivos. Comisión Honoraria del Plan Agropecuario. Ministerio de Ganadería y Agricultura. 60 experimentos en zona triguera. (Héctor Zamus, Lavalleja Castro, Héctor Laca y Adolfo Ingver).
- Docampo, R., M. Ferres, D. Zooby. **1981**. Efecto del encalado, fertilización fosfatada y potásica en la producción de soja en suelos arenosos de Tacuarembó. Tesis Ing. Agrónomo. **2** sitios.
- Marella, G., A. Crosa, J. Bordaberry. **1981**. Respuesta de la soja a la fertilización fosfatada y potásica. Tesis Ing. Agrónomo. **5** sitios.
- Colombo, M., J.R. Collares. **1982**. Efecto del encalado y fertilización PK en suelos arenosos ácidos. Tesis Ing. Agrónomo. **1** sitio.
- Pereira, G; M. Teixeira, A.Vercellino. **1983**. Efecto residual del encalado y la fertilización fosfatada en suelos arenosos ácidos (cultivo de soja). Tesis Ing. Agrónomo. **1** sitio.

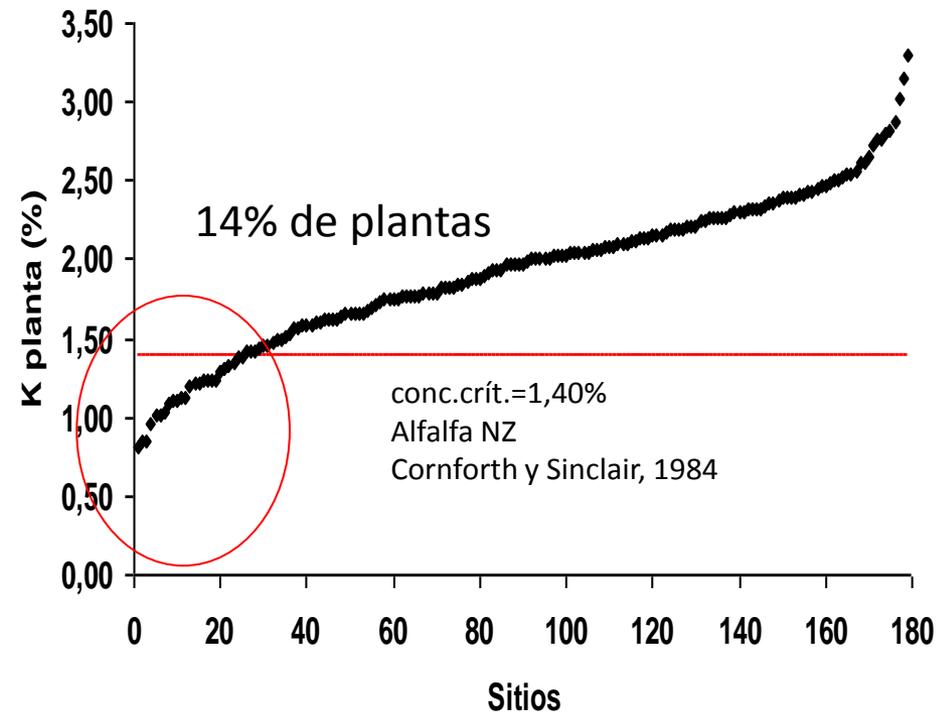
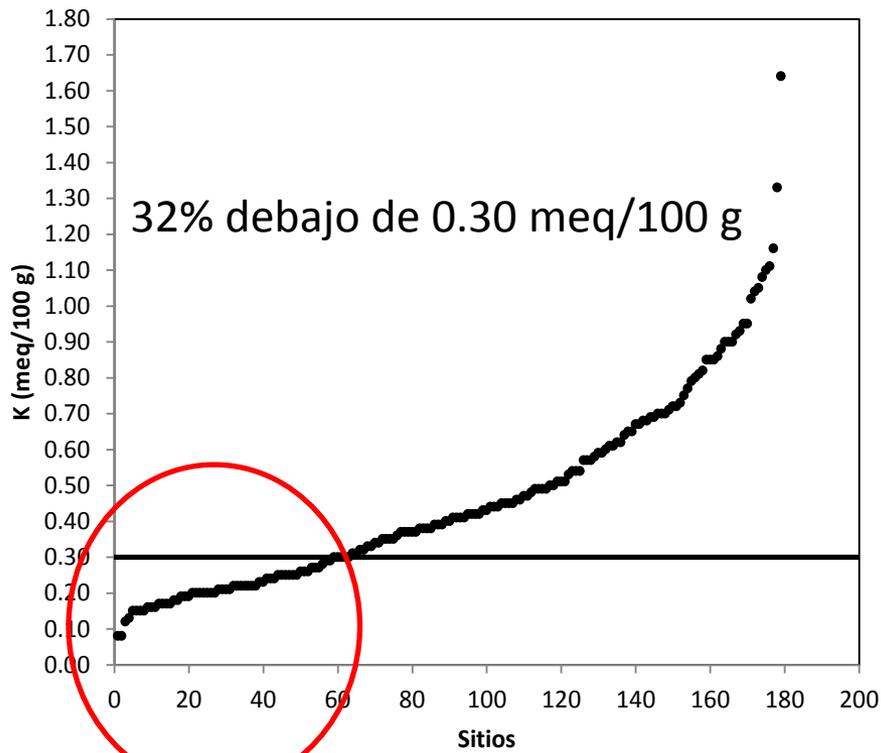
# Relevamiento de la fertilidad de los suelos bajo producción lechera en Uruguay. Morón, A. , W. Baetghen. 1996.

Cuadro 3. Características químicas y físicas de los suelos del relevamiento del área Young.

	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	% C org.	% arena	% limo	% arcilla
Media	5.97	5.32	2.05	47.2	26.9	25.9
Mínimo	4.90	4.40	0.72	20.0	11.0	2.0
Máximo	7.70	7.00	4.64	84.0	54.0	44.0
Desv. std.	0.55	0.60	0.78	14.1	8.7	8.8
	% N total	K int. meq/100 g	Bray I (a) µg P/g	Bray I (b) µg P/g	Resinas (a) µg P/g	Resinas (b) µg P/g
Media	0.19	0.44	19.6	12.0	30.8	18.9
Mínimo	0.07	0.08	3.4	3.5	8.0	3.0
Máximo	0.43	1.05	64.8	60.8	173.0	93.0
Des. std.	0.07	0.23	12.5	8.6	27.7	15.8

# Relevamiento de Lotus corniculatus

Barbazán, M., M. Ferrando, J. Zamalvide. 2007

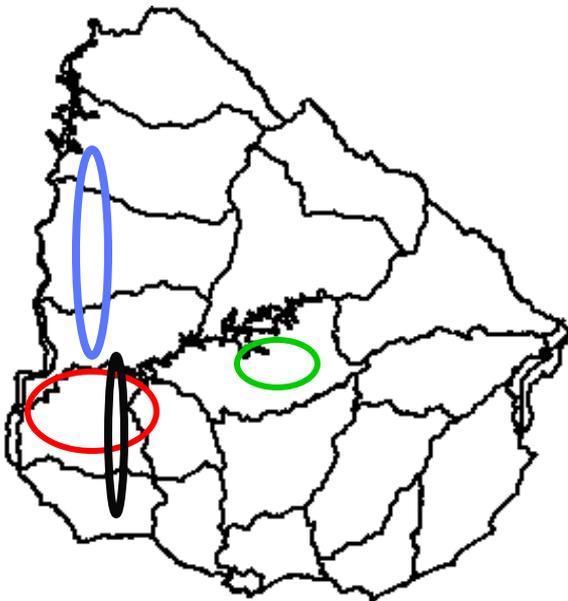


# Síntomas cada vez más frecuentemente observados en el campo

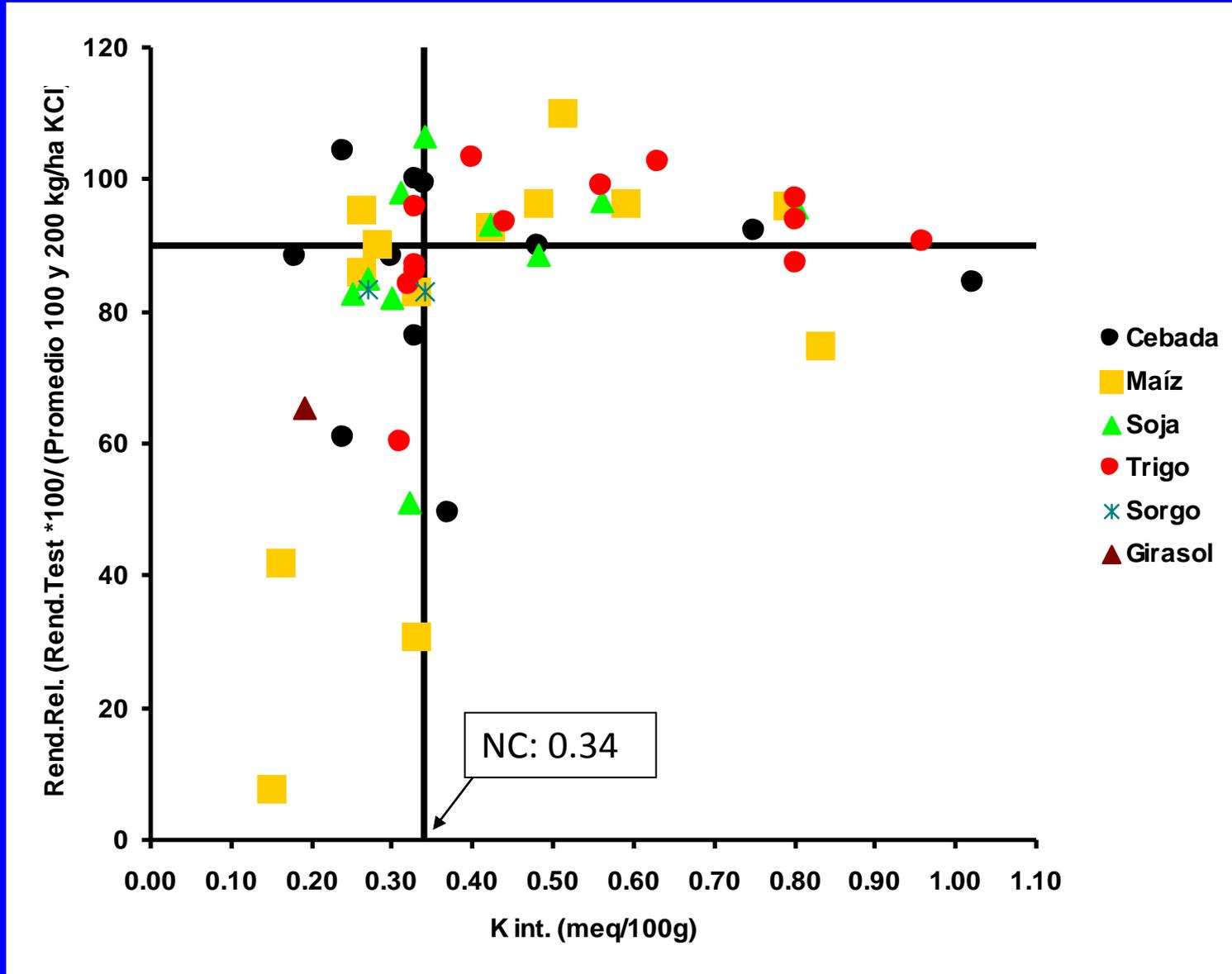


# Resumen de la información reciente

- **P.Almada. 2006. (Dir. J.M.Bordoli): 3 sitios de maíz. Durazno.**
- **J.D.Cano, F.García, O.Ernst, 2007 y 2008: 11 sitios de maíz, trigo, cebada. Salto, Paysandú y Río Negro.**
- **C.Bautes, M.Barbazán, L.Beux, 2007- 2010: 25 sitios de cebada, trigo, maíz, girasol, sorgo. Soriano y Flores.**
- **A.García, A.Quincke, S. Pereira, M. Díaz. 2009: 9 sitios de trigo y cebada. Colonia, Soriano y Río Negro.**



# ¿Cuál es el valor crítico?



# Concentración de K en suelos de Uruguay

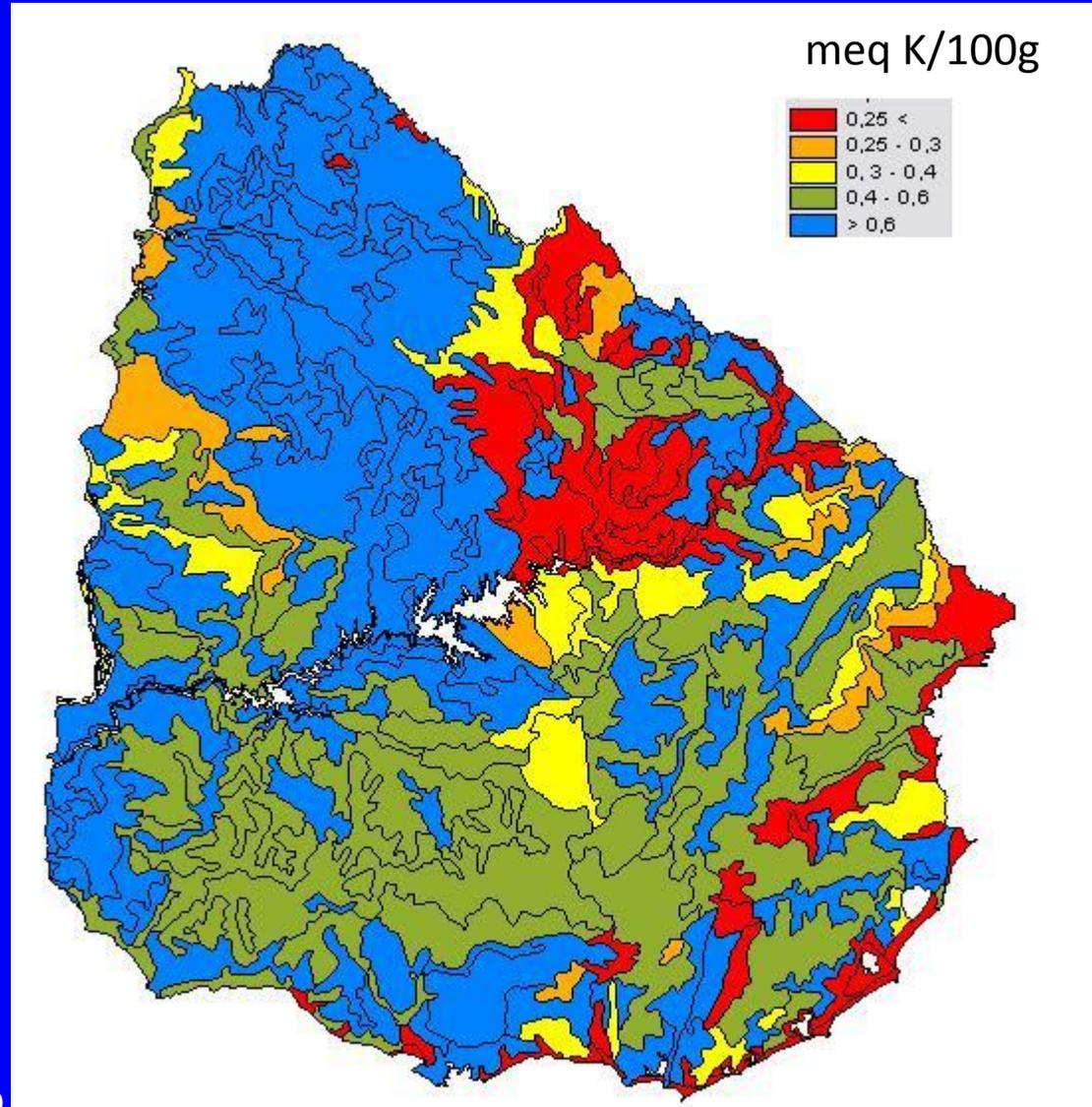
	K Int.	K no int.	K total	Textura	Miner. Fracc. Arcilla
	--- meq/100 g ---				
Brunosol C. Palma	0,11	0,13	1,47	FAcAr	s
Acrisol Tacuarembó	0,16	0,22	2,11	ArF	c
Argisol Salto	0,19	0,29	1,60	ArF	s - c
Vertisol Itapebí-T.A.	0,36	0,52	4,54	AcL	s
Argisol Algorta	0,39	0,21	1,85	ArF	s
Brunosol S.Gabriel-G	0,45	3,35	15,99	F	m
Brunosol Toledo	0,87	2,19	15,35	FAcL	m
Brunosol Bequeló	1,50	2,50	17,58	FAcL	s - m

Mineralogía Fr. Arcilla: s: smectita; m: mica; c: caolinita

Smectita: montmorillonita, mica: illita

# Distribución de K en suelos de Uruguay

Suelos bajo agricultura presentaban contenidos medios a altos de K (a 20 cm de profundidad)



