IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

FERTILIZAR
ASOCIACION CIVIL

Simposio "Fertilidad 2009"

Mejores Prácticas de Manejo para una Mayor Eficiencia en la Nutrición de Cultivos

Mejores prácticas de manejo para la fertilización con Potasio (Ca y Mg?)

Pedro A. Barbagelata

Mayo 12, 2009

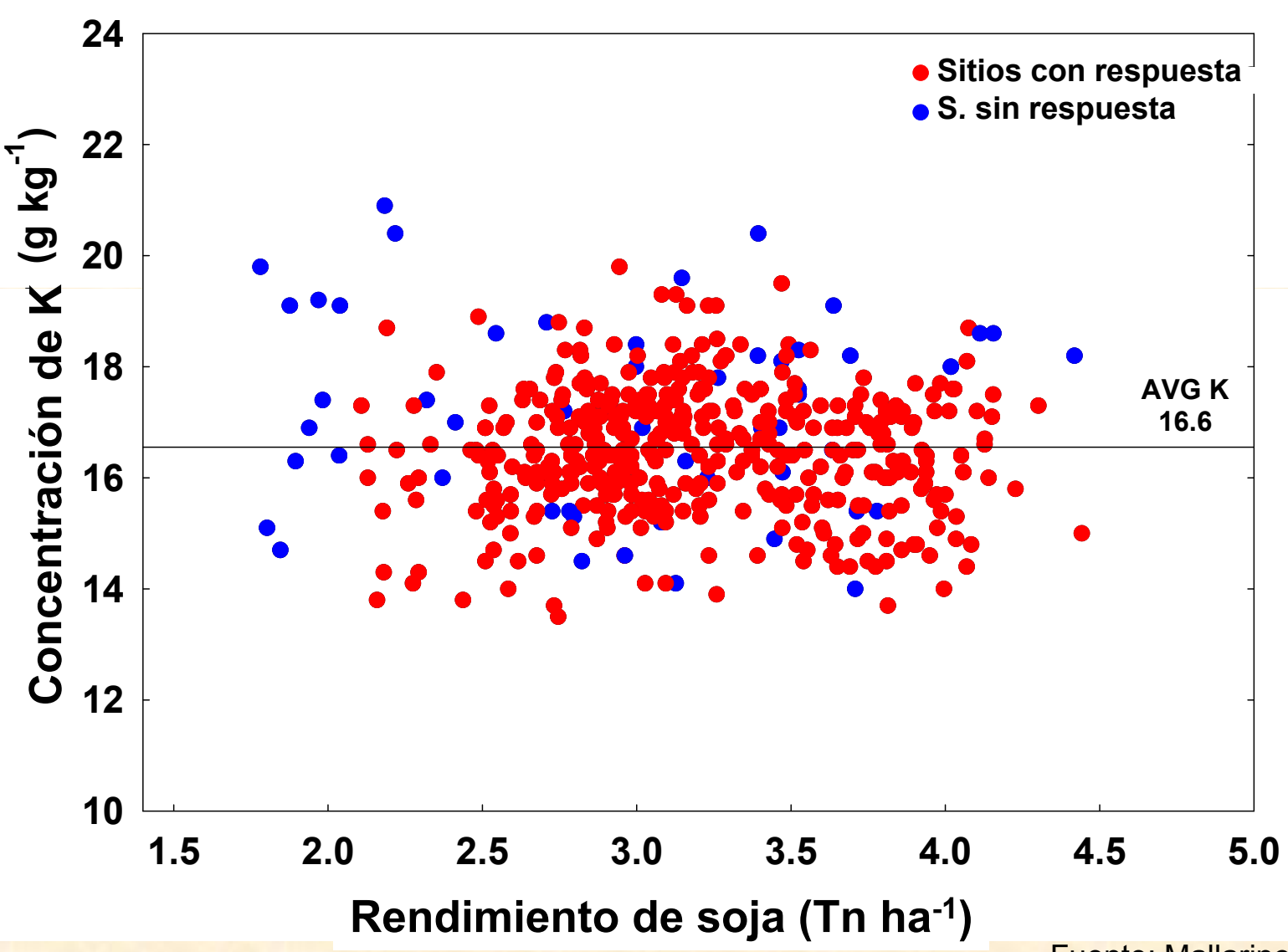
Temario

- Absorción y requerimientos de K
- K en el suelo: ciclo, variabilidad
- Análisis de suelos, extractantes, calibración e interpretaciones
- Manejo de la fertilización con K
  - Fuentes, formas de aplicación, etc.

Crecimiento de las Plantas y absorción de K

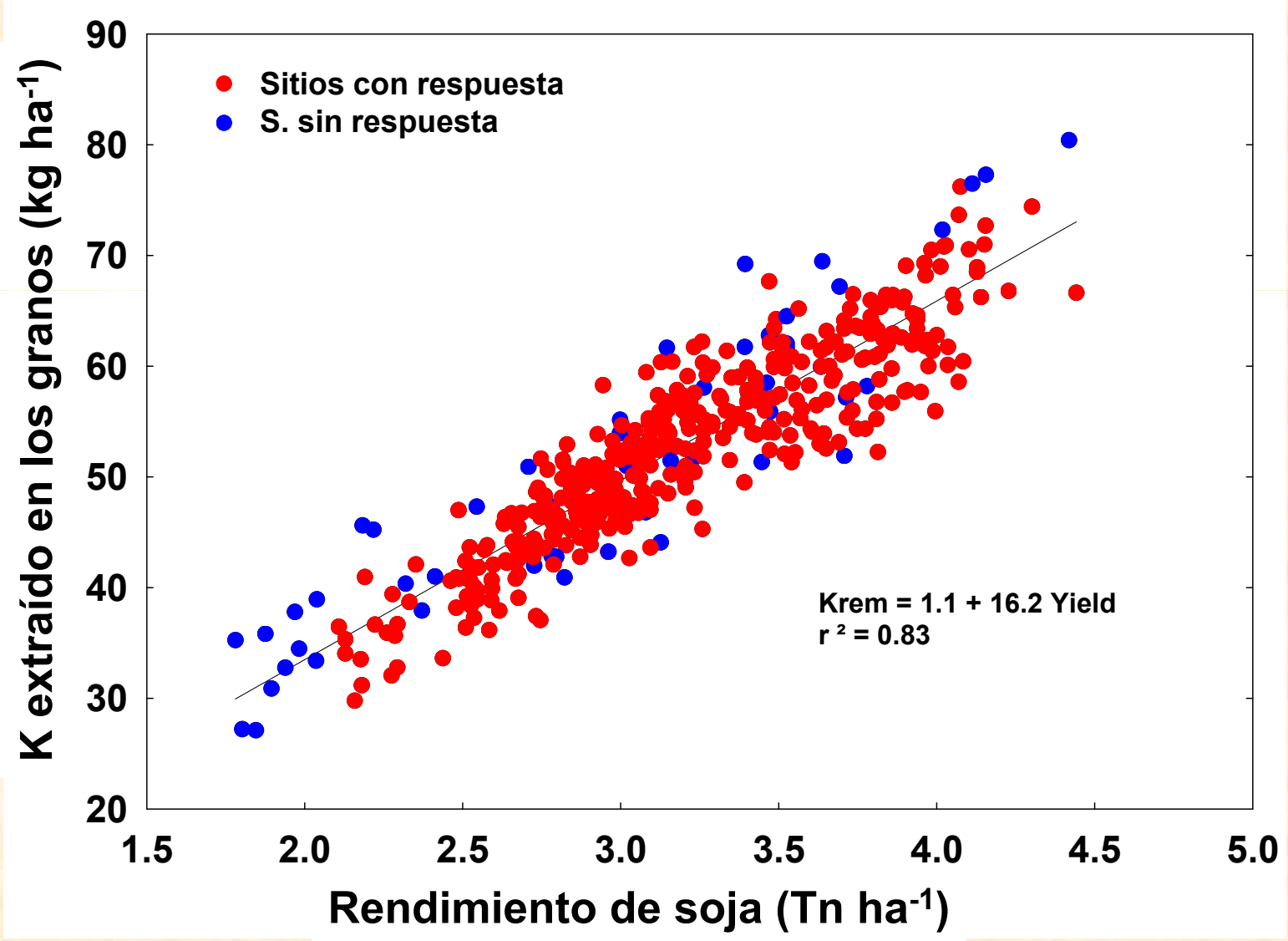
- El principal mecanismo por el cual el K se mueve hacia las raíces de las plantas es la **difusión**.
- Cualquier cosa que limite el crecimiento de las raíces y la captación de agua puede limitar la absorción de K por el cultivo:
  - pestes y/o enfermedades radiculares
  - suelos secos o con humedad excesiva
  - suelos compactados, con aireación pobre
- Existen grandes diferencias en remoción de K entre cultivos y sistemas de cosecha

Rendimiento de soja y concentración de K en granos



Fuente: Mallarino, A. ISU

Rendimiento de Soja y extracción de K



Fuente: Mallarino, A. ISU

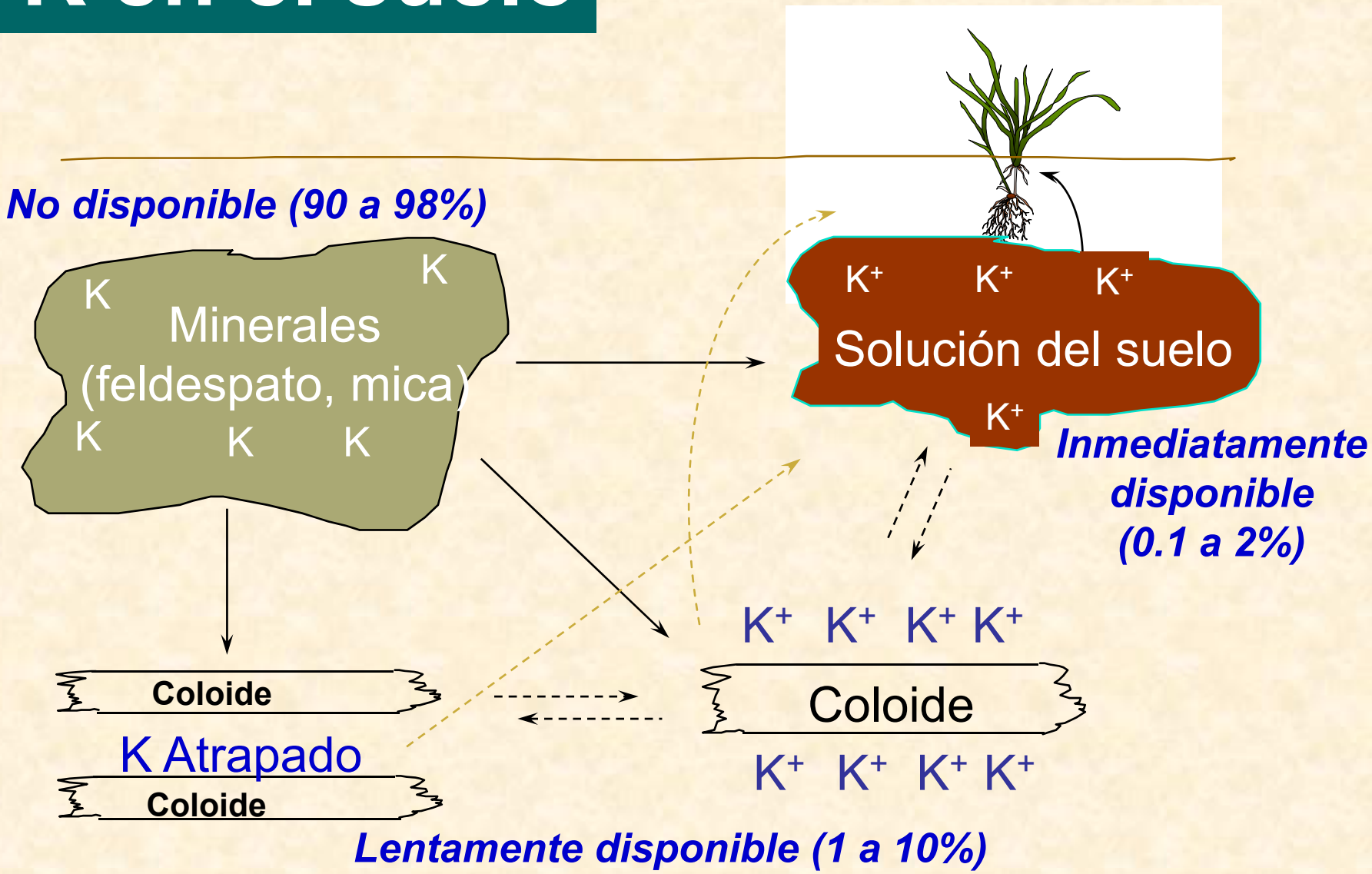
Requerimiento y extracción de nutrientes de algunos cultivos

Nutriente	Maíz		Trigo	
	Requerimiento	Indice de Cosecha	Requerimiento	Indice de Cosecha
	kg/ton		*kg/ton*	
N	22	0.68	30	0.69
P	4	0.76	5	0.80
K	19	0.21	19	0.21
S	4	0.35	5	0.34
Ca	3	0.07	3	0.14
Mg	3	0.53	4	0.63

	Rinde: 8000 kg/ha		Rinde: 3500 kg/ha		Rinde: 3500 kg/ha	
	Necesidad	Extracción	Necesidad	Extracción	Necesidad	Extracción
	kg/ha					
K	133	28	59	12	121	59
Ca	21	1	9	1	49	9
Mg	21	11	12	8	28	11