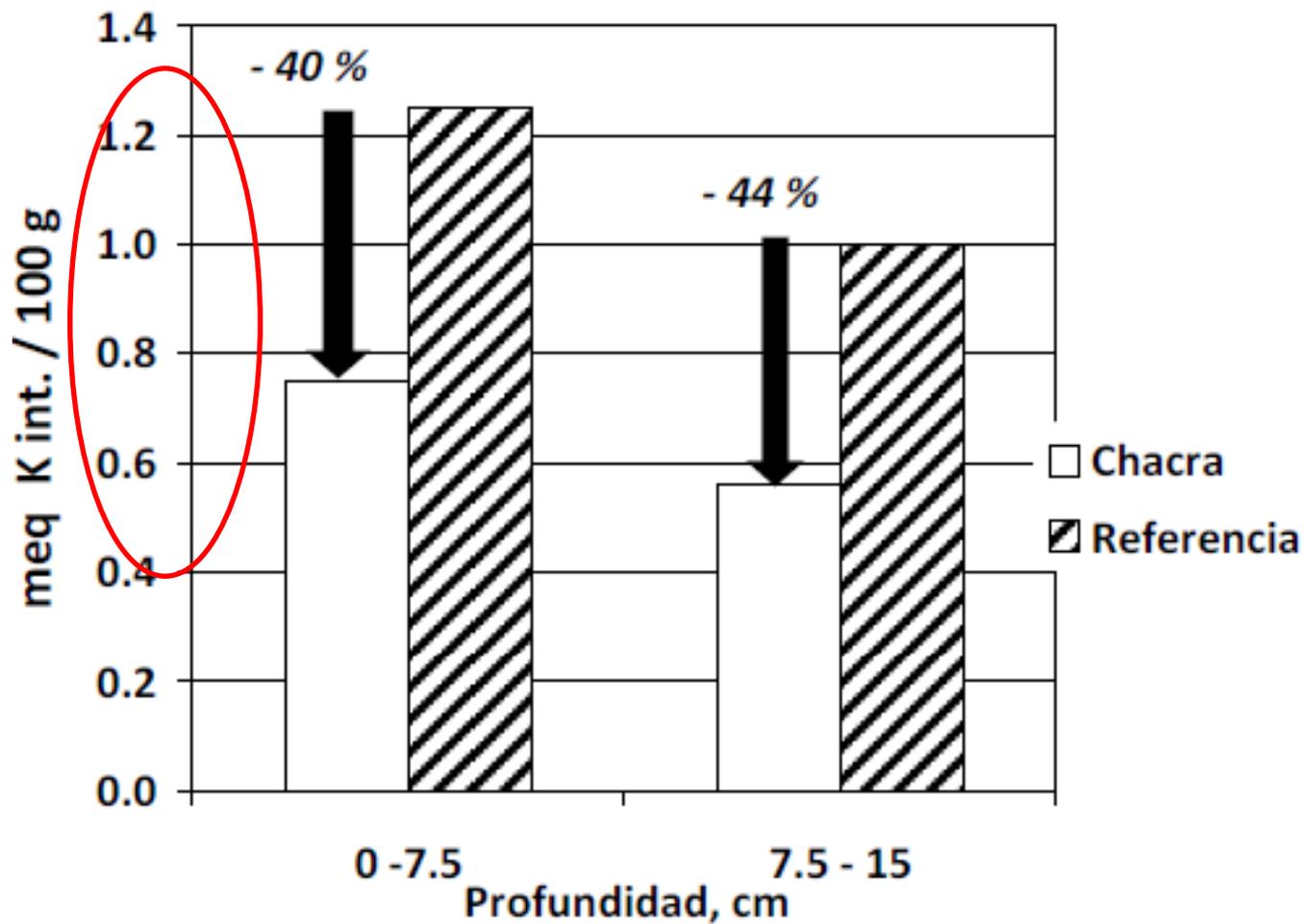
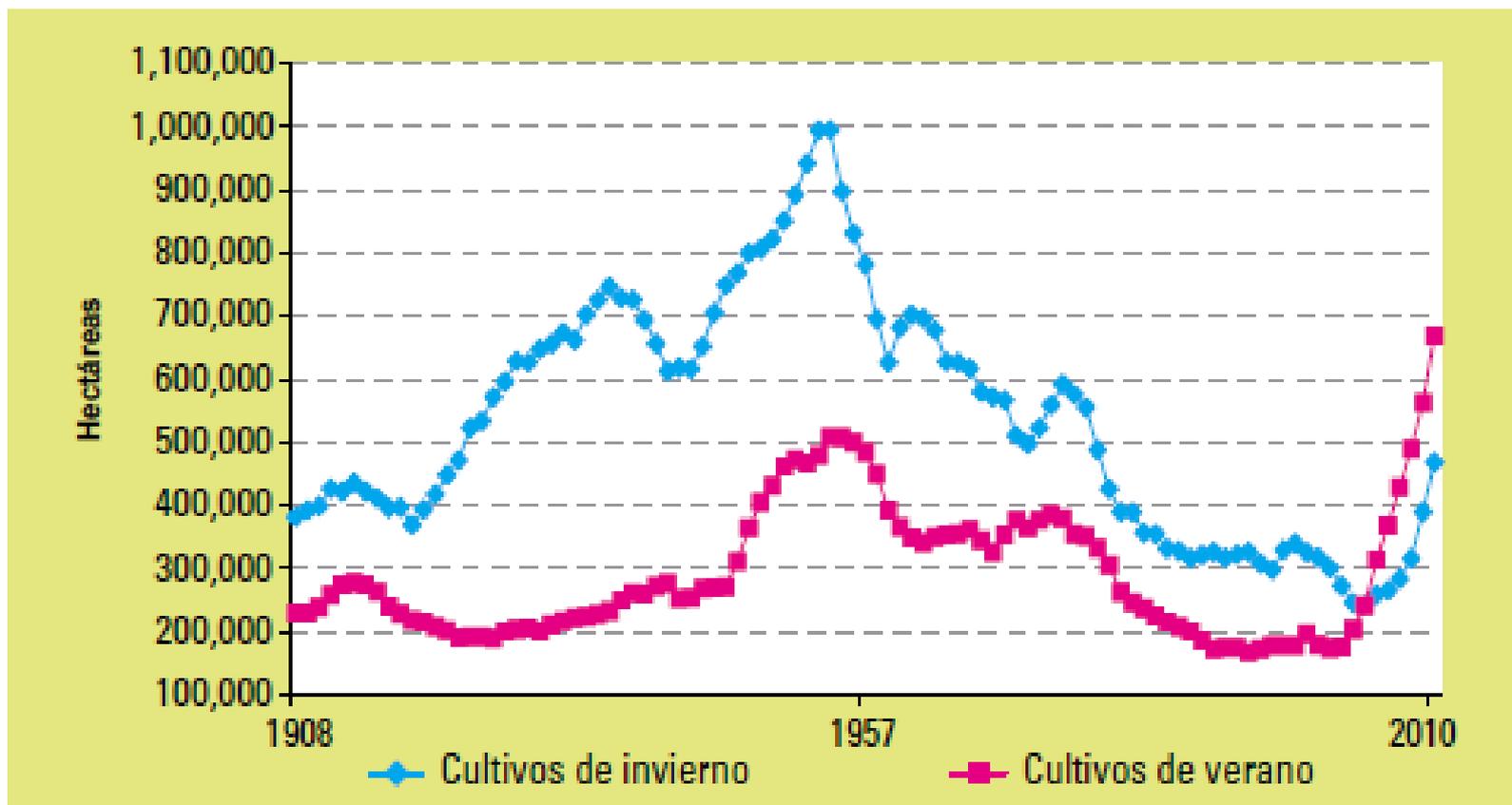


Fig. 5. Valores medios de K intercambiable de 48 chacras destinadas a cultivos del Dpto de Soriano y respectivos suelos de referentica según profundidad. (Morón y Quincke, 2010).

**Gráfica 2.** Superficie sembrada con los principales cultivos de invierno y de verano<sup>1</sup>. Años 1908-2010



Fuente: MGAP-DIEA

1. Promedios móviles quinquenales

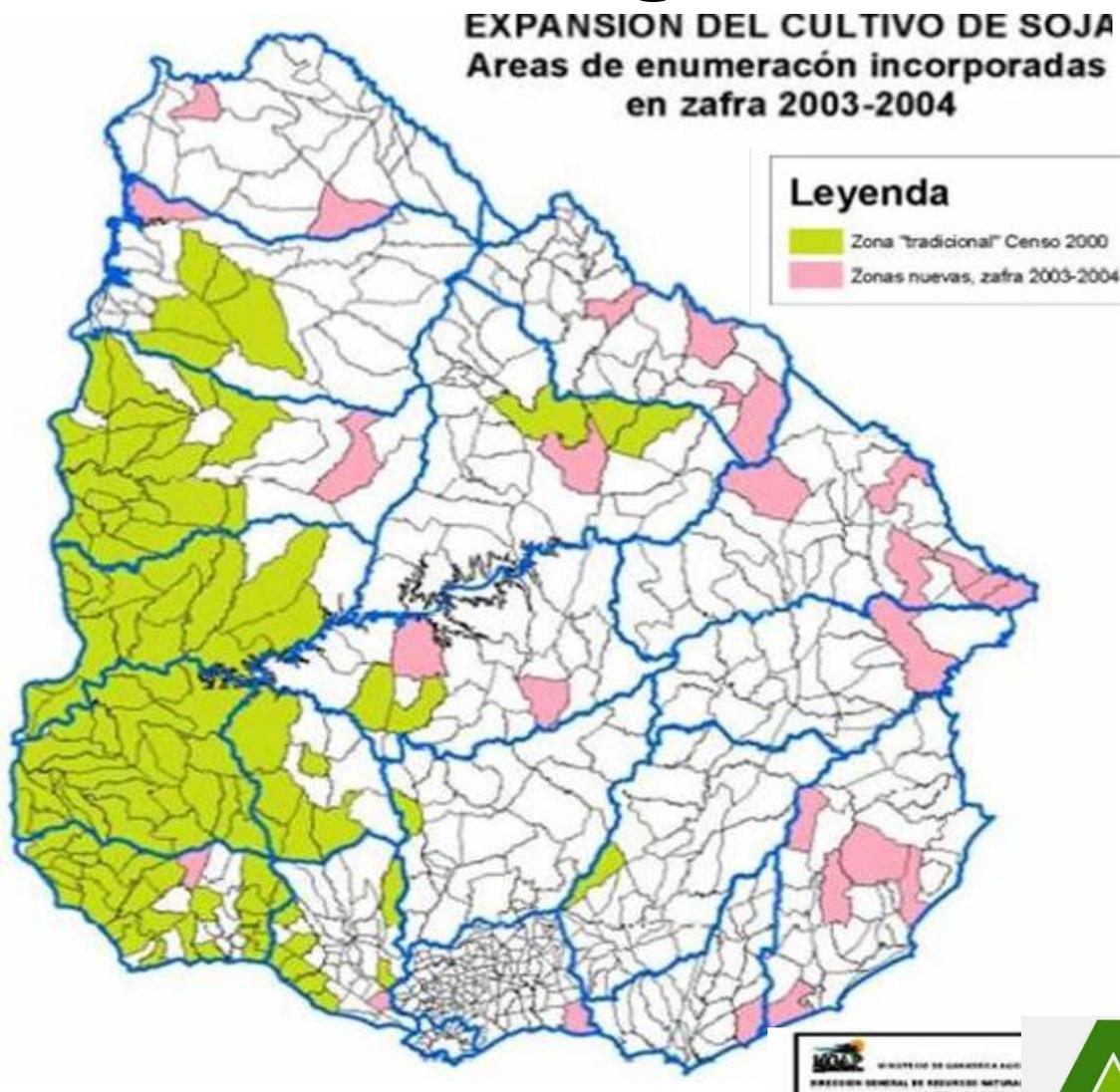
# Cambios ocurridos en la agricultura

Laboreo reducido

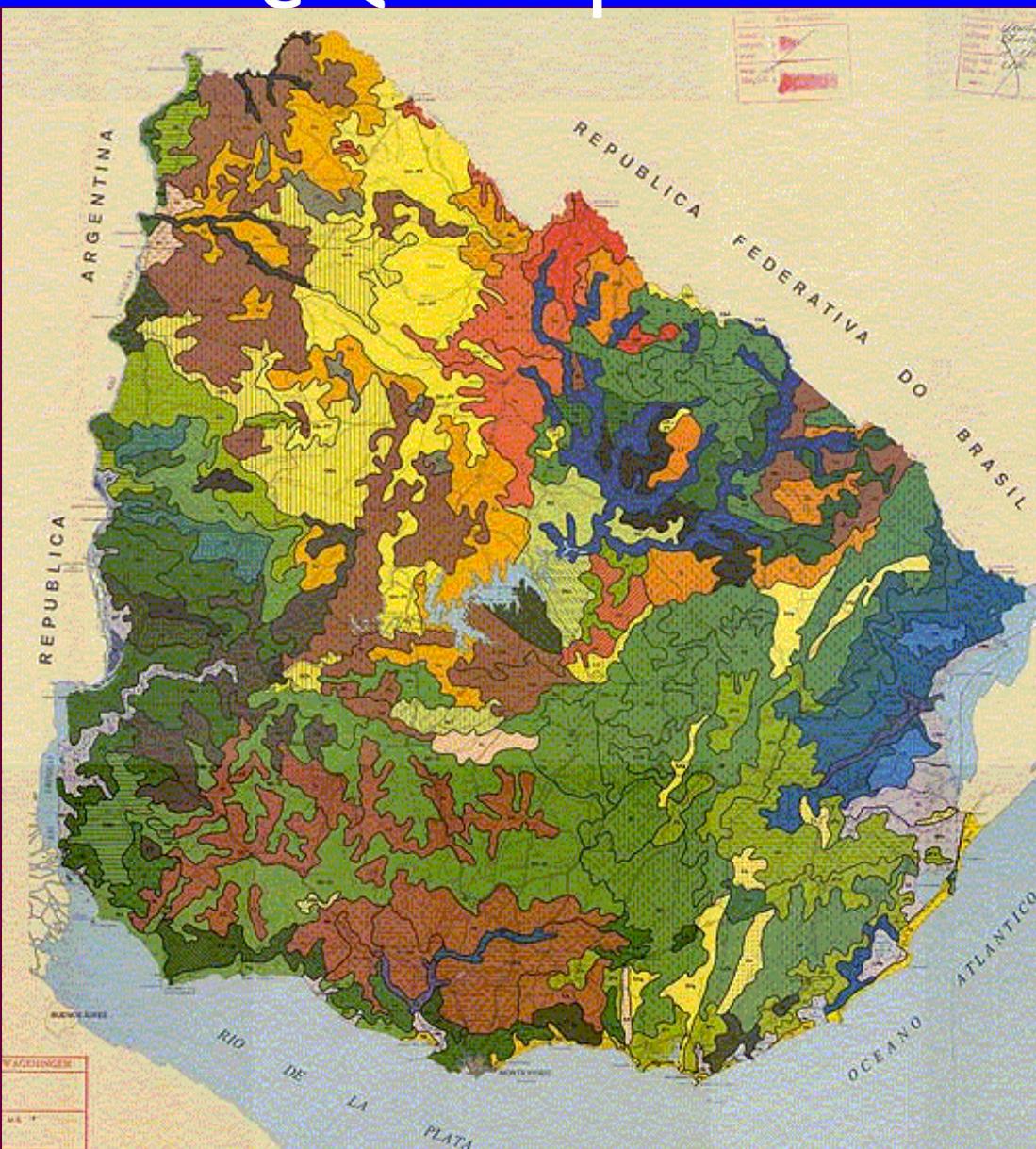
Variedades/híbridos

Agricultura en suelos marginales.