Fuente: Ciampitti y García (2007). www.ipni.net/lasc

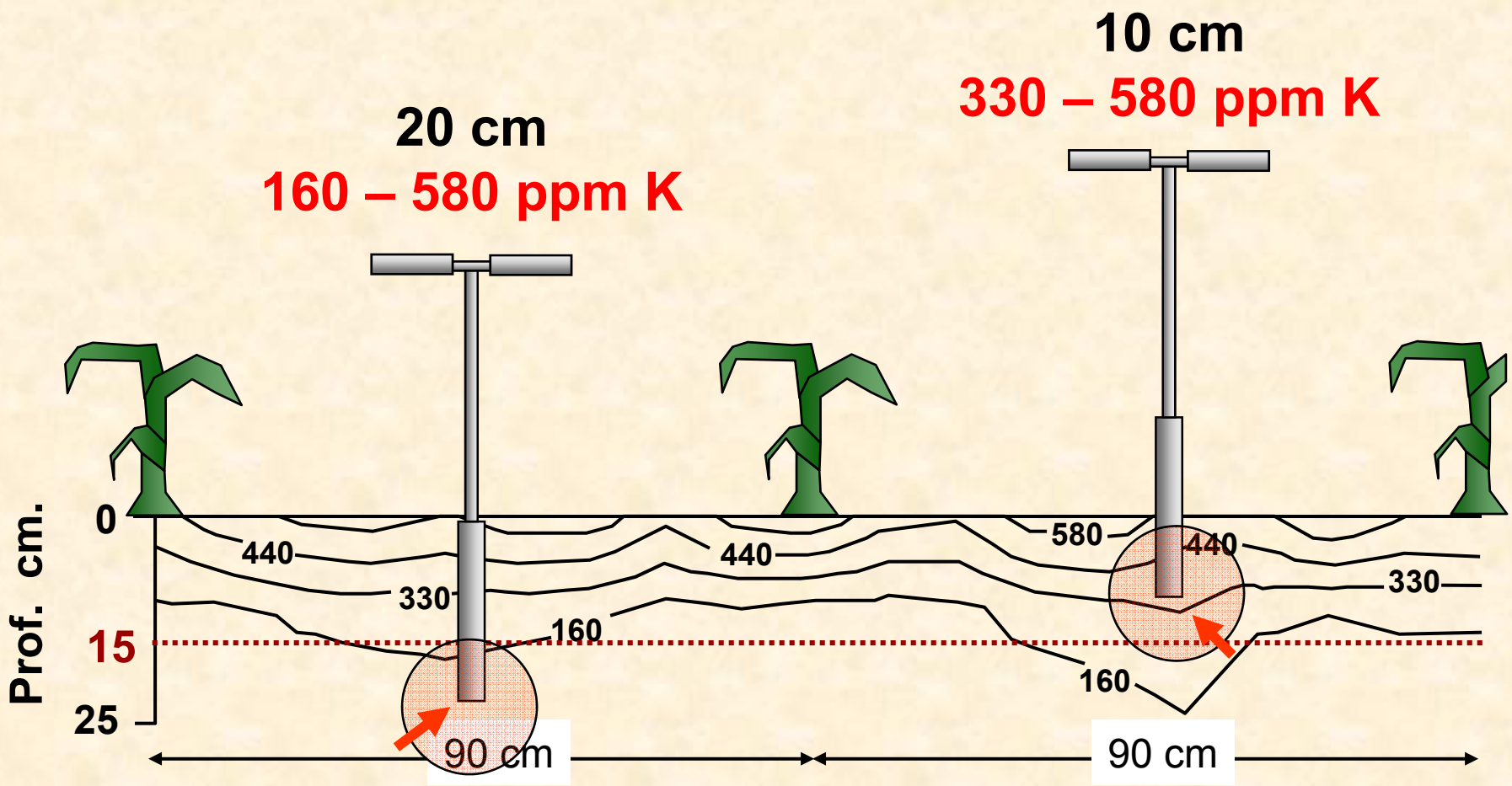
K en el suelo



(Johnston, 2007. IPNI)

Estratificación de K en siembra directa

(la profundidad y ubicación de las muestras impactan en la variabilidad)

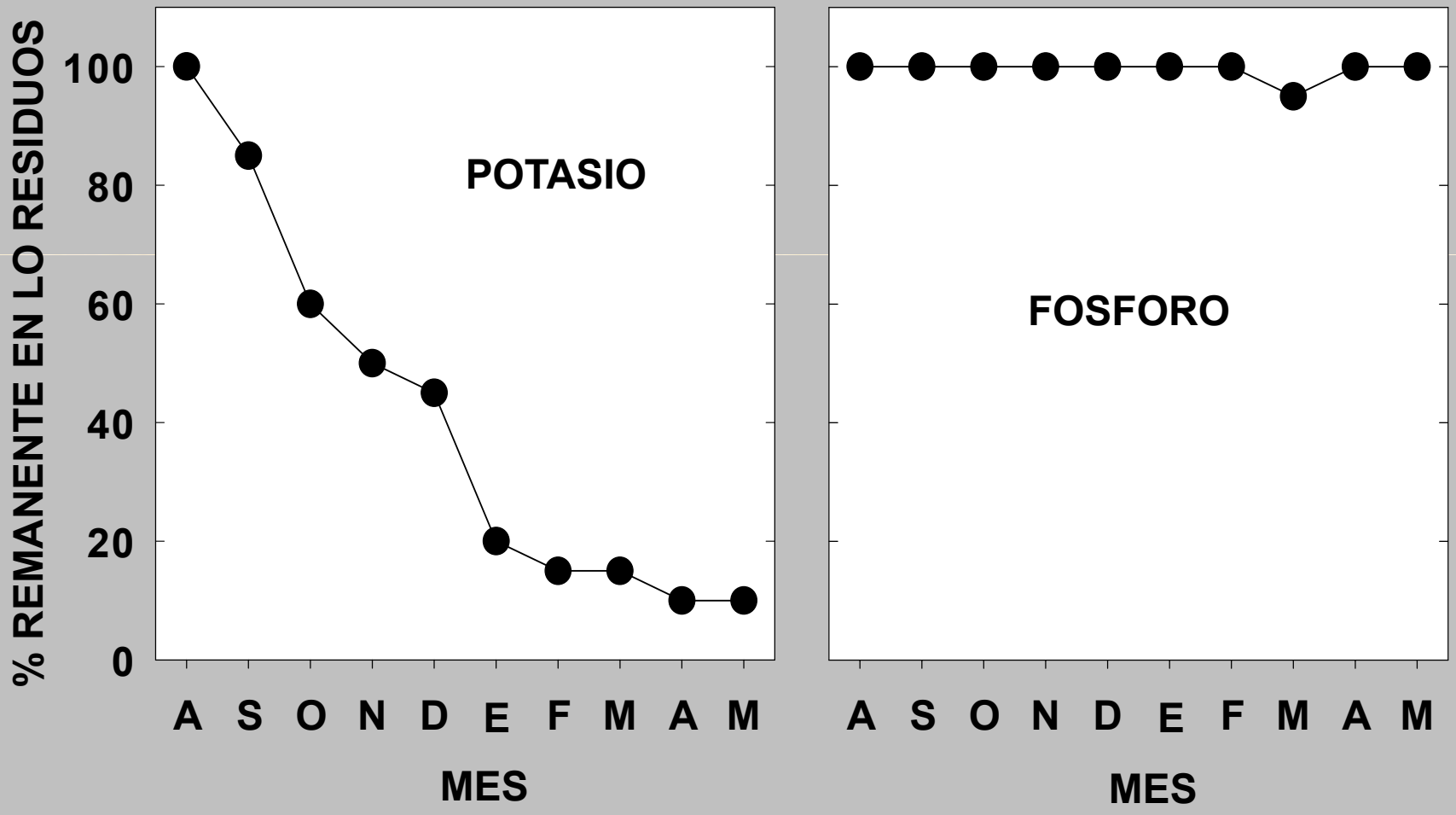


- Suelo franco limoso, 10 años bajo SD, maíz continuo
- Aproximadamente 75 kg K/ha aplicados al voleo cada año
- Aproximadamente 15 kg K/ha aplicado como arrancador cada año

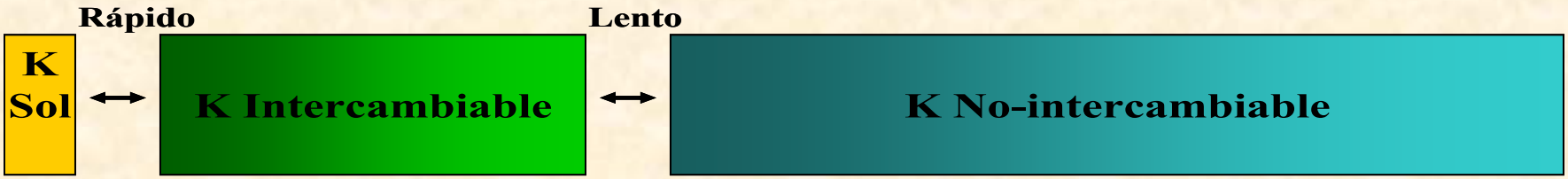
Robbins y Voss, 1991 (IA)

Variación temporal del K en el suelo

Lavado del K y el P desde residuos de cosecha de maíz



Análisis de suelo para Potasio



- Acetato de Amonio- (NH_4OAc)
- Mehlich-3

K en solución + K intercambiable

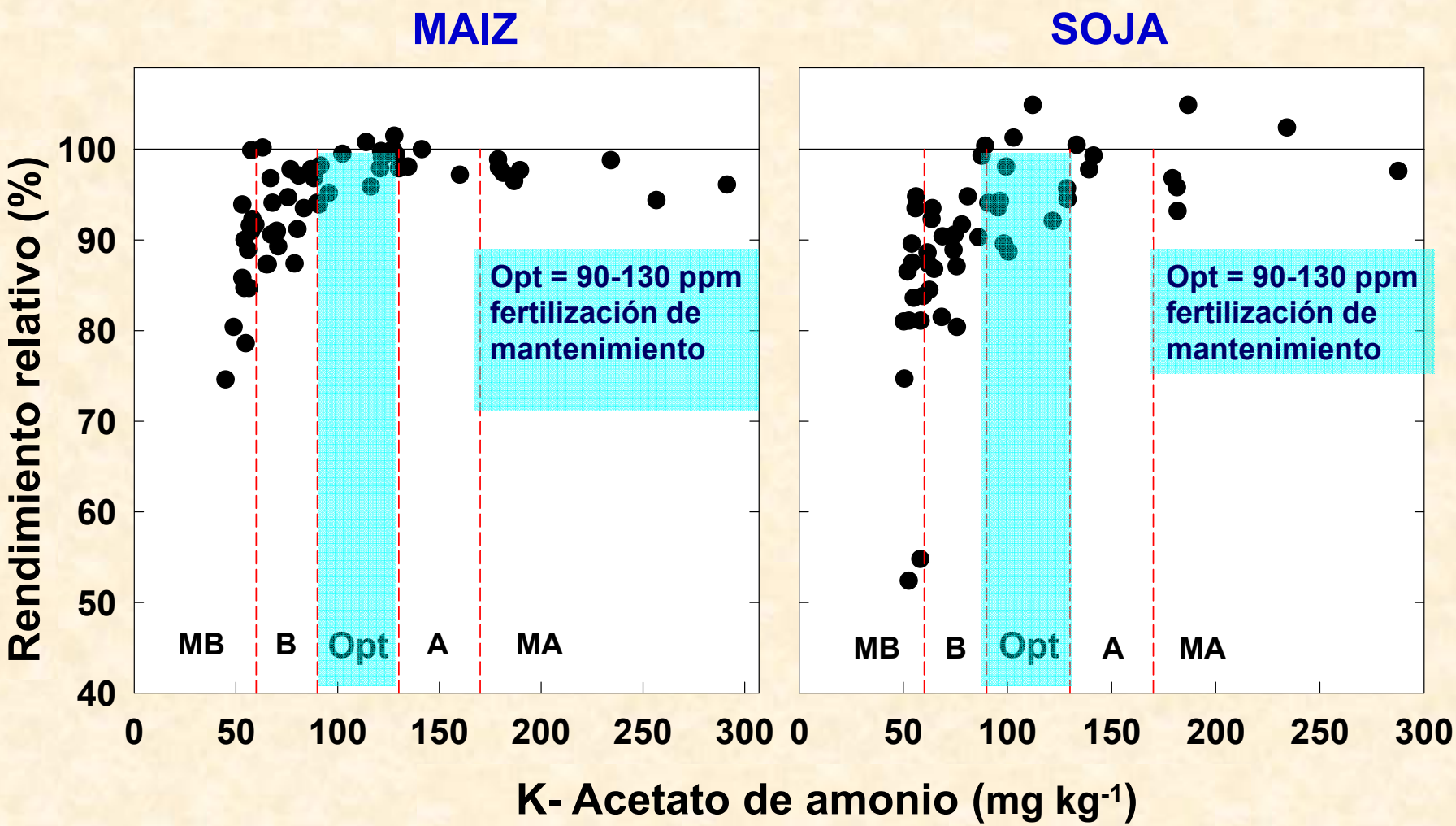
- Tetrafenilborato de sodio ($NaBPh_4$)

  - incubación corta (5 min)

+ K no-intercambiable

Mehlich, 1984; Warnke y Brown, 1998; Cox et al., 1999

Calibración para K usada en Iowa (previo a 2002)