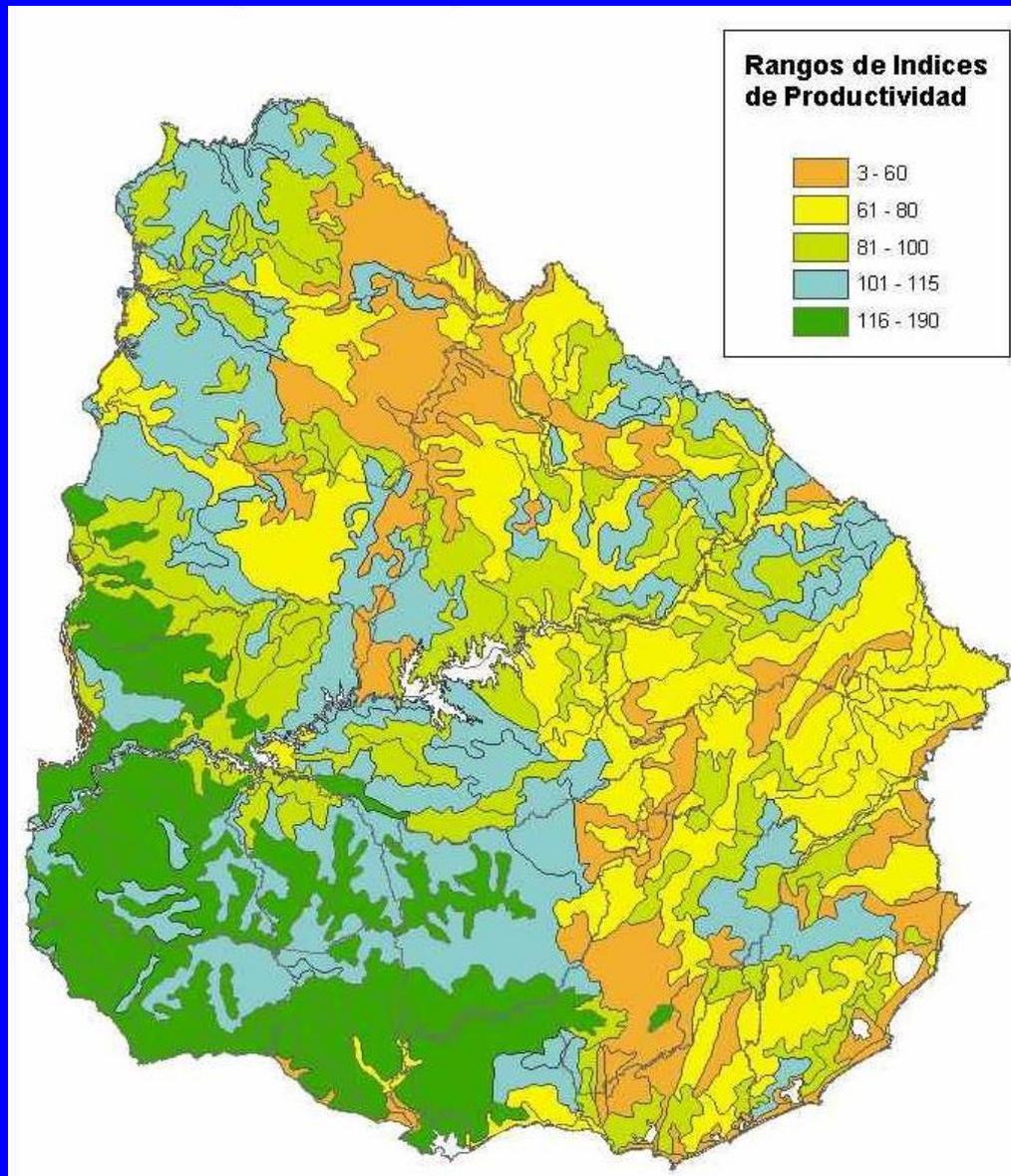
Intensificación: 1.5



# ¿Qué tipo de suelos tenemos?



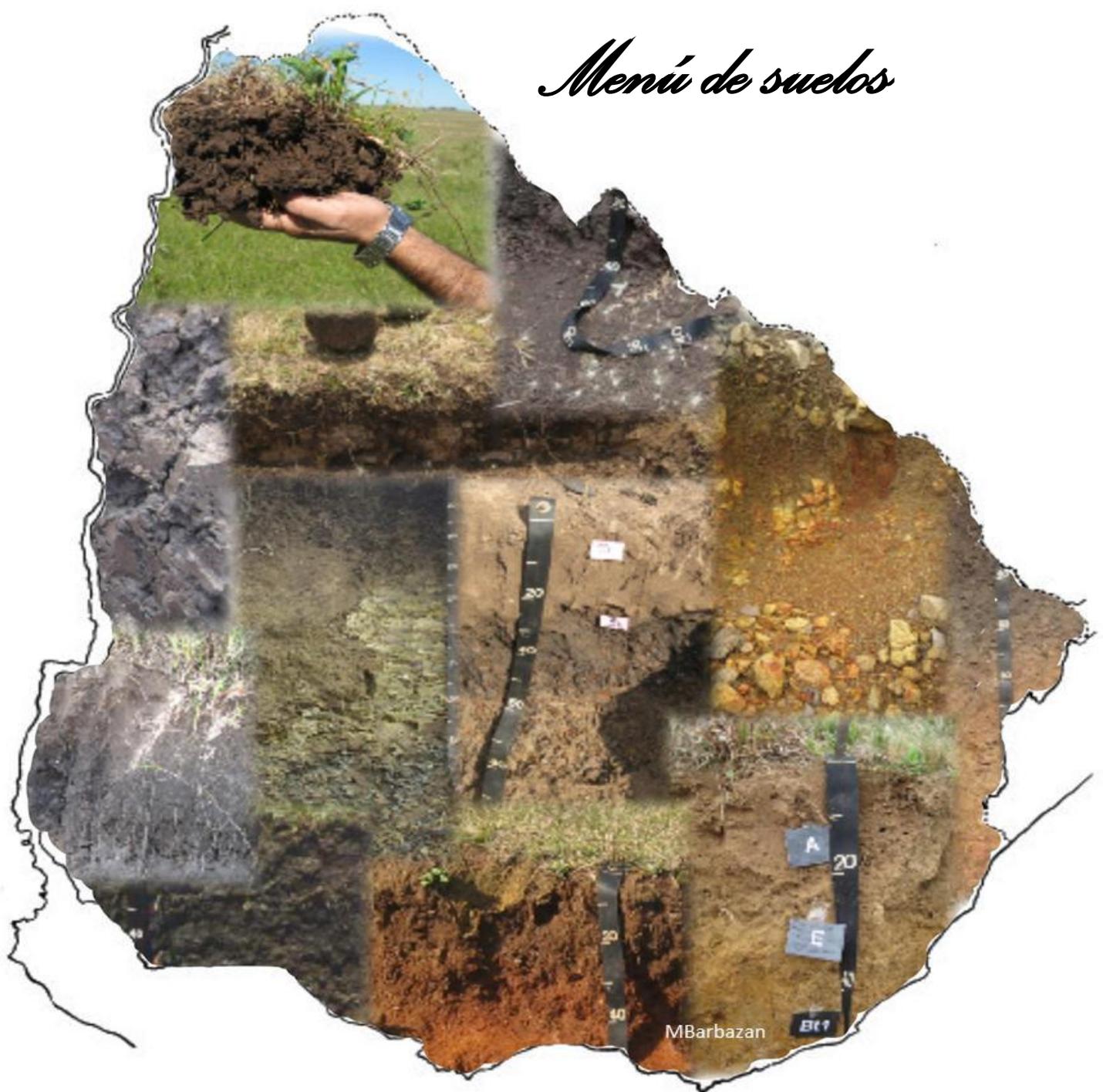
# ¿Qué tipo de suelos tenemos?



La distribución de productividad indica que los suelos más aptos están en el litoral y sur del país

(Índice de productividad promedio de las unidades  
1:1M. Fuente: RENARE-MGAP  
<http://www.mgap.gub.uy/Renare>)

# *Menú de suelos*

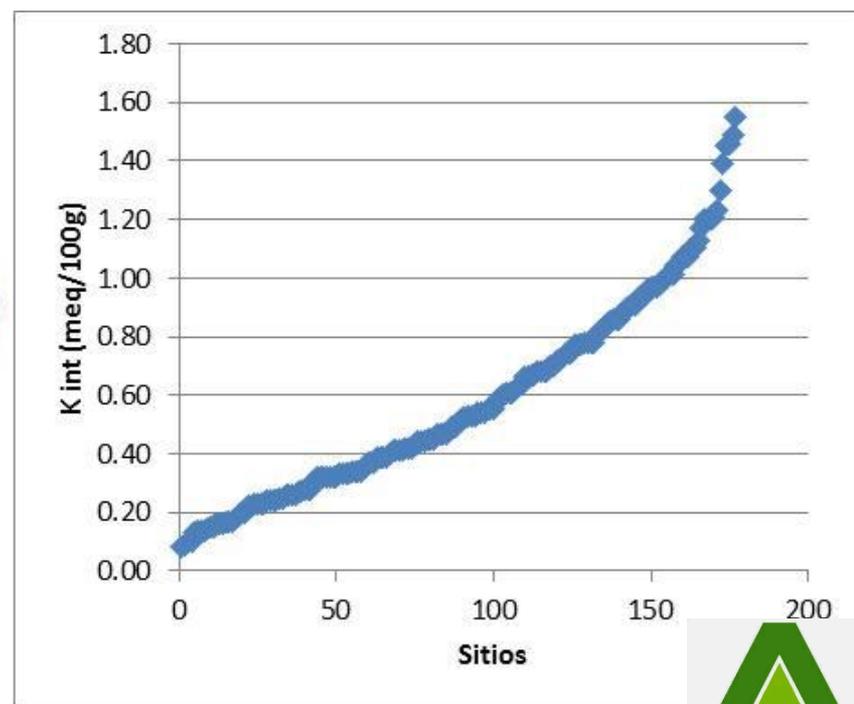
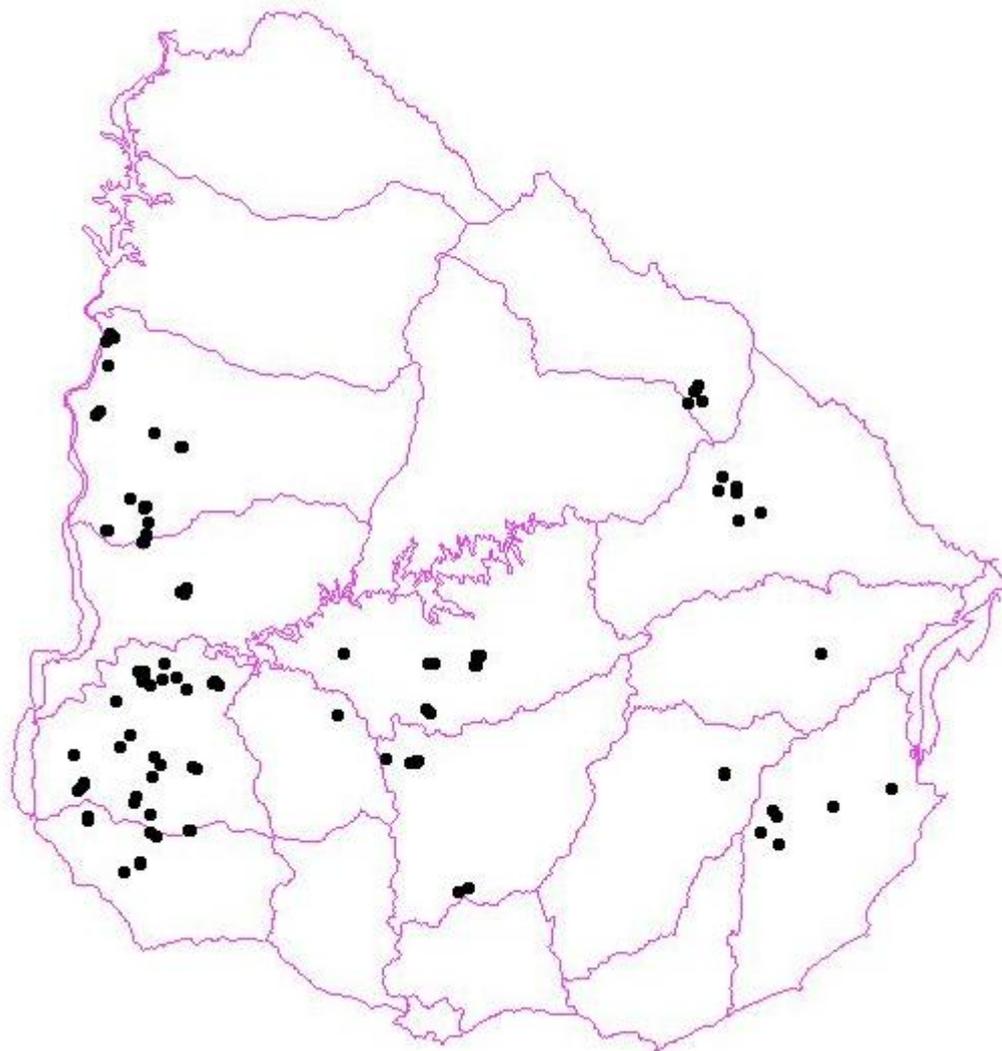


# Relevamiento de soja a floración: 170 chacras (zafras 2009-10, 2010-11)

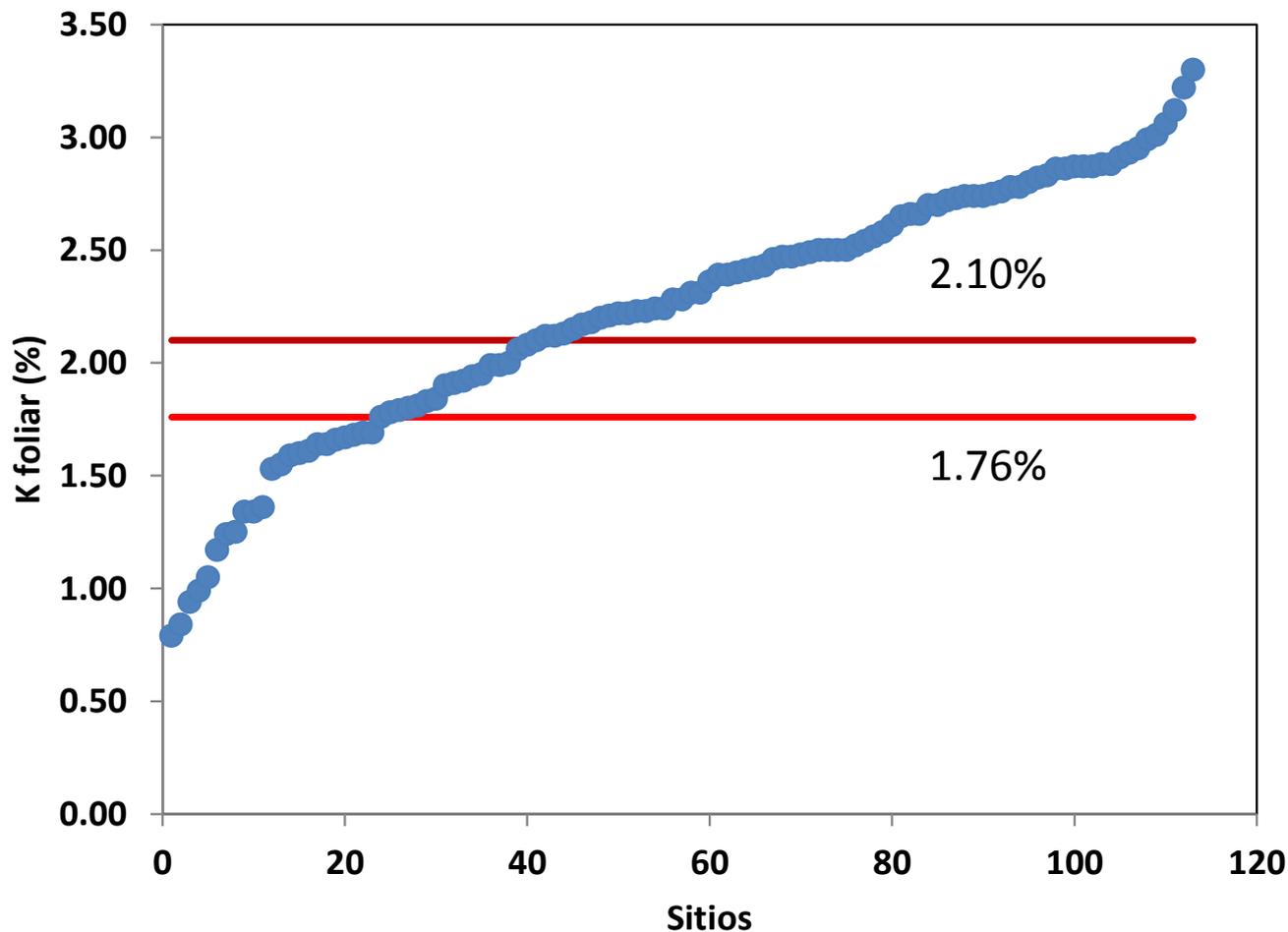
FPTA 257: M.Bordoli (Resp.) ,  
M.Barbazán y L.Rocha

## Datos preliminares

23% < de 0.30 meq/100 g de K int.

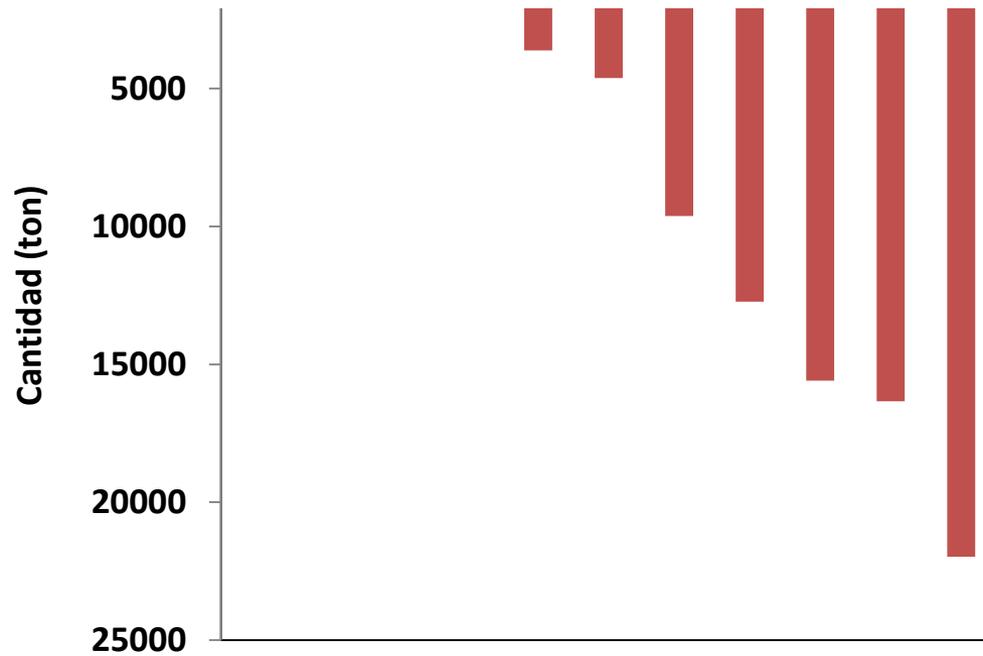
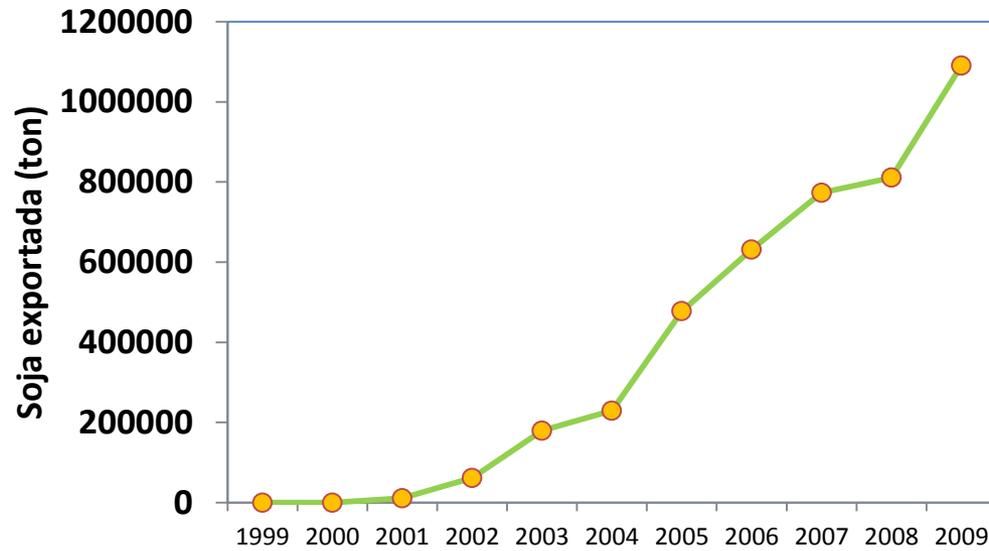