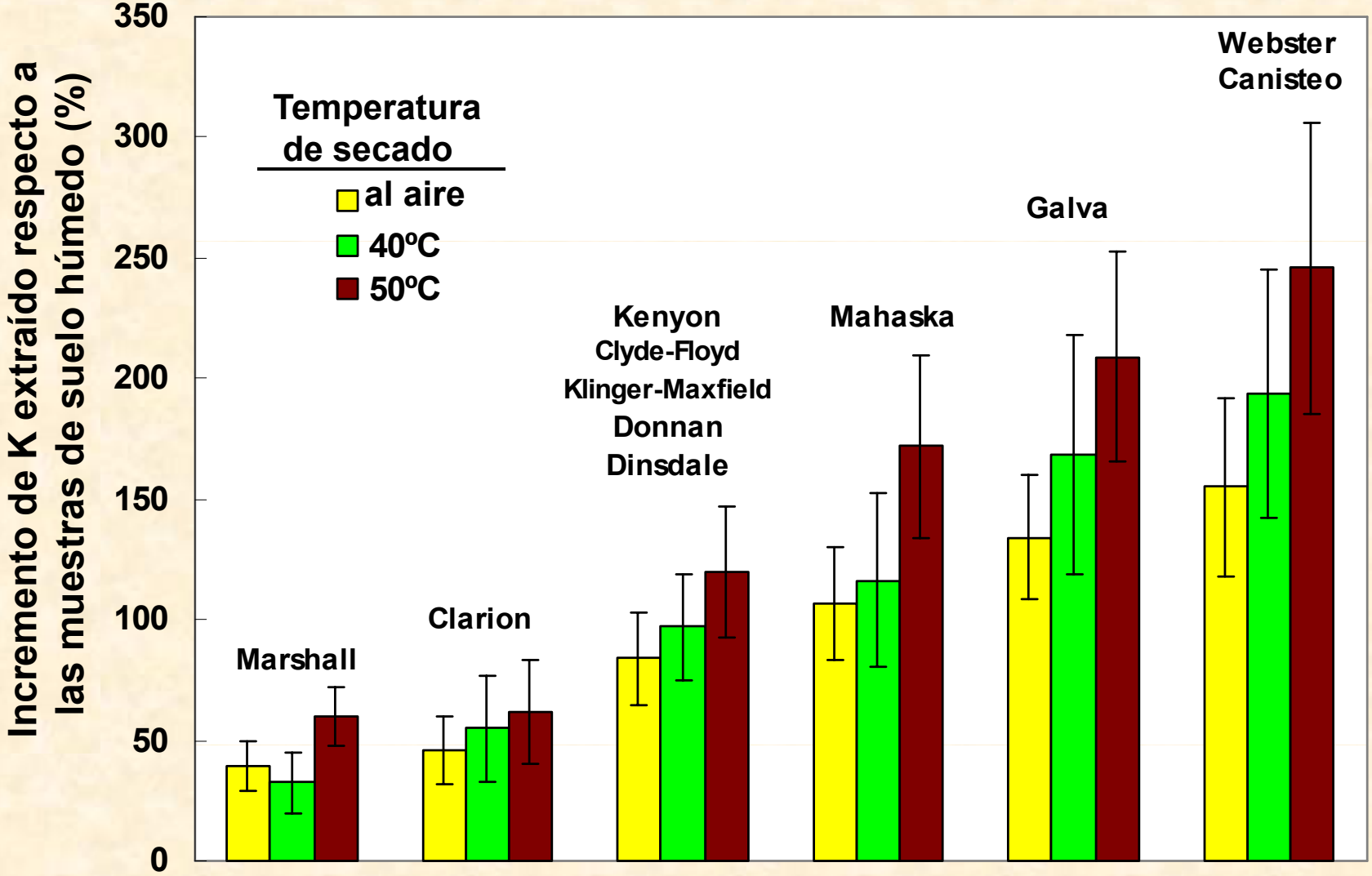


21/06/2002

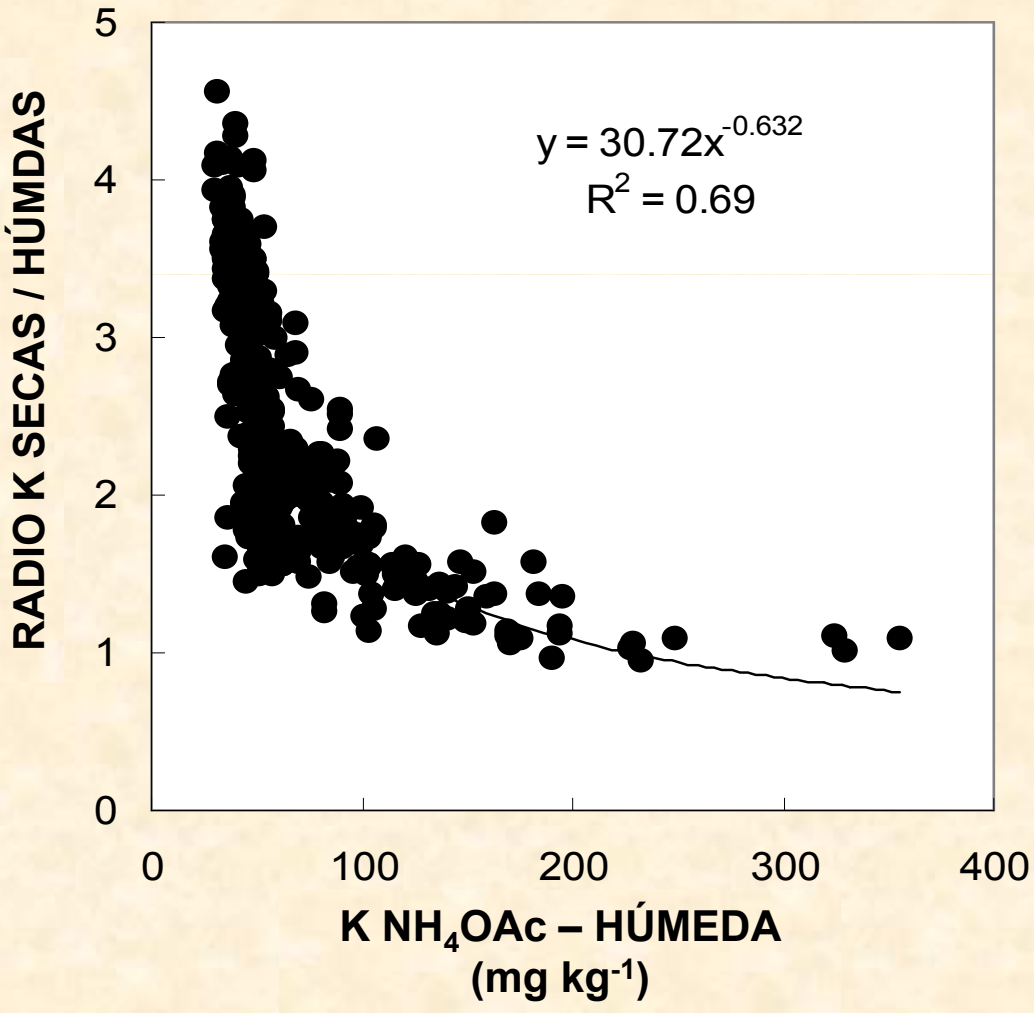
Causas de los problemas con la calibración para K en Iowa:

- Las calibraciones originales para K se basaban en análisis realizados sobre muestras húmedas.
- Se conocía que el secado de las muestras de suelo (al aire o mayores Tº) modifica las cantidades de K extraídas.
- Por cuestiones operativas de los Lab., en los 90' se comenzó a secar las muestras previo al análisis de K. Apoyado en análisis de numerosas muestras **se modificaron las calibraciones originales de acuerdo a un factor: K seco = K húmedo * 1.25**

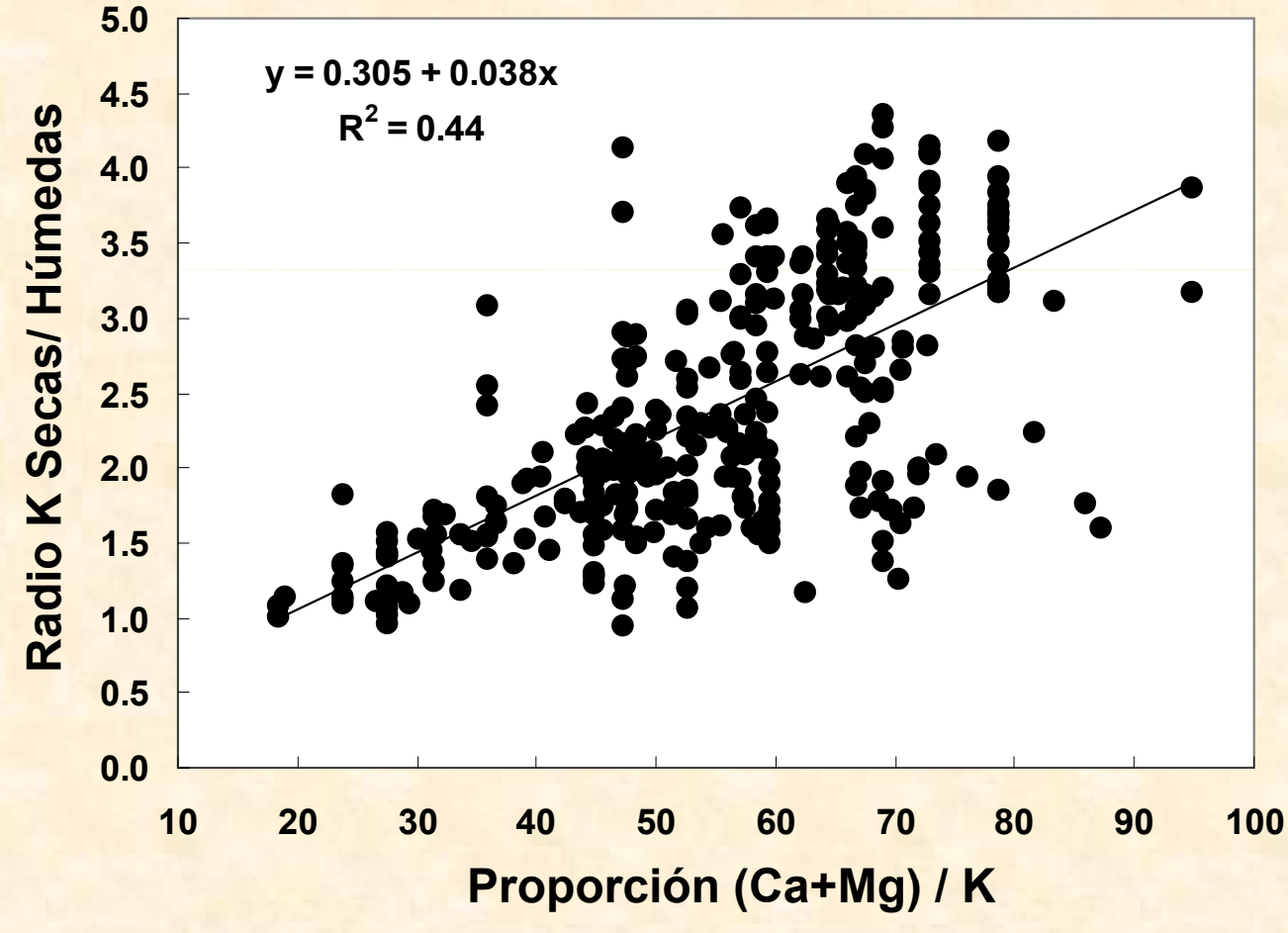
Efecto del secado de la muestra sobre la cantidad de K extraído en relación con el K medido en muestras húmedas en distintas series de suelo (Iowa, EE.UU.)



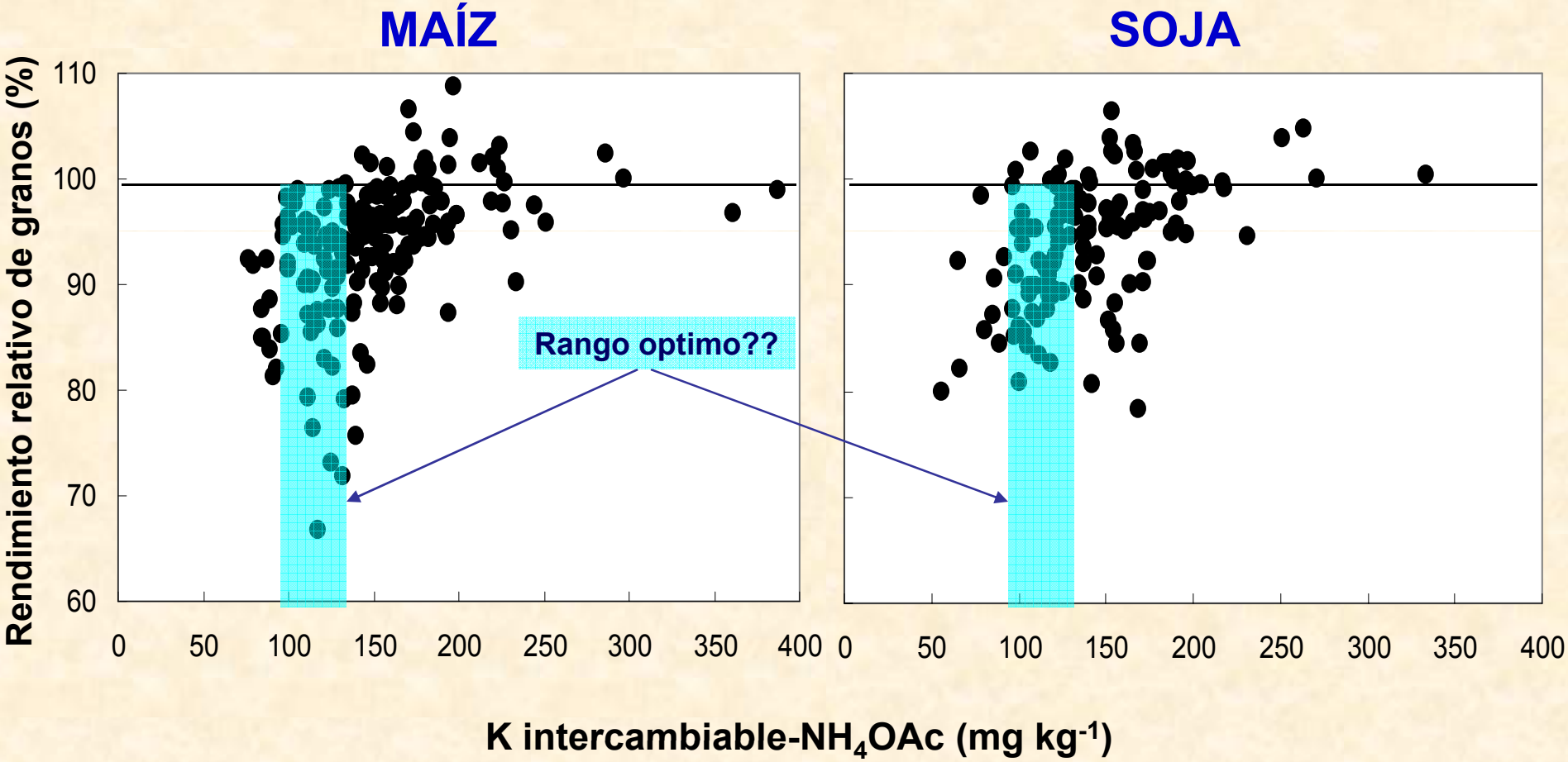
Relación entre el K medido con NH_4OAc sobre muestras HÚMEDAS y la diferencia relativa de K extraído de muestras SECAS y HÚMEDAS



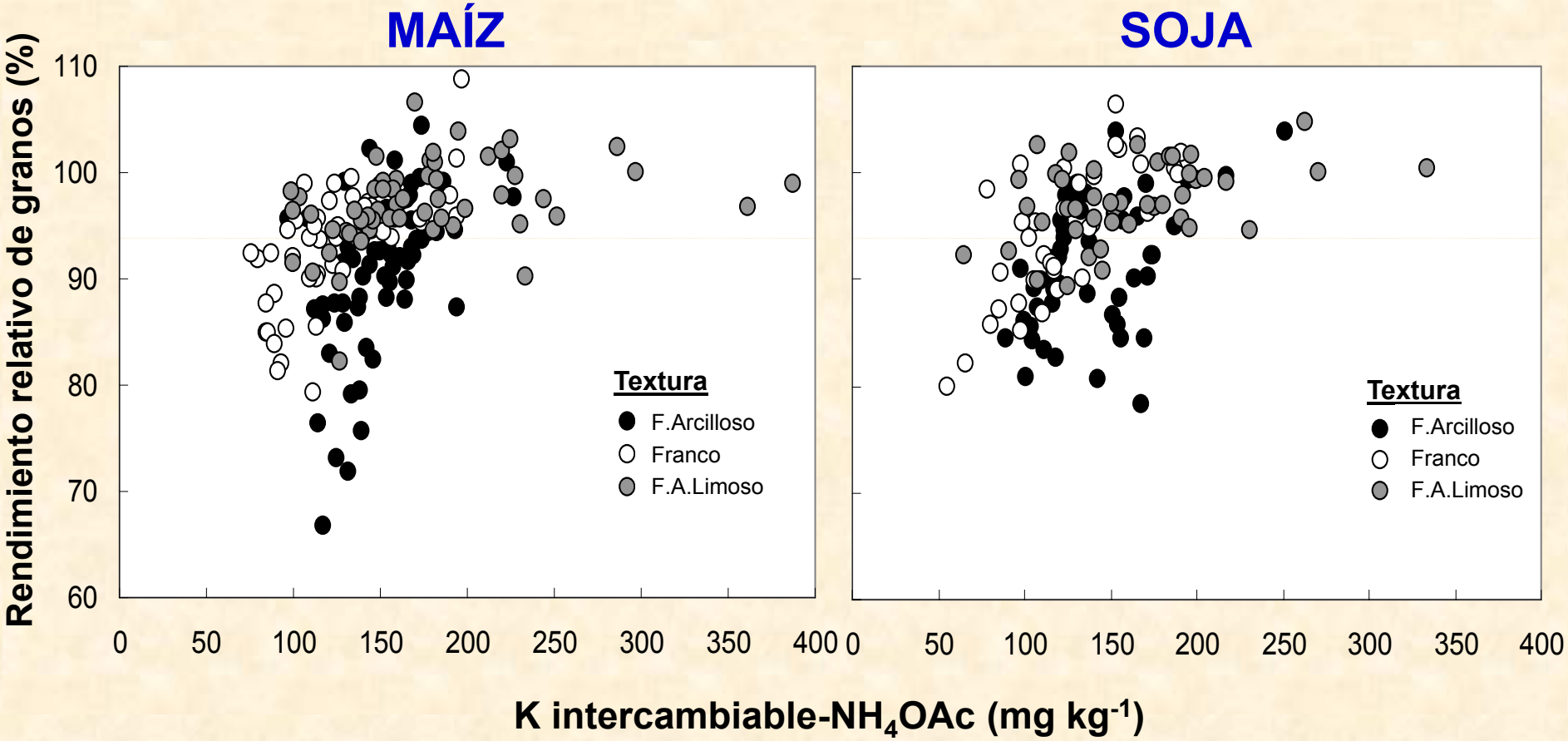
Relación entre la proporción de (Ca+Mg)/K y la diferencia relativa en K del suelo medido en muestras de suelo SECAS y HÚMEDAS