# Relevamiento de soja a floración: 170 chacras (zafras 2009-10, 2010-11)

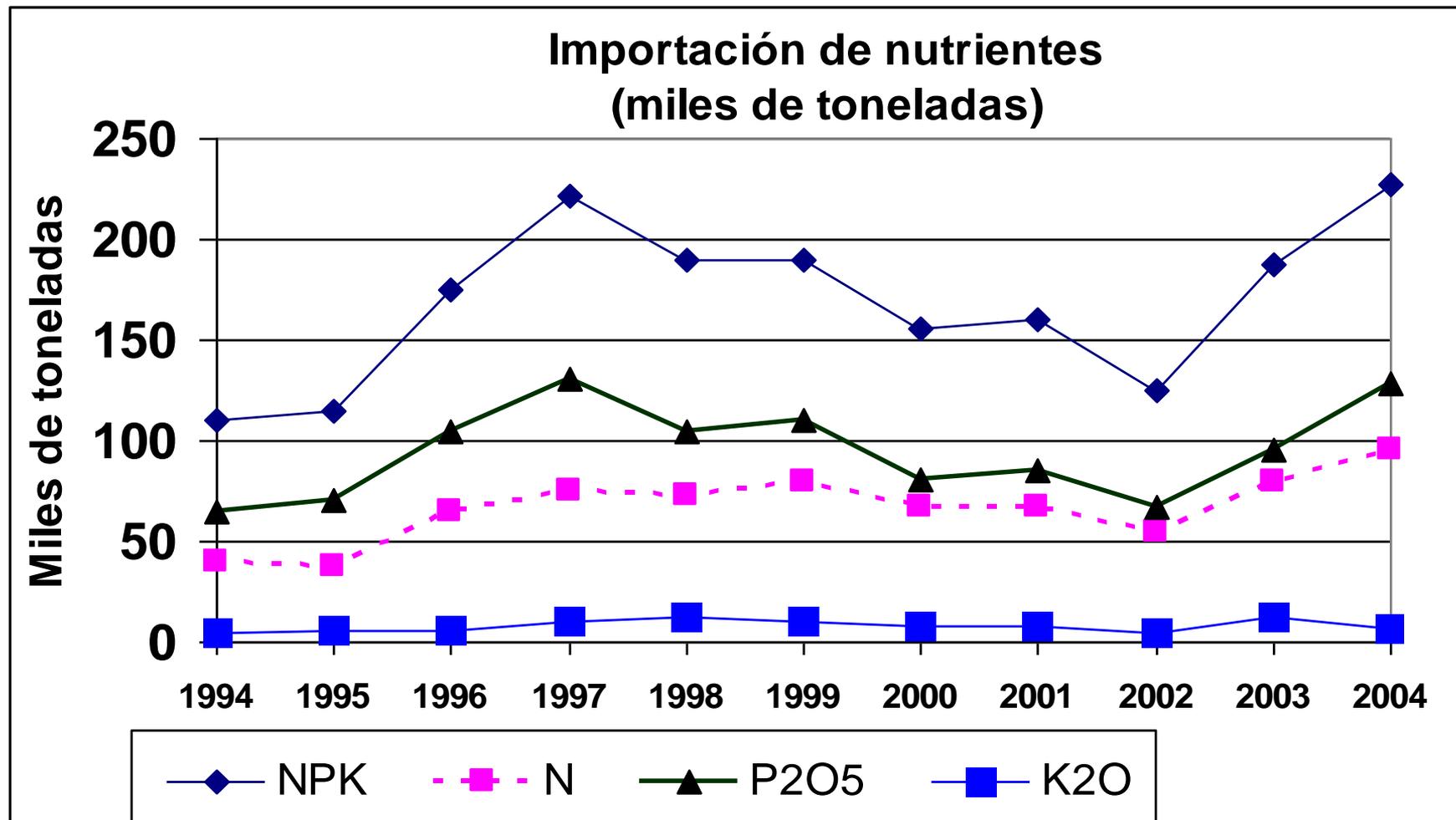


Datos preliminares zafra 2009-10  
Bordoli, Barbazán, Rocha





kg de  $K_2O$  "exportados"  
por Uruguay



Elaborado por Bordoli (2005) a partir de Anuario Estadístico Agropecuario 2004 (MGAP-DIEA, MGAP-OPYPA) y del Fertilizantes (DGRNR-MGAP).



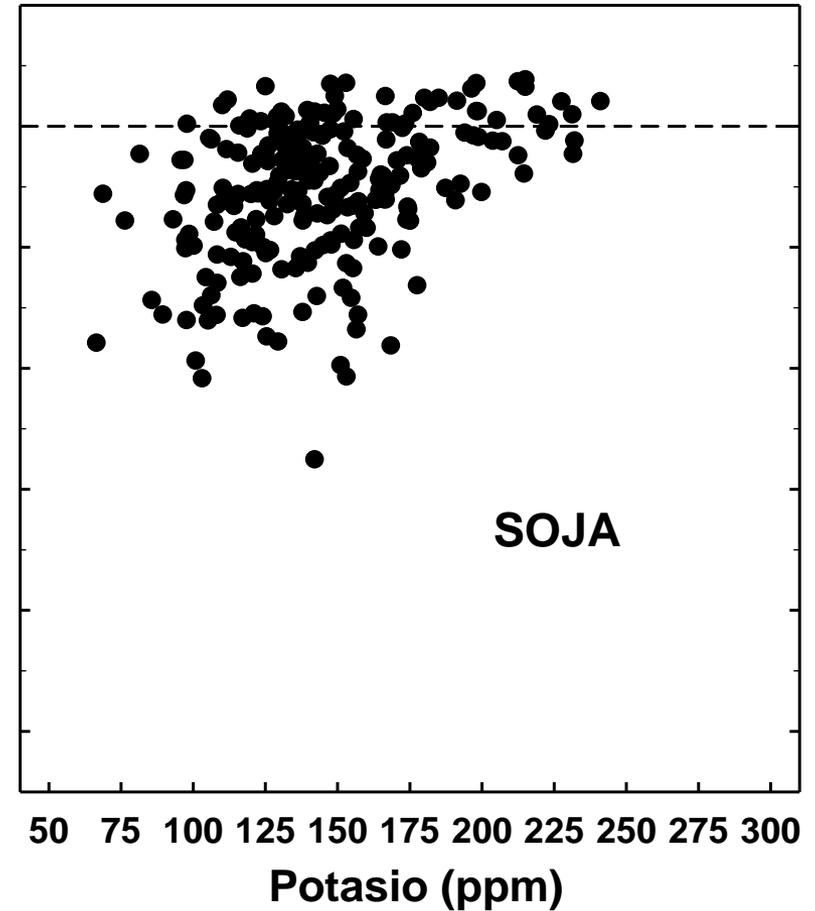
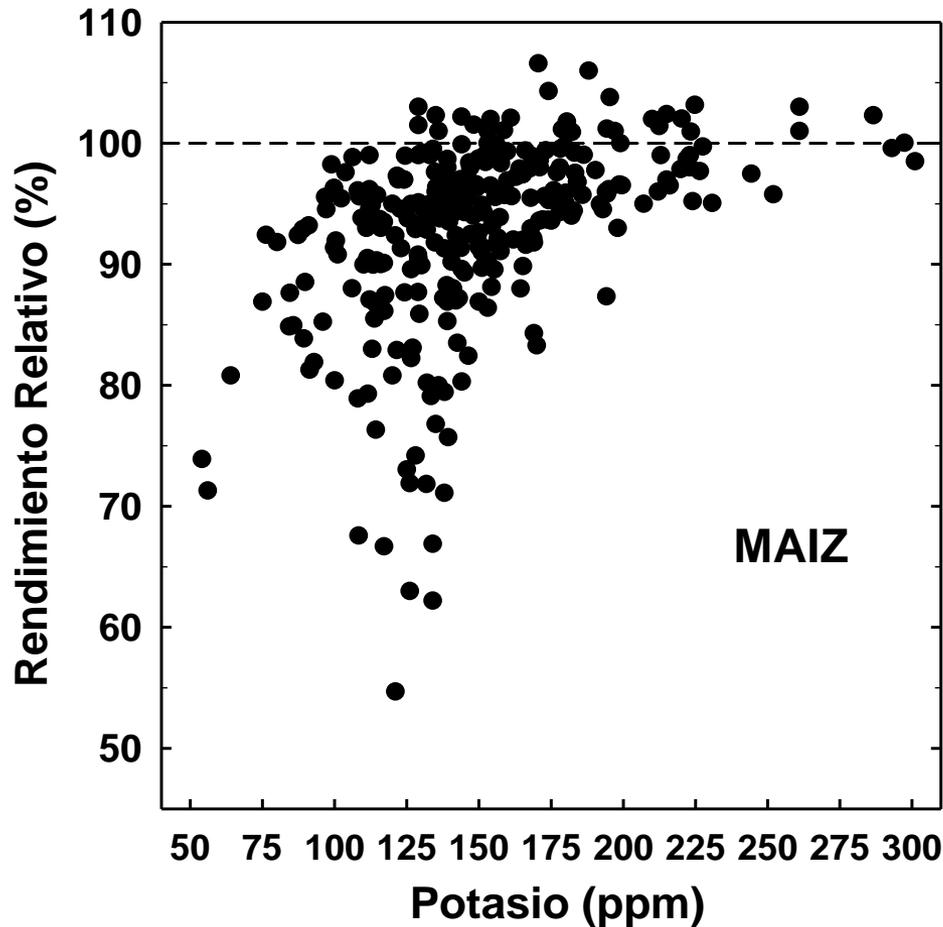
PRODUCTO	TONELADAS	VALOR CIF U\$S
Fertilizante K		
0-0-0-30	1,000	1.300,00
0-0-0-61	24,000	18.000,00
CORURO DE POTASIO	8. 363,100	5.801.029,37
SULFATO DE POTASIO	70,000	88.938,00
<b>Subtotal Potásicos</b>	<b>8.458,100</b>	<b>5.909.267,37</b>



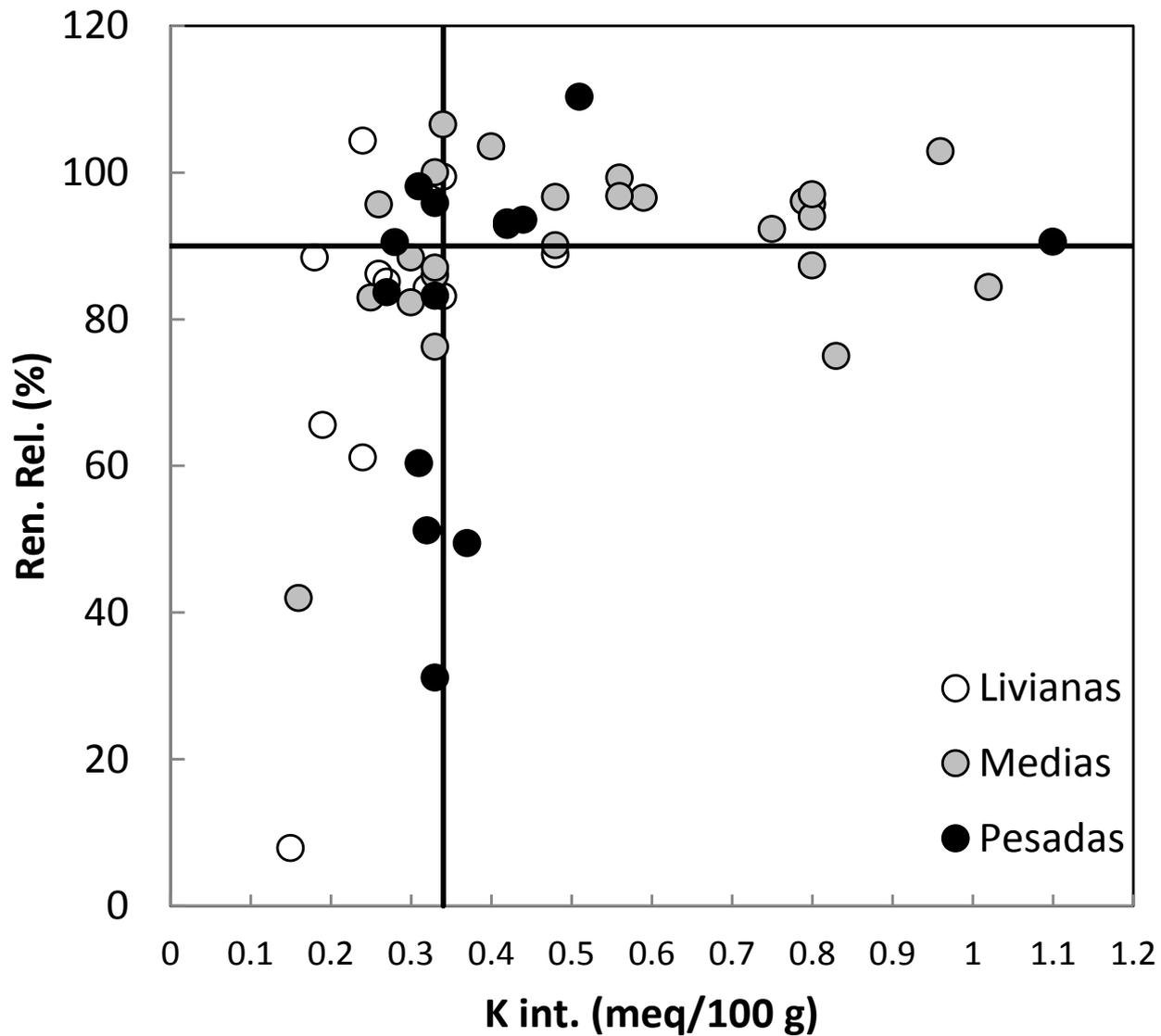
# Recomendaciones en Iowa (desde 2002)

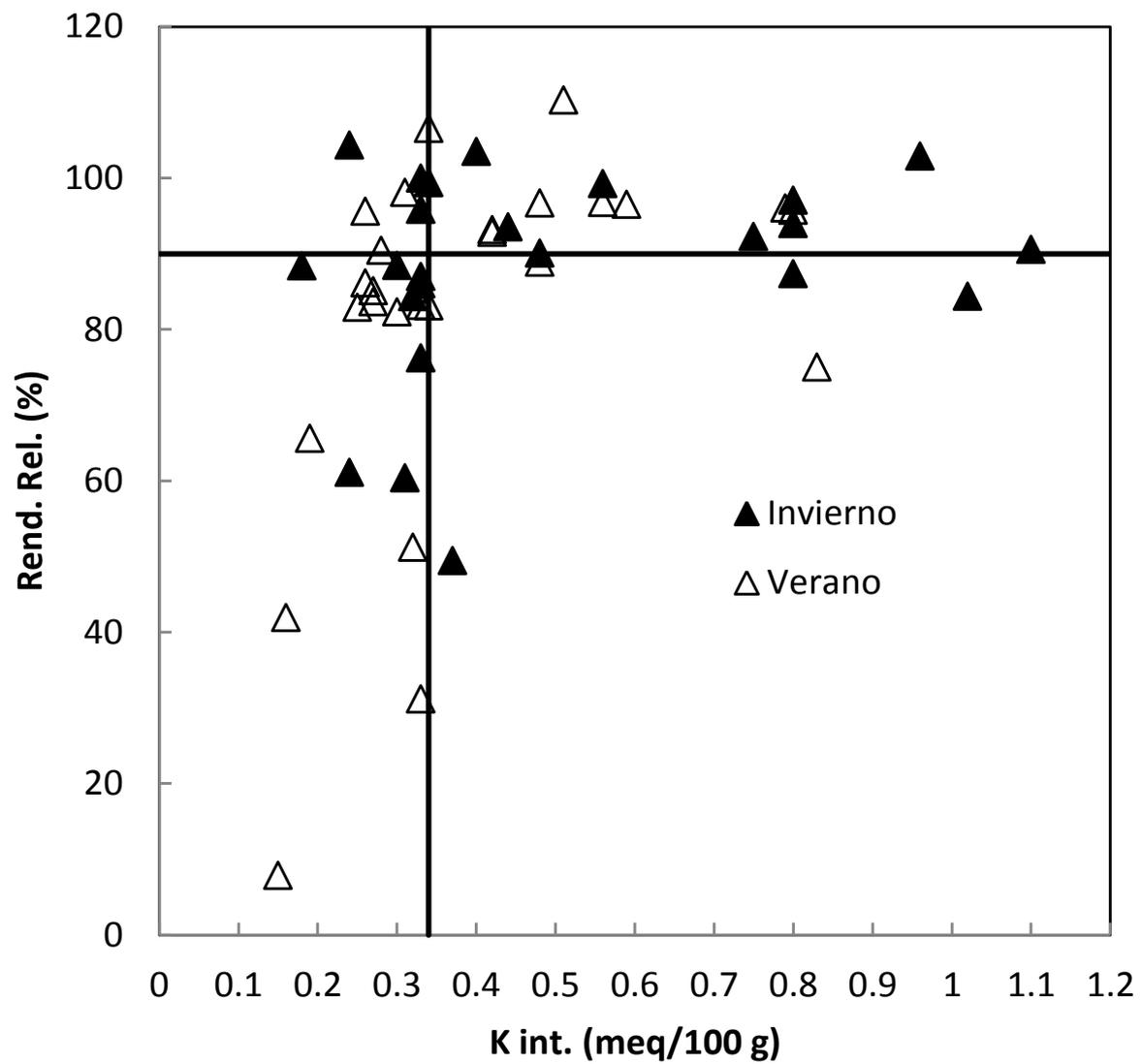
Potasio Disponible (0-15 cm): Categorías y Rangos					
Método de Análisis	Muy bajo	Bajo	Optimo	Alto	Muy alto
	----- ppm -----				
Acetato de amonio o Mehlich-3	0-90 <small>&lt;0.23</small>	91-130 <small>0.23-0.33</small>	131-170 <small>0.33-0.43</small>	171-200 <small>0.43-0.50</small>	201+ <small>0.50+</small>
Cultivo	Dosis de K <sub>2</sub> O a Aplicar				
	----- kg/ha -----				
Maíz	130	90	45	0	0
Soja	120	90	75	0	0
Rotación	220	165	120	0	0
	} Lograr máximo rendimiento Al mismo tiempo suben el nivel lentamente		} Mantener, asume 9400 y 3400 kg/ha de maíz y soja, se ajusta para cada campo. No se recomienda reposición para mantener niveles Alto o Muy Alto.		

# Actual calibración de ISU: muchos sitios y años



- ¿Cuál es el valor crítico?
- El valor crítico de K en el suelo ¿cambia según la textura y cultivos?





- ¿Cuál es el valor crítico?
- El valor crítico de K en el suelo cambia según la textura y cultivos?
- ¿Qué cantidad de fertilizante potásico se necesita para subir en una unidad el valor del dato del análisis del suelo? (equivalente fertilizante para K).

# Equivalente fertilizante

- Cantidad de  $K_2O$  necesaria para subir 1 meq/100 g
- Dosis teórica:  
para subir 1 meq/100 = 1170 kg/ha de  $K_2O$   
(1 ha pesa 2.500.000 kg, a 0,20 m y 1,25 g/cm<sup>3</sup>  
0,1= 117 kg/ha)

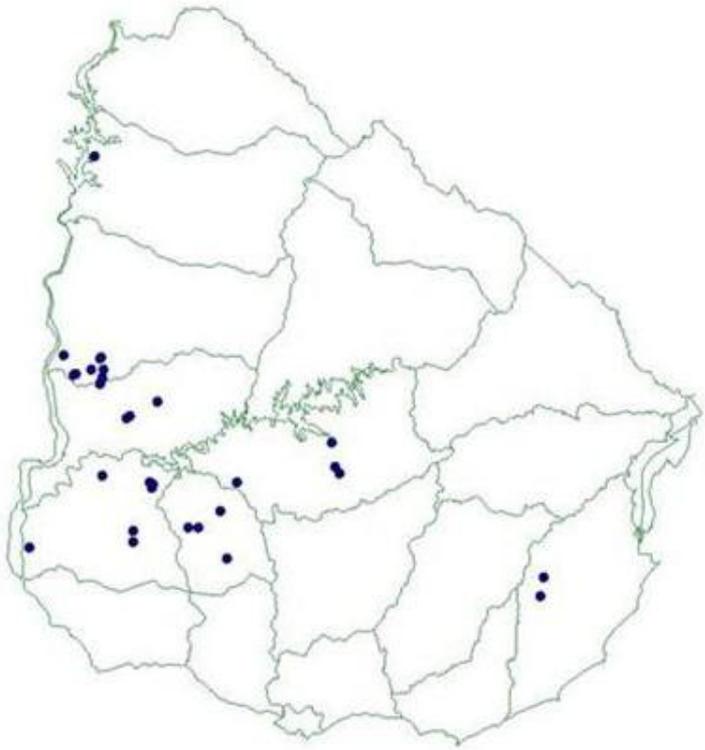
Dosis:

[Nivel Crítico - Muestra] x EF = kg/ha

# Estudio 36 suelos agrícolas: tesis de grado

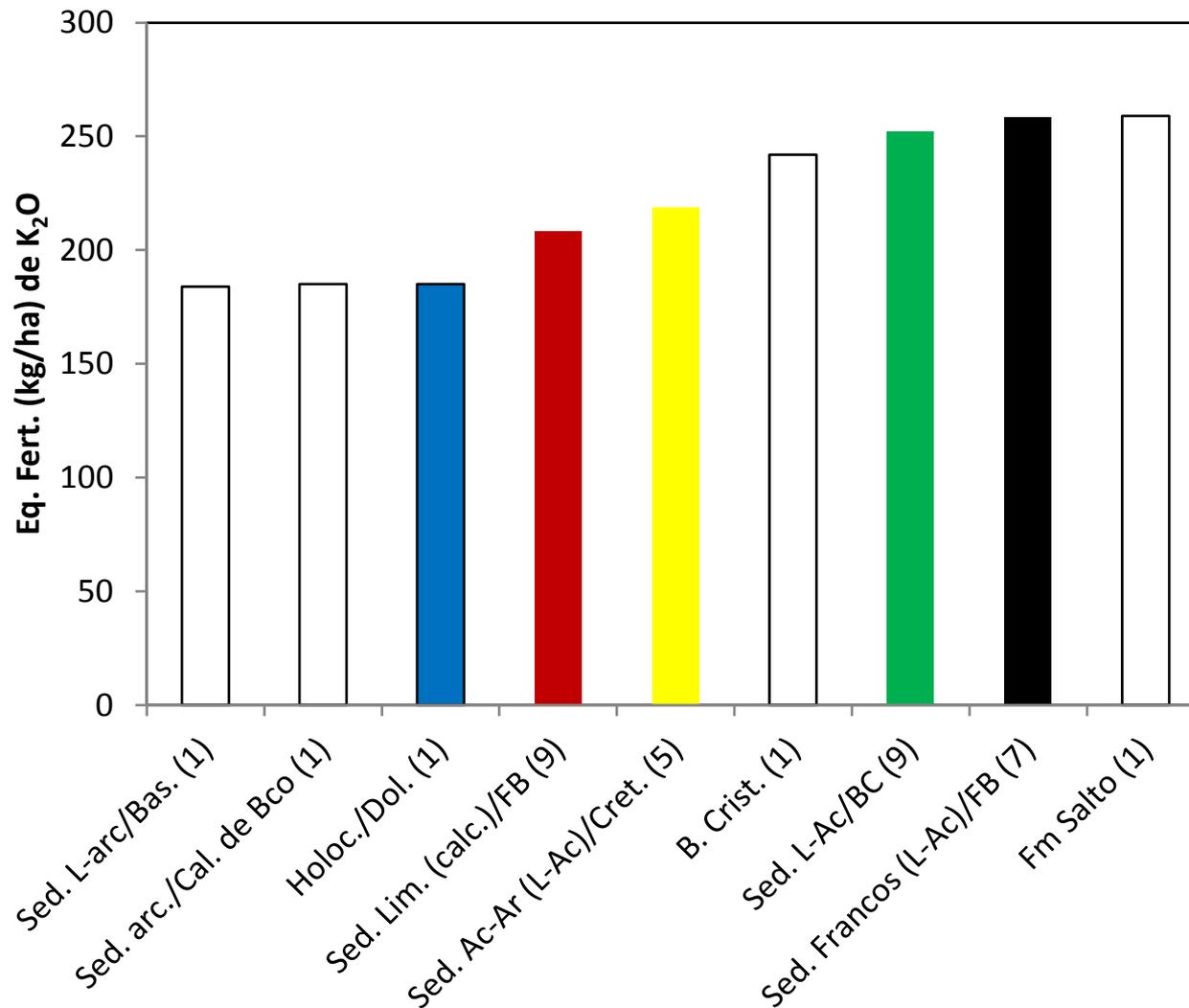
## Cambios en K intercambiable con el agregado de K

G. Faggionato (2011)



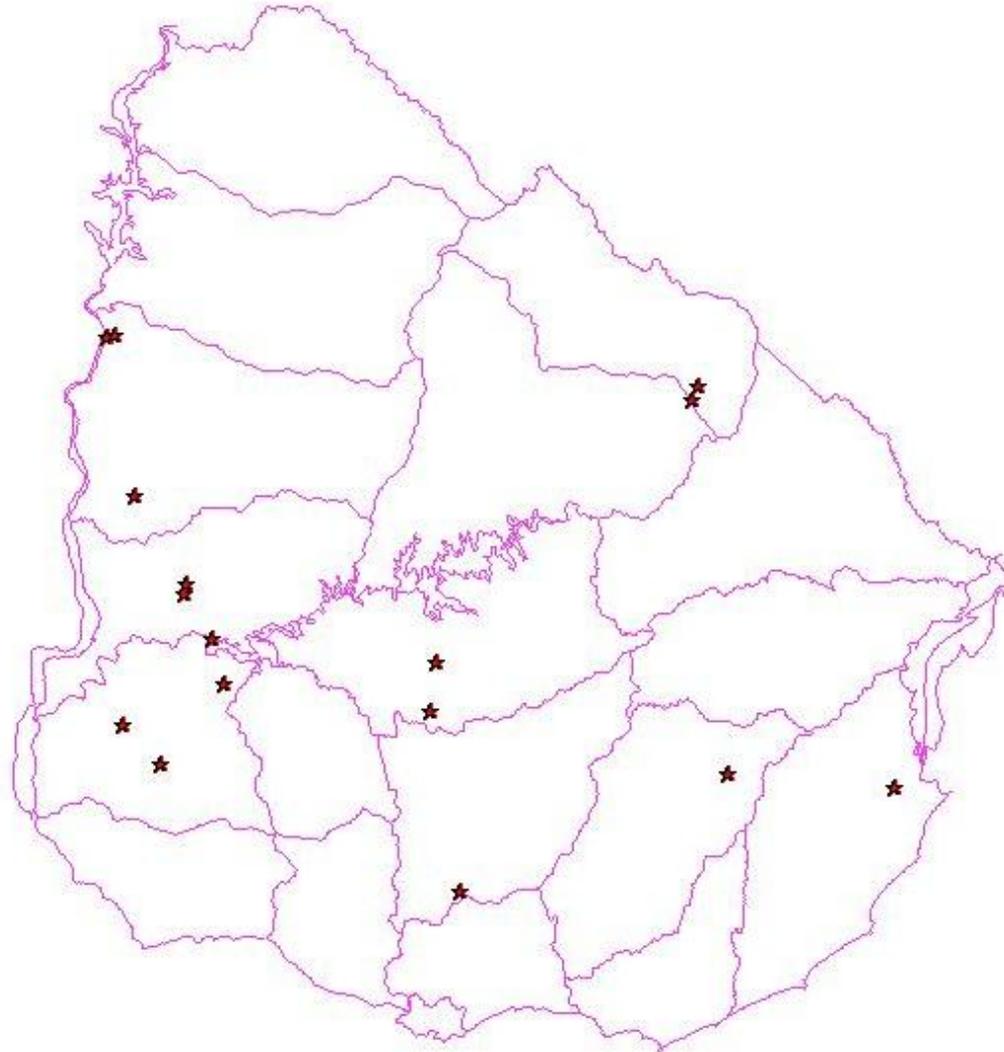
# Cambios en K intercambiable con el agregado de K

G. Faggionato (2011)

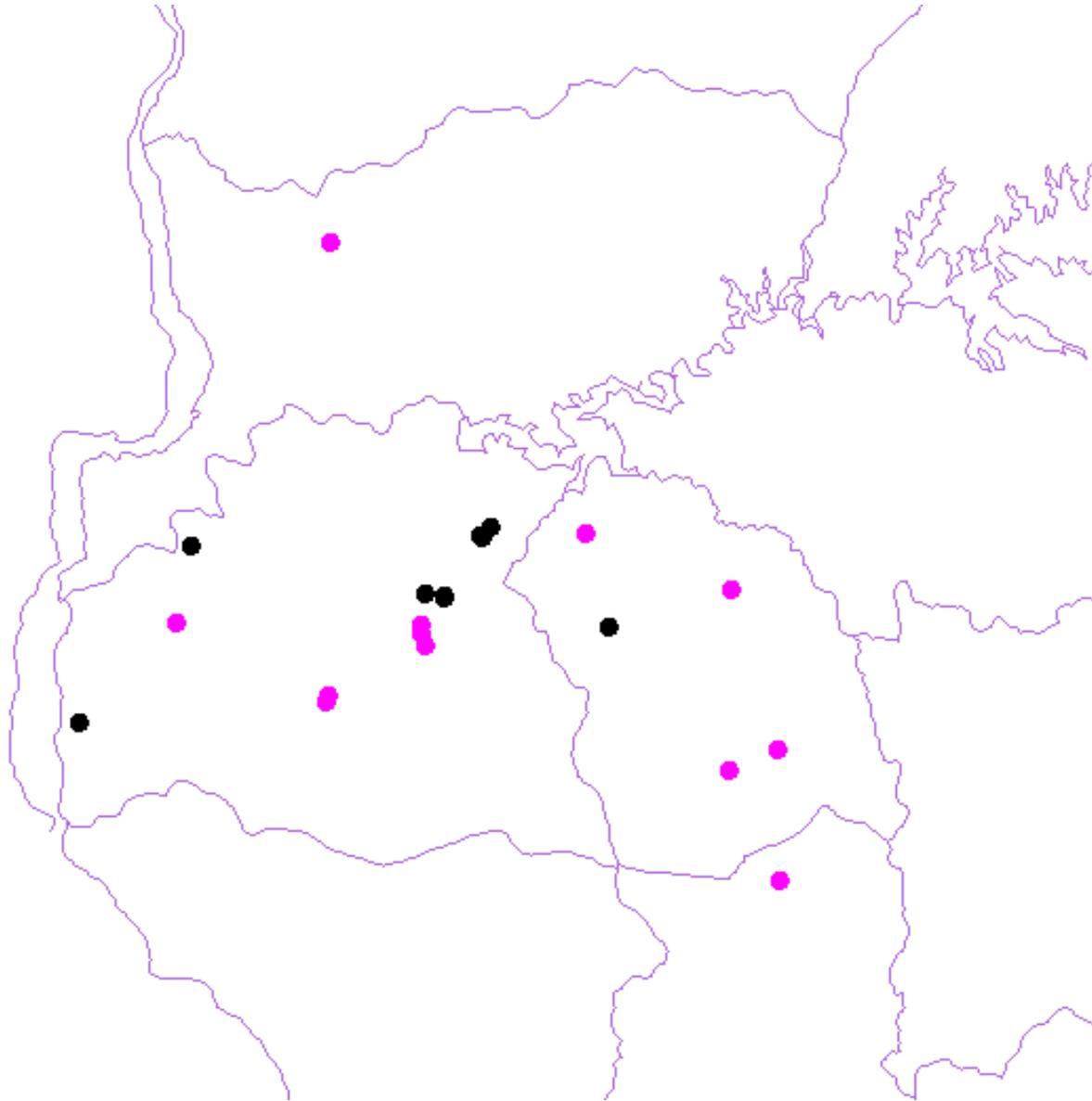


221 kg/ha a 20 cm

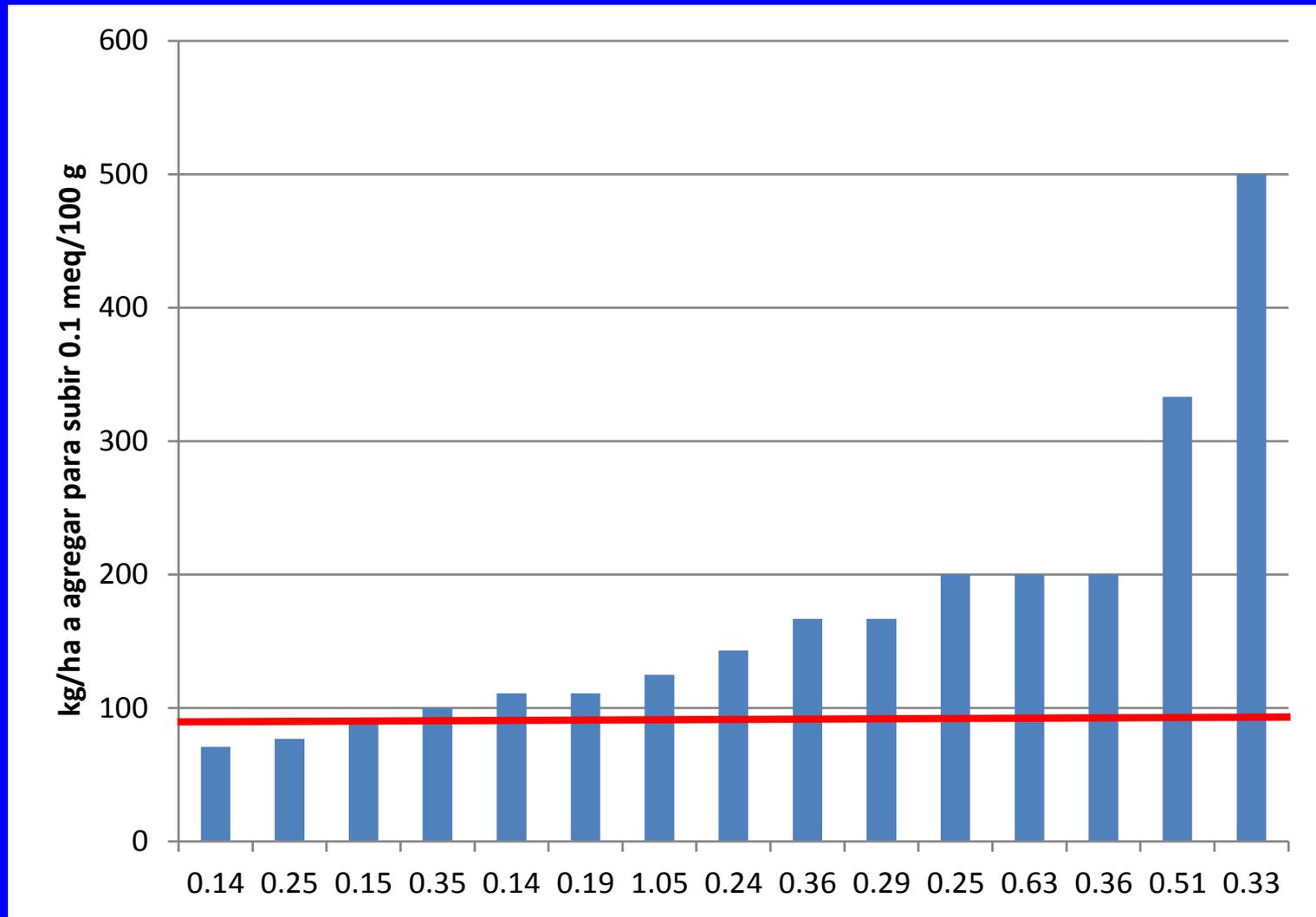
# FPTA 257: J. Bordoli, Barbazán y Rocha