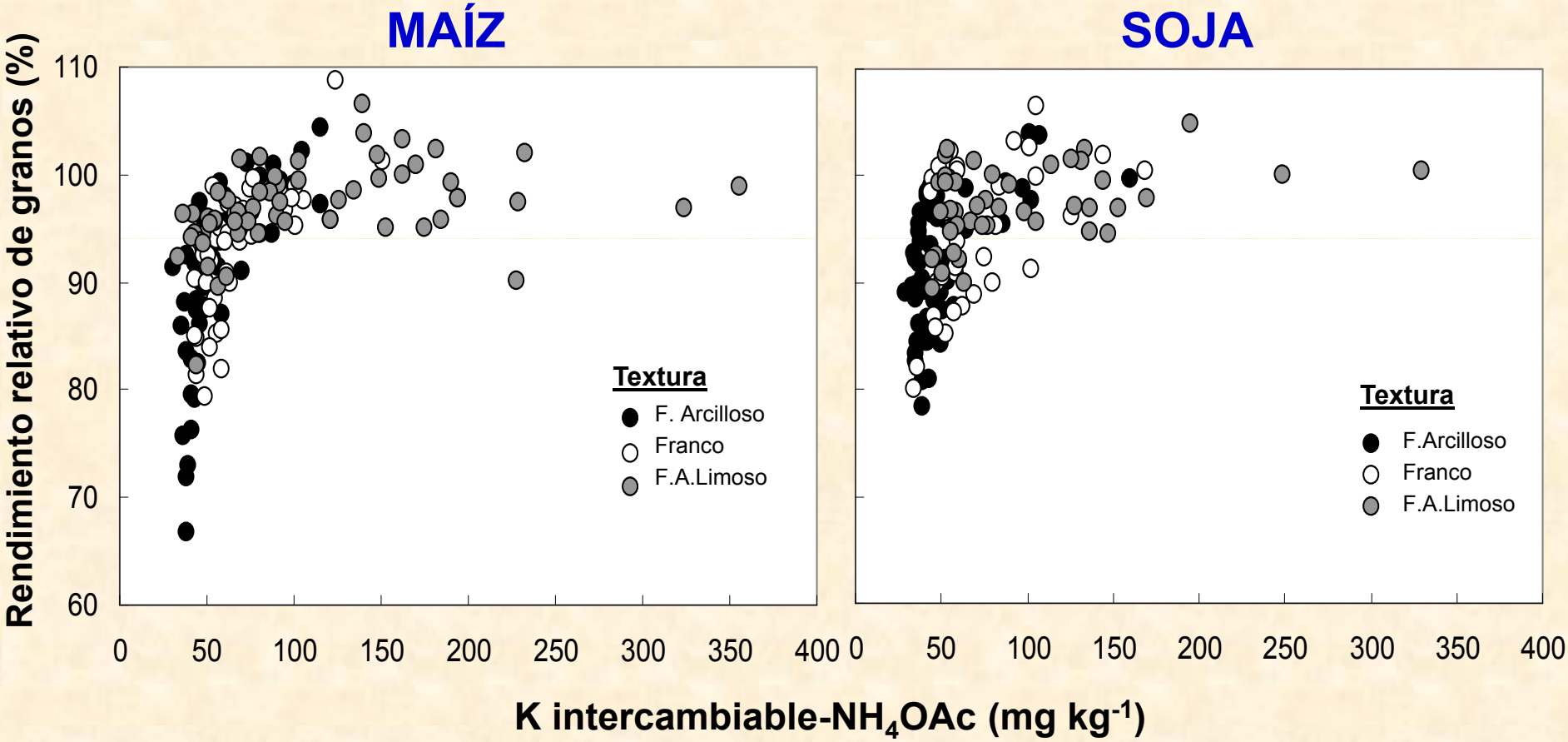
Relación entre el rendimiento relativo y el análisis de K: NH_4OAc - muestras SECAS



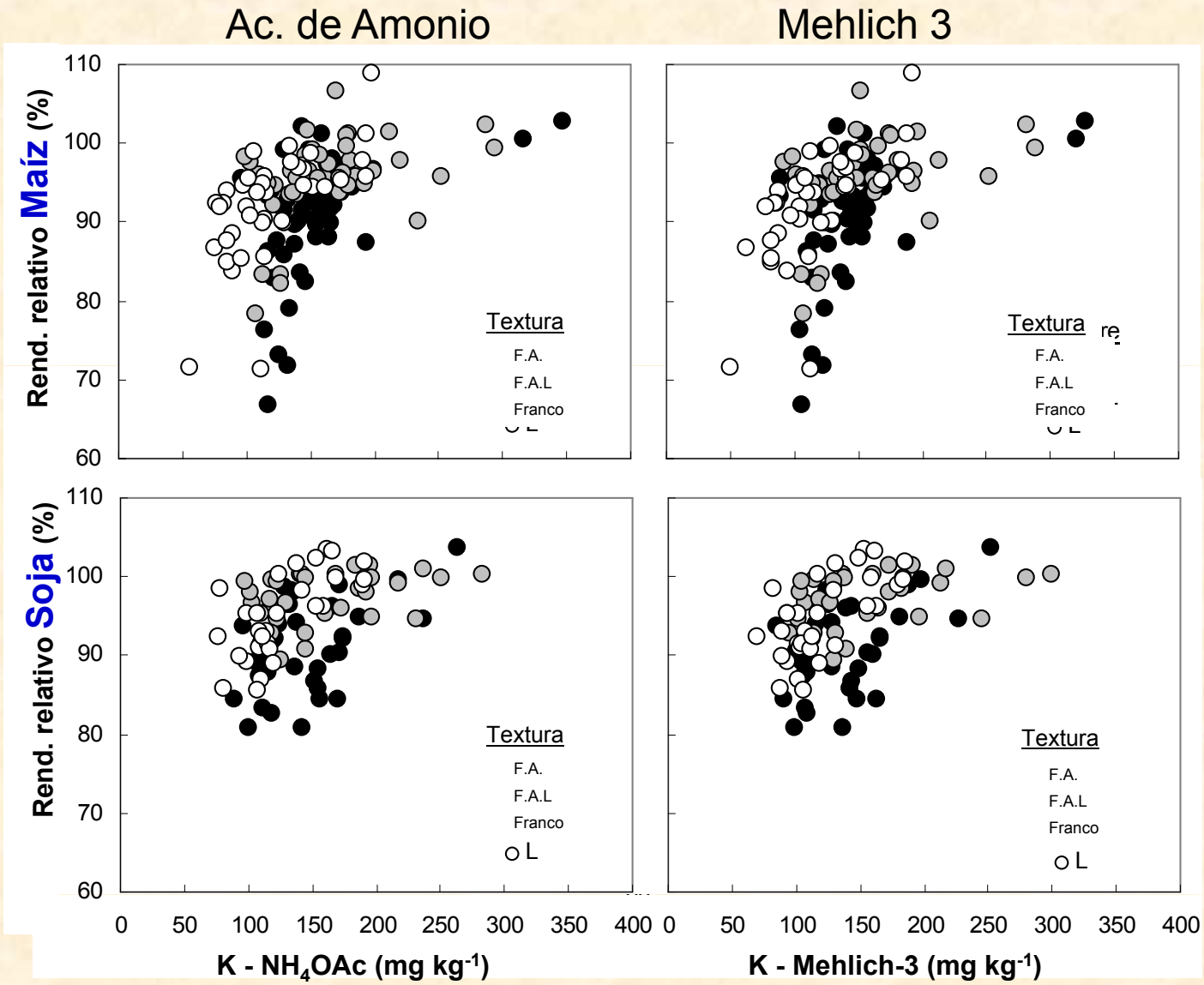
Relación entre el rendimiento relativo y el análisis de K: NH_4OAc – muestras SECAS