# IPNI Canpotex e ISUSA: M. Barbazán



# Equivalente fertilizante



173 kg/ha  
(15 cm)

- ¿Cuál es el valor crítico?
- El valor crítico de K en el suelo ¿cambia según la textura y cultivos?
- ¿Qué dosis o cantidad de fertilizante potásico se necesita para subir en una unidad el valor del dato del análisis del suelo? (equivalente fertilizante para K).
- Propiedades buffer o tampón para K

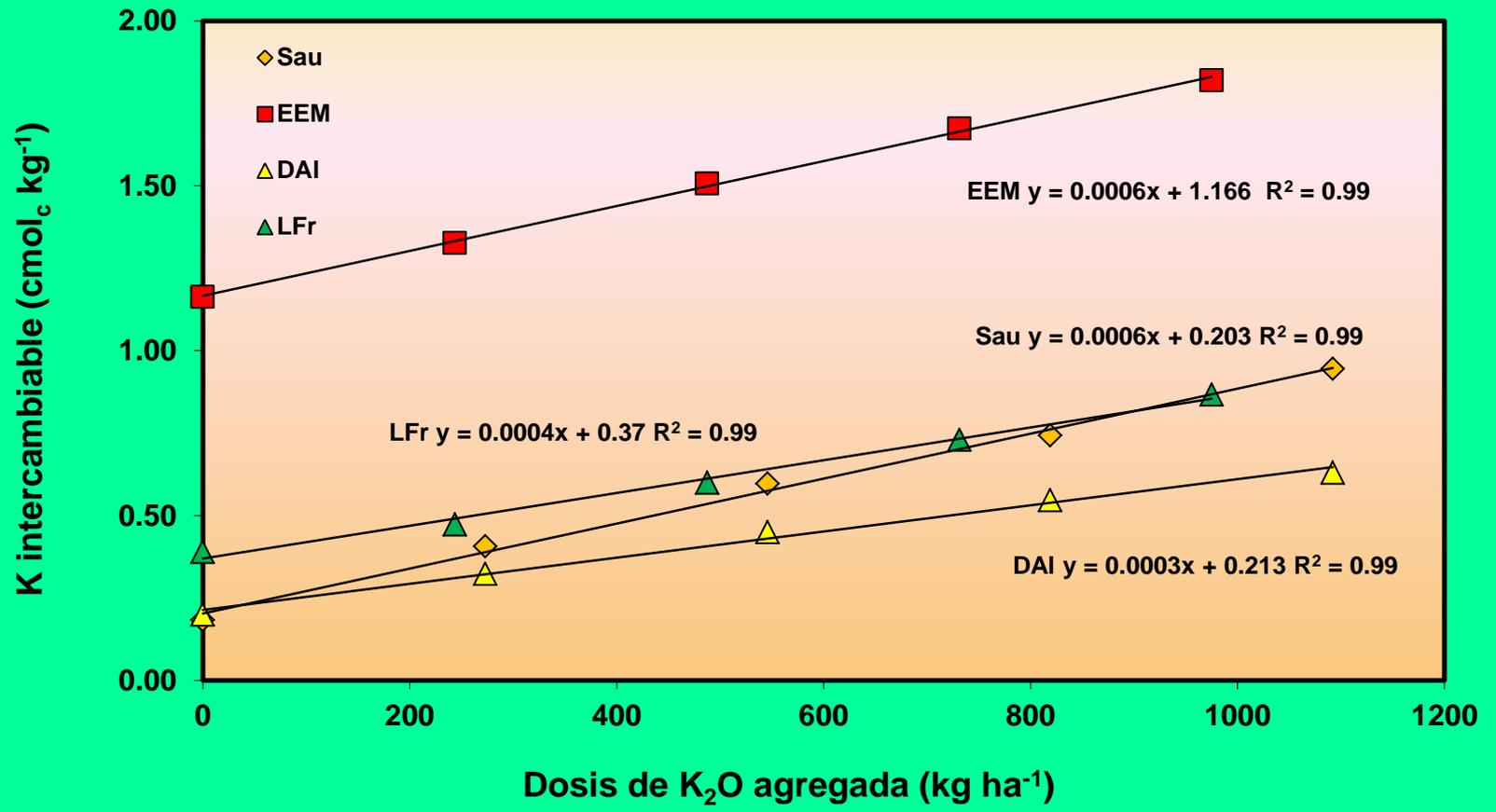
- ¿Cuál es el valor crítico?
- El valor crítico de K en el suelo ¿cambia según la textura y cultivos?
- ¿Qué dosis o cantidad de fertilizante potásico se necesita para subir en una unidad el valor del dato del análisis del suelo? (equivalente fertilizante para K).
- Propiedades buffer o tampón para K

# Capacidad buffer de K en 4 suelos agrícolas

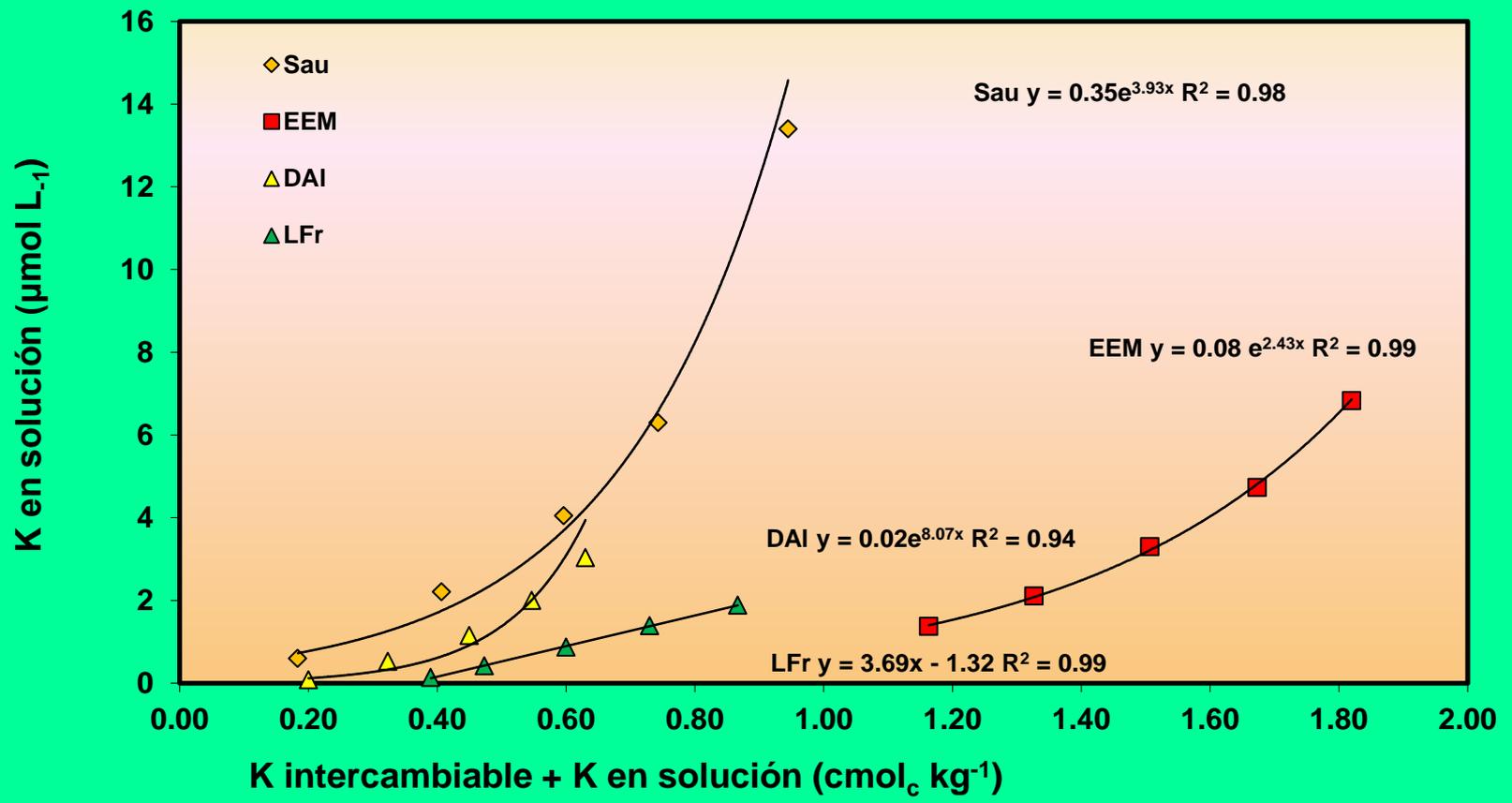
del Pino, Barbazán y Rodríguez (2012)



4 suelos, 4 dosis de K, 1 mes a capacidad de campo. Se midió K intercambiable y K en solución



del Pino, Barbazán y Rodríguez (2012)



del Pino, Barbazán y Rodríguez (2012)

- ¿Cuál es el valor crítico?
- El valor crítico de K en el suelo ¿cambia según la textura y cultivos?
- ¿Qué dosis o cantidad de fertilizante potásico se necesita para subir en una unidad el valor del dato del análisis del suelo? (equivalente fertilizante para K).
- Propiedades buffer o tampón para K
- Liberación de K desde rastrojos y variación temporal de K intercambiable

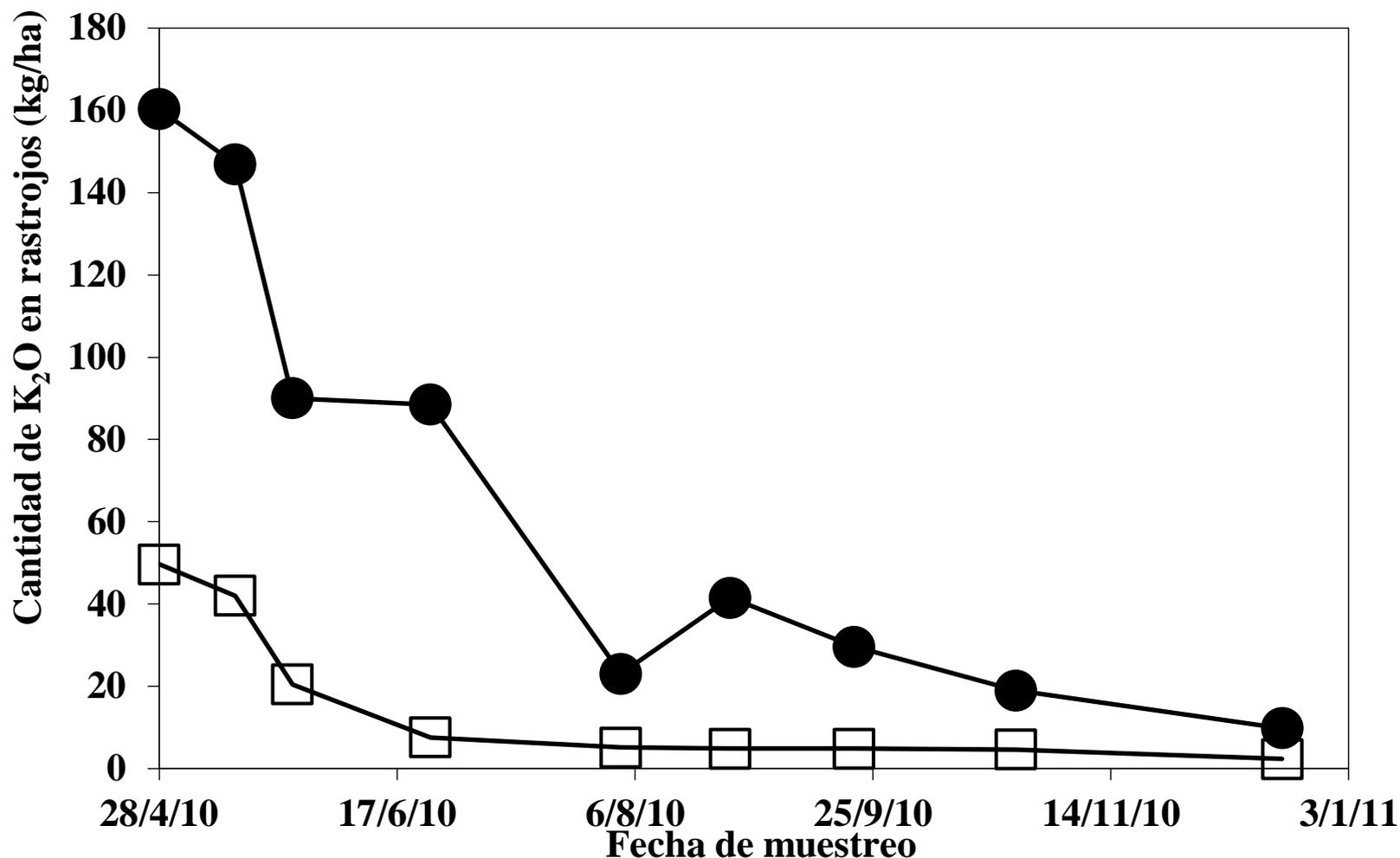
# Liberación de K de rastrojos de maíz y soja y variación temporal de K en el suelo

Ma. J. Fiorelli



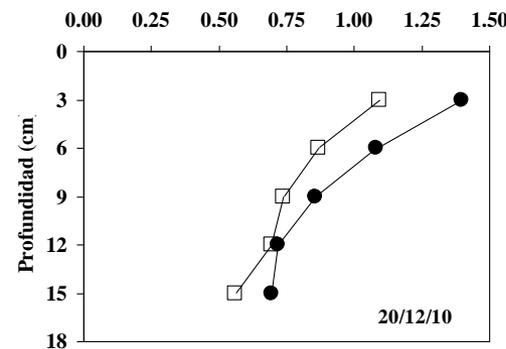
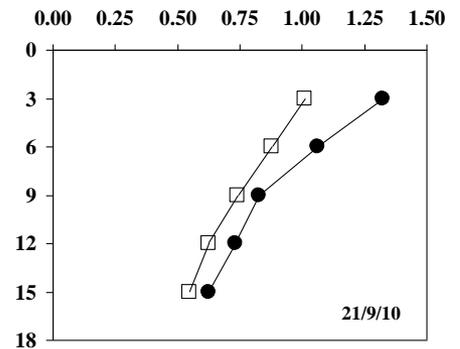
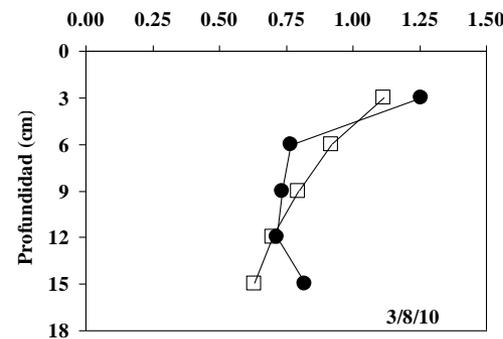
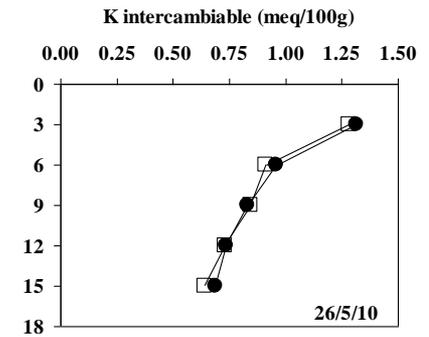
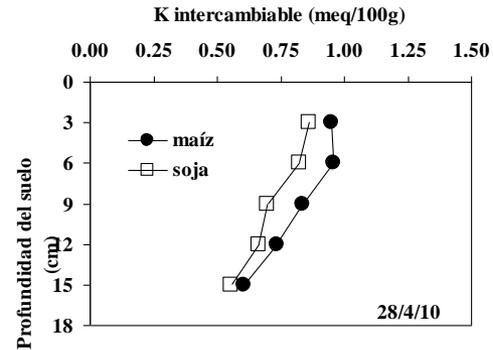
# Liberación de K de rastrojos de maíz y soja

Tesis de M.J.Fiorelli



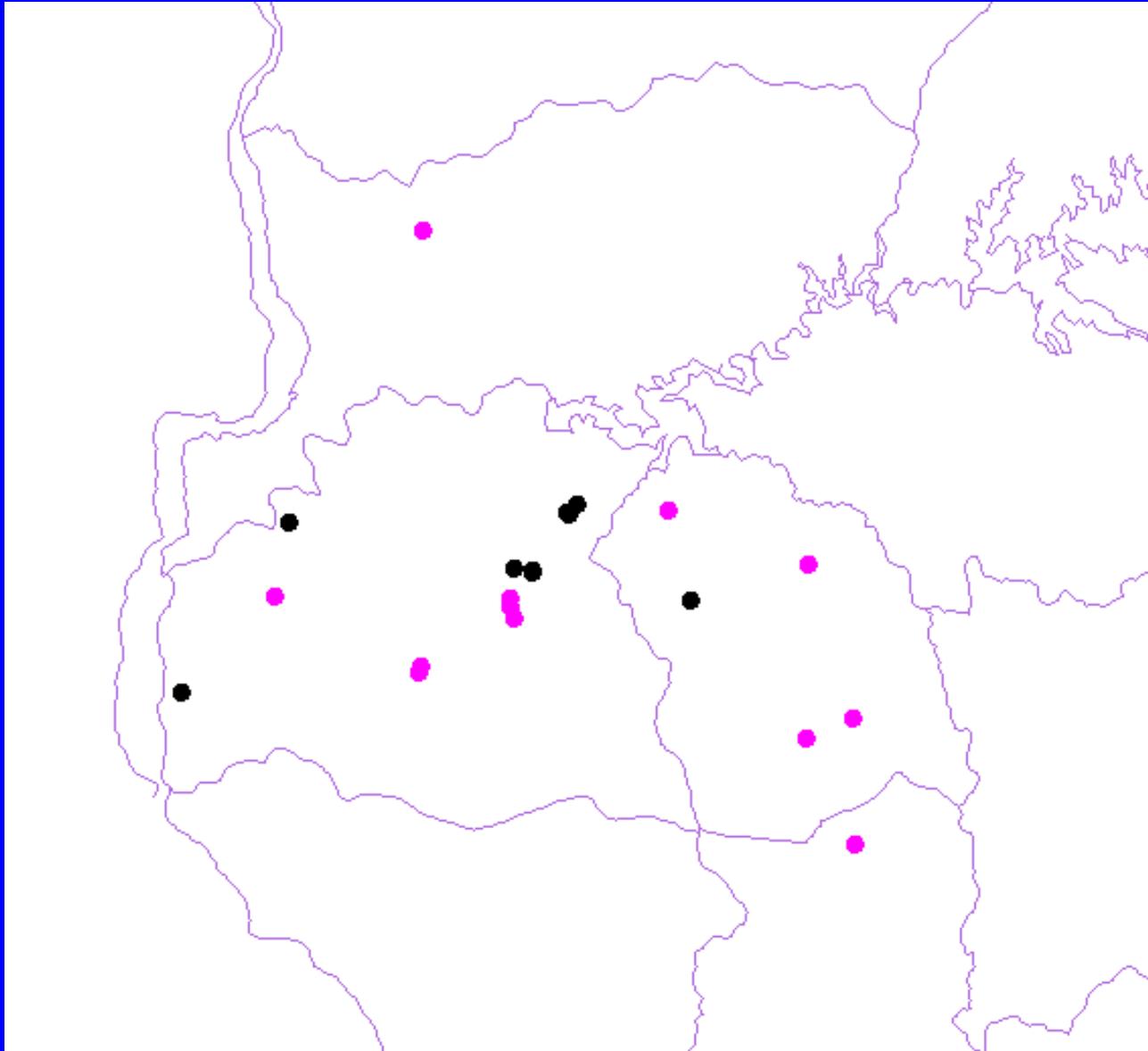
# Variación temporal de K en el suelo en rastrojos de maíz y soja

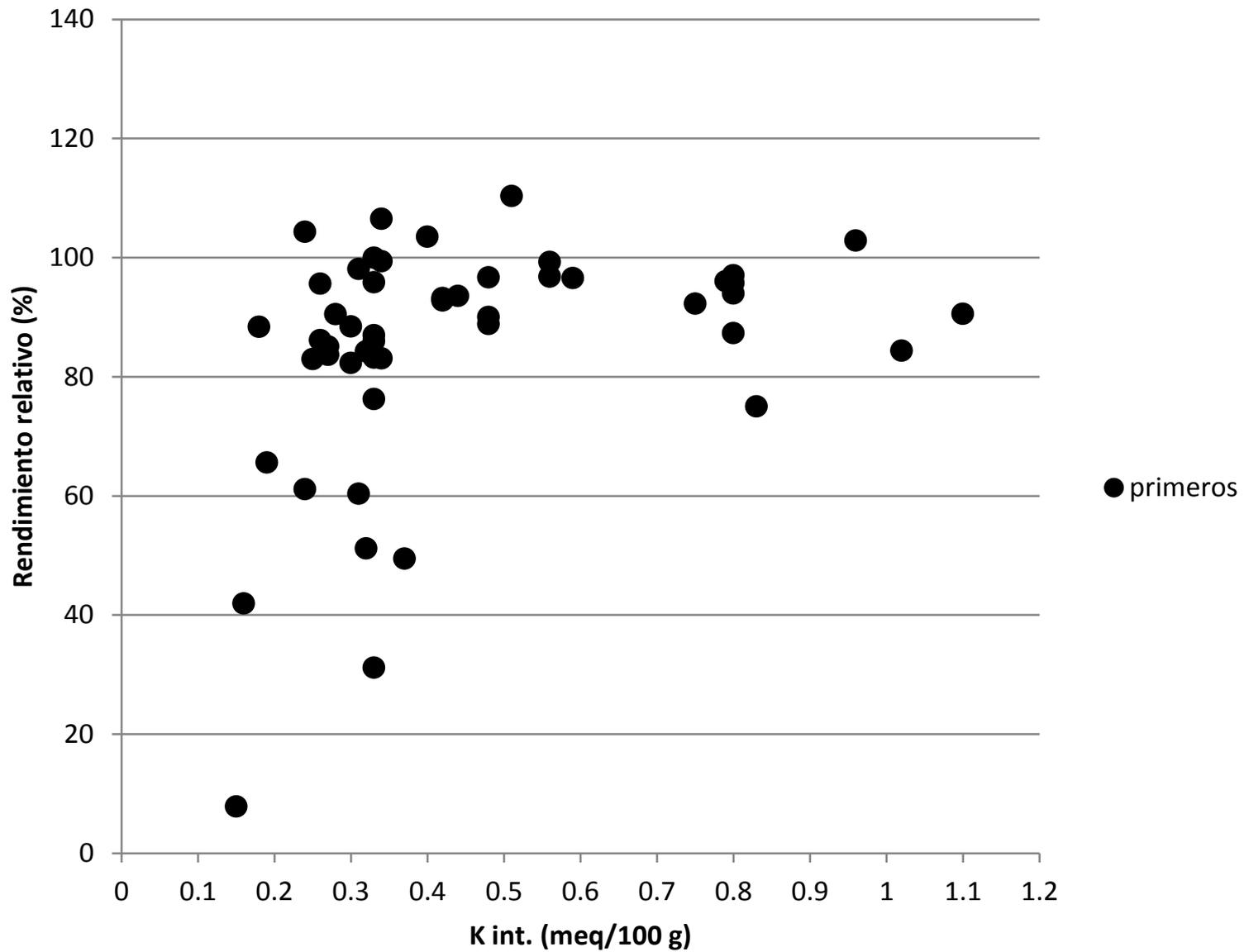
Tesis de M.J.Fiorelli

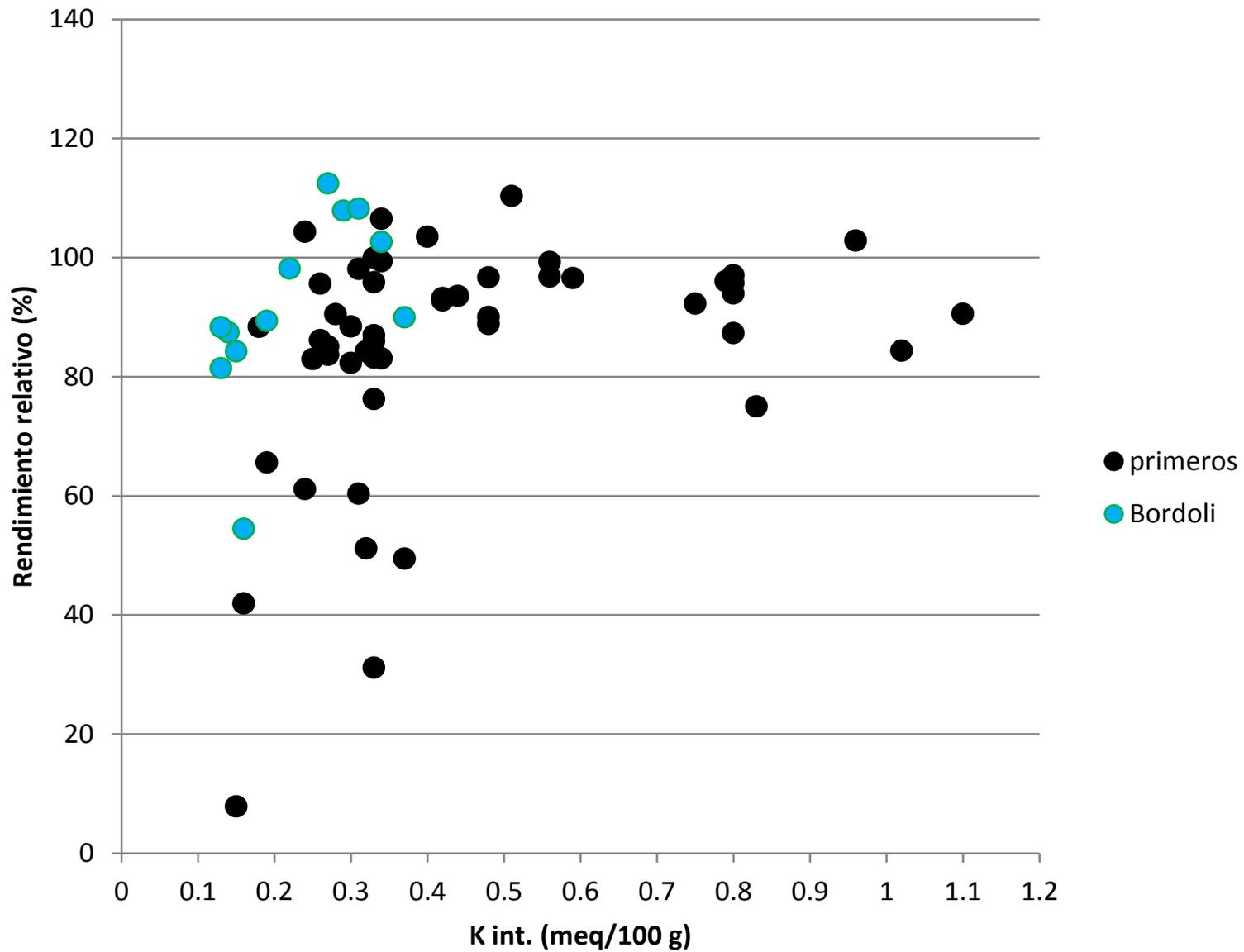


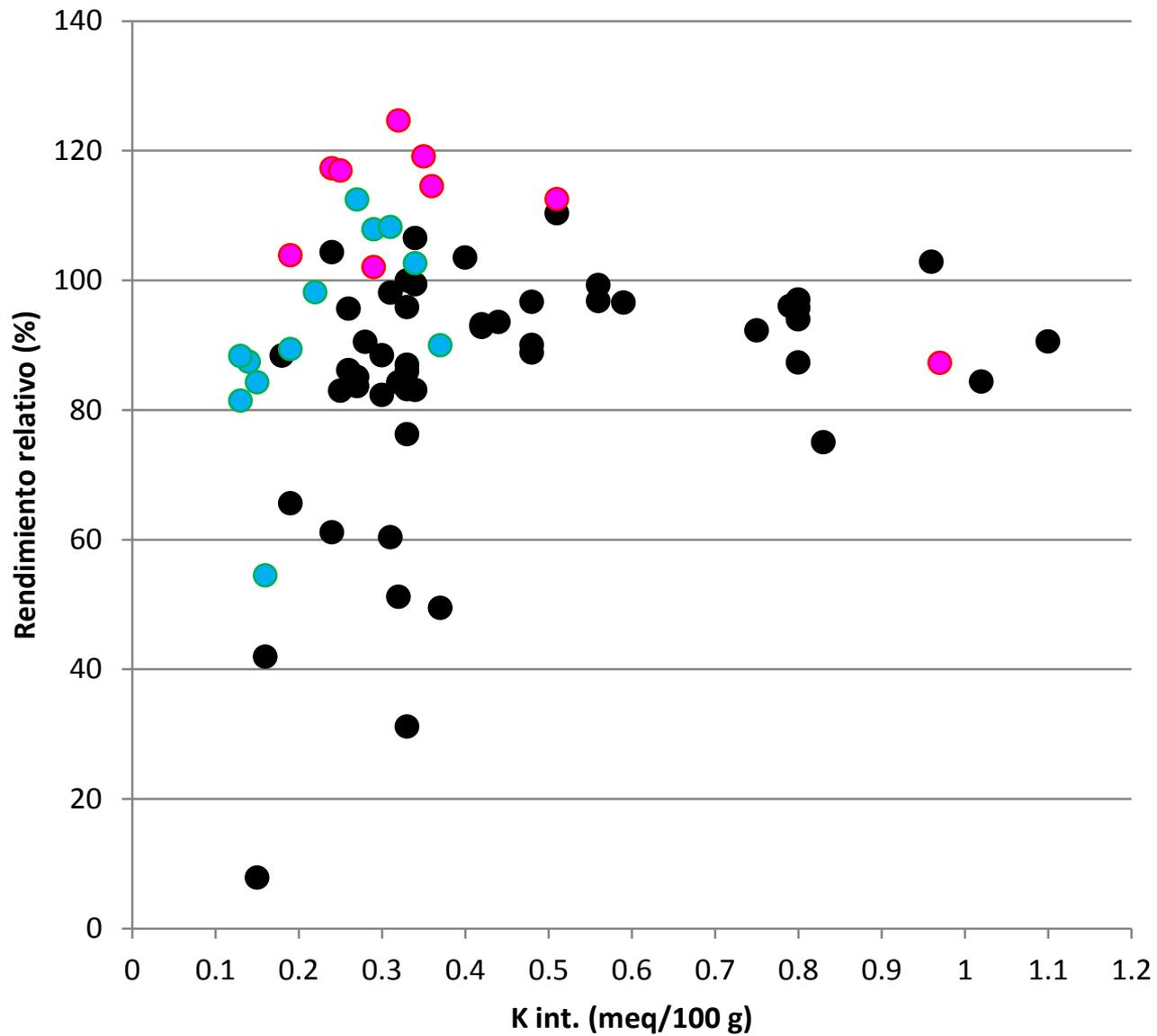
- ¿Cuál es el valor crítico?
- El valor crítico de K en el suelo ¿cambia según la textura y cultivos?
- ¿Qué dosis o cantidad de fertilizante potásico se necesita para subir en una unidad el valor del dato del análisis del suelo? (equivalente fertilizante para K).
- Propiedades buffer o tampón para K
- Liberación de K desde rastrojos y variación temporal de K intercambiable
- K no intercambiable
- Nuevos ensayos de respuesta

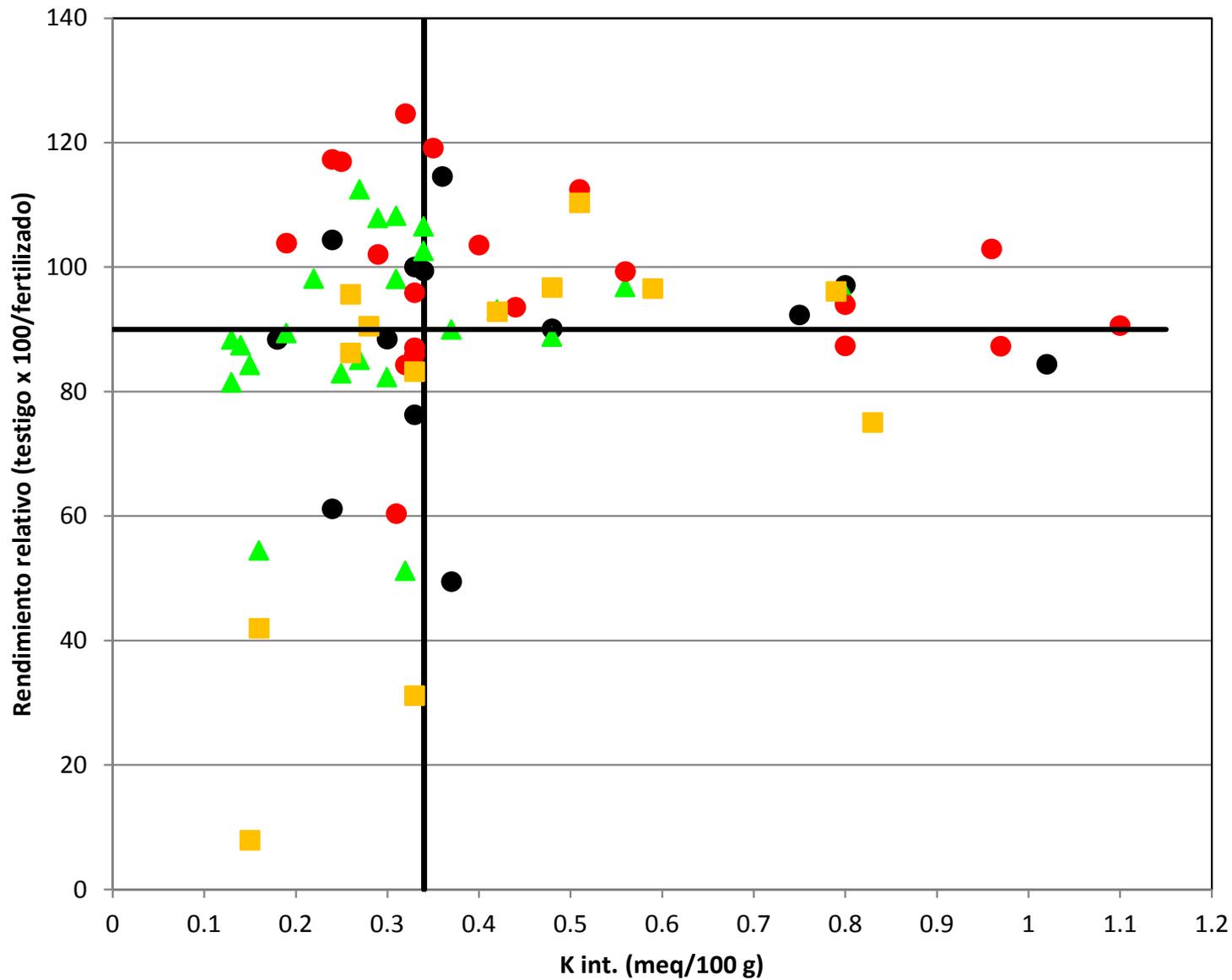
# IPNI Canpotex e ISUSA: M. Barbazán











- cebada
- ▲ soja
- trigo
- maíz

# ¿Qué pasa con esos sitios que se apartan?

- Análisis de suelos NO es una herramienta perfecta.
- Necesitamos más estudios que tengan en cuenta propiedades químicas, físicas y mineralógicas:
  - Tipos de arcillas: reservas de K, K no intercambiable
  - Poder buffer: fijación de K, eficiencia del agregado
  - Relación con otros cationes: Ca, Mg, Na
  - Compactación



Sin mover

movido

M. Barbazán, 2011



M. Barbazán, 2011

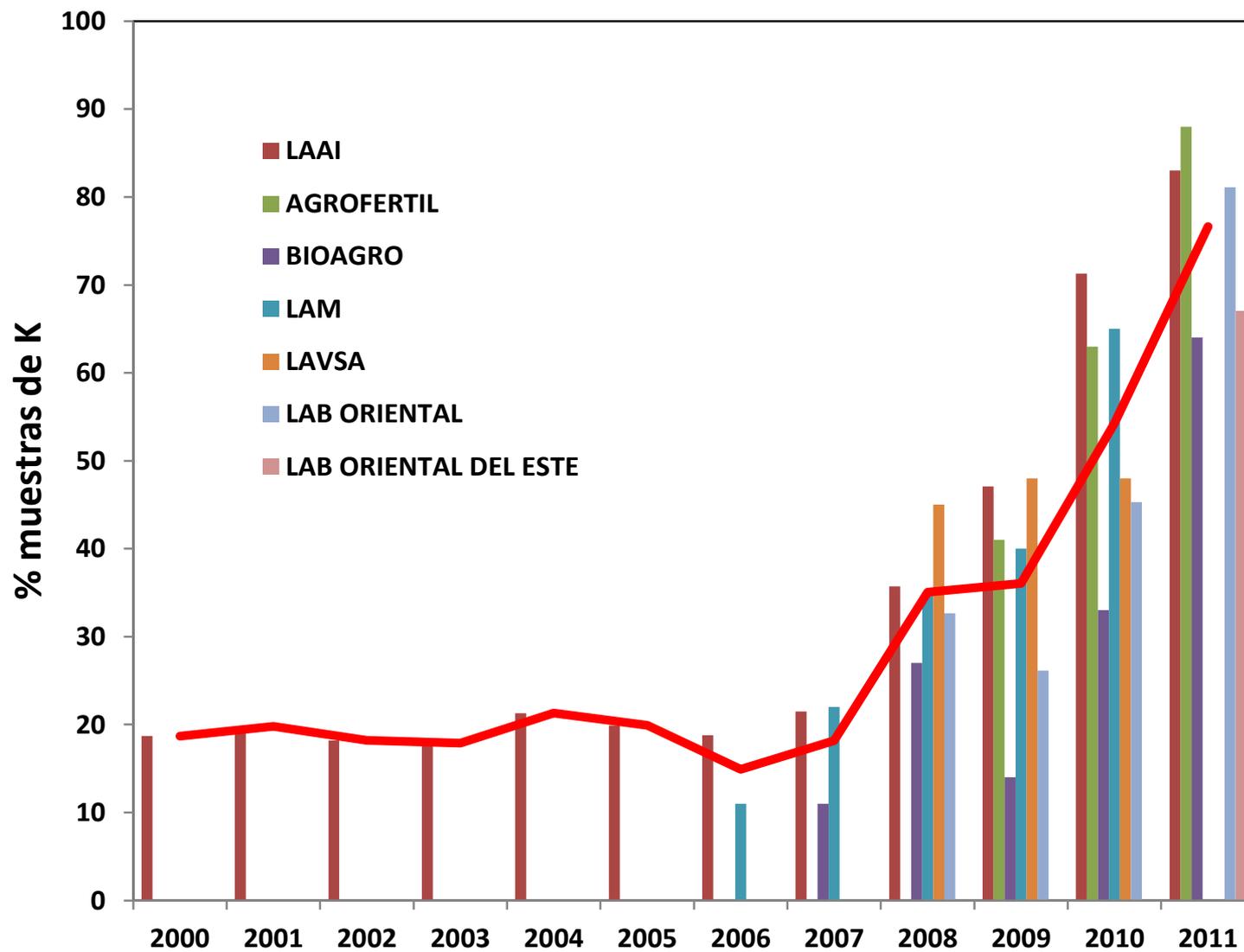
# Ensayos de larga duración

- Ensayos de P y K:

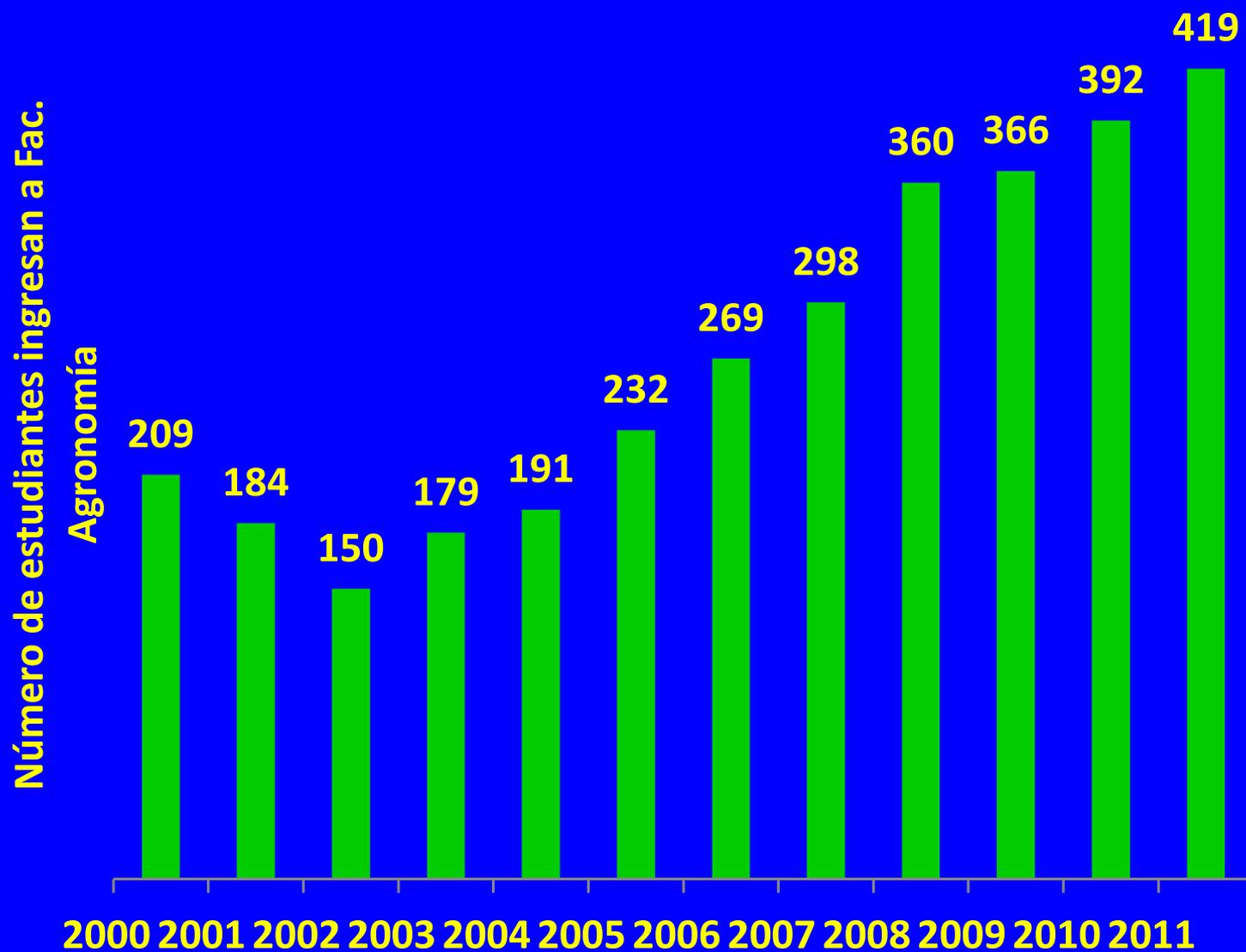
1 sitio, con ensayos en franjas. Tesis de maestría de Ing. Agr. Javier Coitiño (O.Ernst, M. Barbazán)

ANII, FAGRO, IPNI Canpotex, ISUSA, AUSID

# Evolución de pedido de K

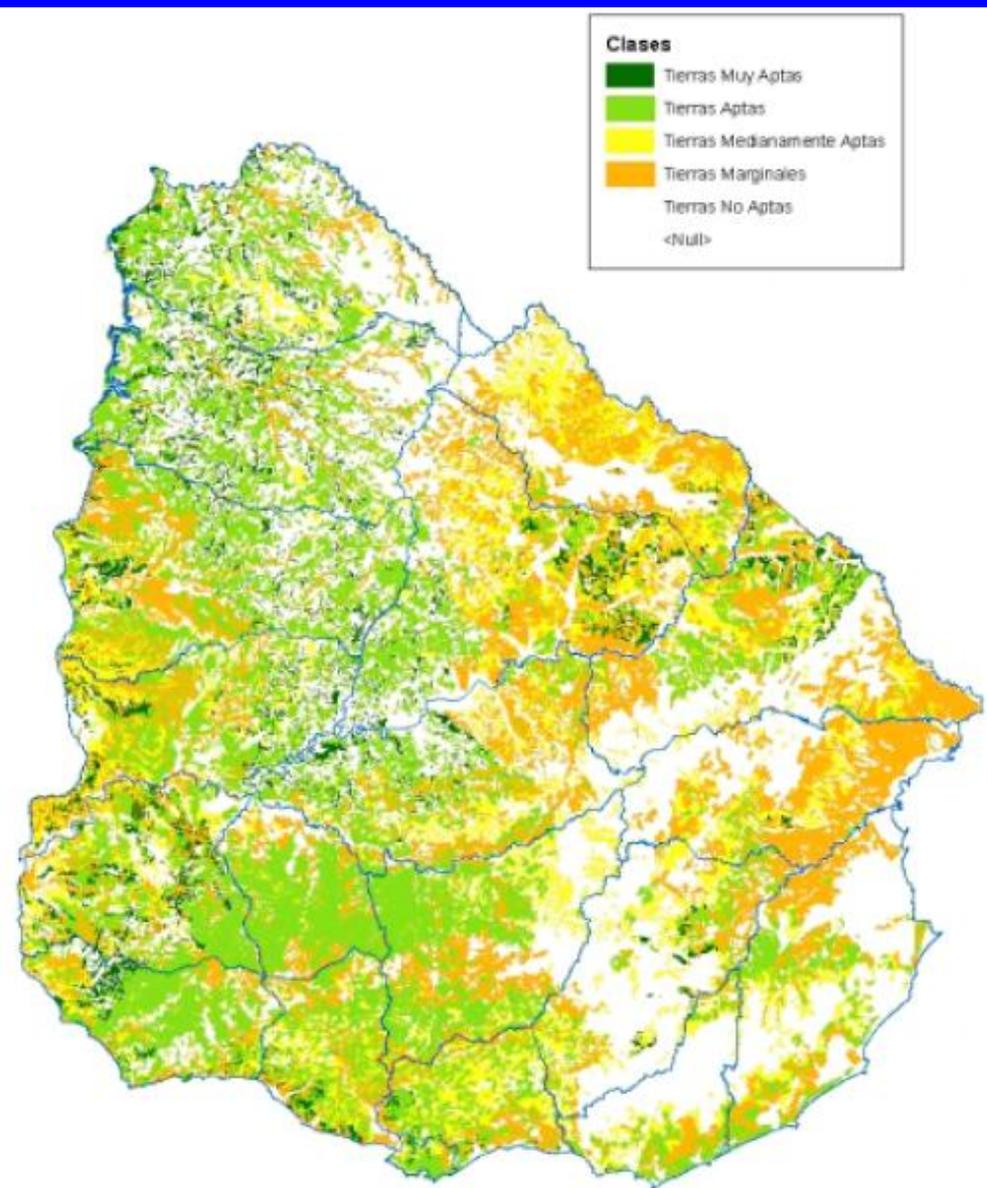


# Número de estudiantes en Agronomía



Fuente: Bedelía FAGRO





<b>APTITUD</b>	<b>has</b>
Tierras Muy Aptas	1.046.054
Tierras Aptas	3.057.770
Tierras Medianamente Aptas	2.523.177
Tierras Marginales	2.284.153
Tierras No Aptas	8.500.144
<b>total</b>	<b>17.411.297</b>

# Consideraciones finales

- Muestreo: hacer más y mejor: + N° de tomas por muestras: 25-30 de la zona más representativa.

- Análisis de suelos: monitorear pH, bases (Ca, Mg, K y Na).

Si  $\text{pH} < 5.3$ , solicitar acidez int.

Considerar el encalado

- Fertilizar racionalmente con P y K según análisis de suelos.

- S?

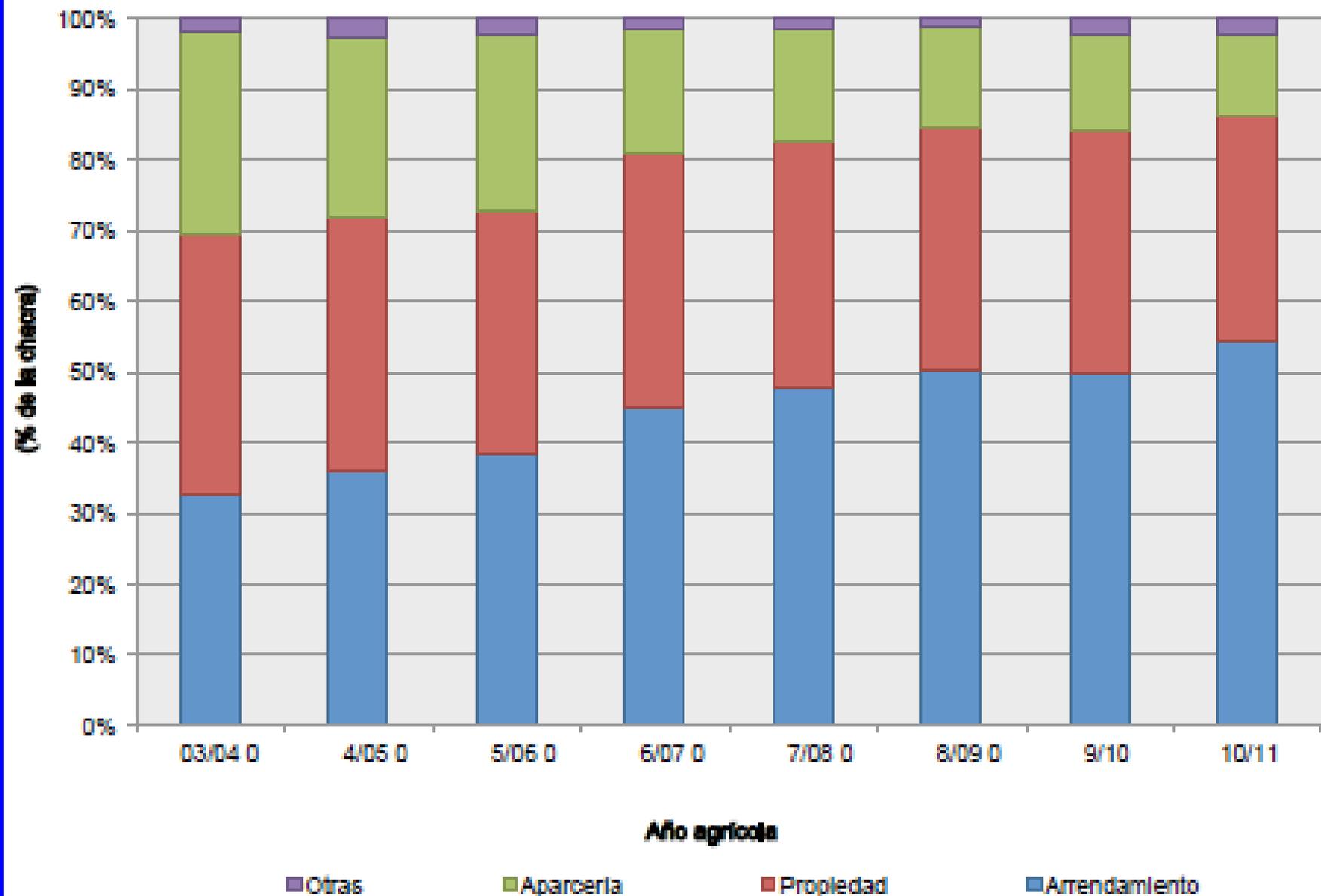
Tabla periódica de los elementos

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	I	II											III	IV	V	VI	VII	VIII	
Periodo	1																	2	
1	H																	He	
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca		Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr		Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba		Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra		Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
Lantánidos			57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70			
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb			
Actínidos			89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102			
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No			

Alcalinos	Alcalinotérreos	Lantánidos	Actínidos	Metales de transición
Metales del bloque p	Metaloides	No metales	Halógenos	Gases nobles

## Superficie de chacra: Evolución de las diferentes formas de tenencia



**El control de la erosión y la cantidad de carbono a incorporar al suelo dependen –entre otras cosas - de cómo y CUÁNTO rastrojo se deja. Más rendimiento implicará más cantidad de rastrojos y raíces, y probablemente se controlará mejor la erosión, e ingrese más carbono al sistema.**



• **Carlos Bautes**

• Amabelia del Pino

• Oswaldo Erra

• Sebastián Mazzilli

CALMER: Licy Beux, Carolina Silveyra

AUSID ISUSA y LAM

Jimena Rodríguez, Lucía Rocha, Gabriel Faggionato,  
María J. Fiorelli, Ana L. Castellanos, Lorena Buschiazio



Muchas gracias