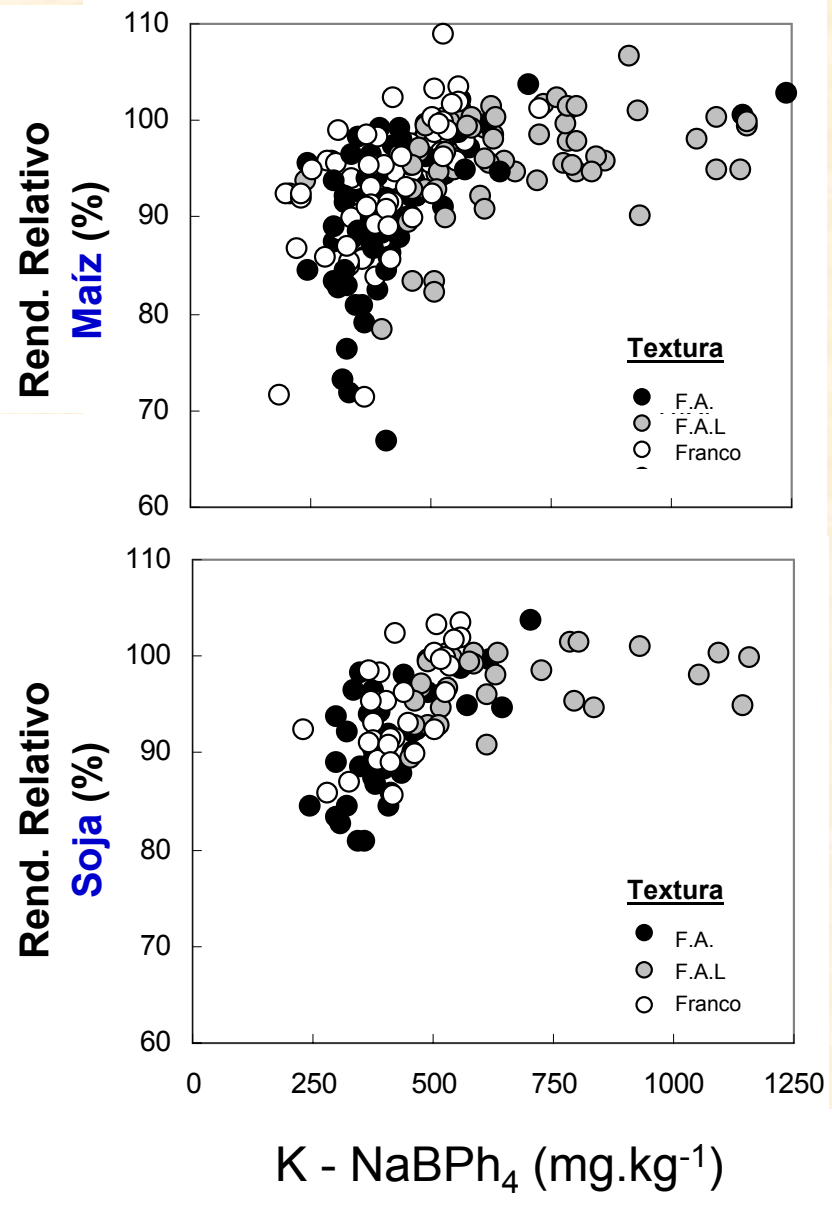
Relación entre el rendimiento relativo y el análisis de K: NH_4OAc – muestras HÚMEDAS



Relaciones entre el rendimiento relativo de maíz y soja y el K medido con NH_4OAc y Mehlich-3



Relación entre Rendimiento relativo de maíz y soja y el K medido con $NaBPh_4$



Consideraciones sobre métodos y extractantes para el análisis de K en suelos

- El test de K-Acetato de Amonio basado en muestras húmedas predijo mejor la respuesta de los cultivos a la aplicación de K y mostró una concentración crítica de K mejor definida, comparado con el método comúnmente usado basado en muestras secas.
- El K medido con Mehlich-3 resultó un índice con igual variabilidad para predecir la respuesta a la fertilización con K en Maíz y Soja, comparado con Acetato de Amonio.
- El K medido con tetrafenilborato de sodio no mejoró significativamente la capacidad para predecir la respuesta a K en maíz y soja, comparado con acetato e amonio o Mehlich-3.

Interpretaciones para K en Iowa desde 2003

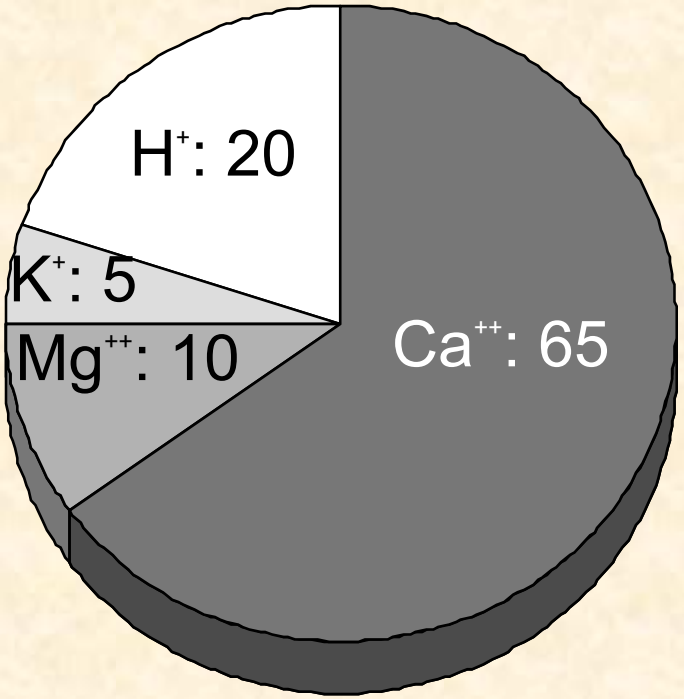
Interpretaciones	Categoría de suelo según contenido de K				
	Muy bajo	Bajo	Optimo	Alto	Muy alto
	K (mg kg^{-1})				
Cultivo	Recomendación de fertilización con K				
	kg de K ha^{-1}				
Maíz	120	84	42	0	0
Soja	112	84	70	0	0
Maíz - Soja	205	153	112	(56)	0
	Reconstrucción Lenta		Mantener ajustando por rendimiento	No necesario o no paga	

Mallarino et al. (2003)

Porcentaje de saturación de cationes básicos (BCSR - Basic cation saturation ratio)

- Recomendación desarrollada por Bear et al. en NJ (EE.UU.)
- Luego modificada por Graham, quien estableció "rangos aceptables":
  - **Ca^{++}**: 65-85%
  - **Mg^{++}**: 6-12%
  - **K^{+}**: 2-5%
  - **H^{+}**: restante %

Porcentaje de saturación del suelo "ideal"



Kelling and Peters, 2004; McLean, 1977

Umbrales o rangos críticos citados de relaciones entre cationes intercambiables

Relación de Cationes Intercamb.	Vázquez (2006)	Molina y Meléndez (2002)	OCEPAR EMBRAPA (1994)
(Ca+Mg)/K **[15]**	7-11	10-40	12-20
Ca/Mg **[6.5]**	3-15	2-5	1.5-3.5
Ca/K **[13]**	13	5-25	8-16
Mg/K **[2]**	0.7	2.5-15	3-6

[relación "suelo ideal" (Bear et al.)**]**

Vázquez, 2006; Molina y Melendez, 2002; OCEPAR, 1994

Porcentaje de saturación de cationes básicos (BCSR)

- **Bases teóricas**
  - El porcentaje de saturación básica de un catión individual puede afectar su disponibilidad para las plantas
  - La absorción de un catión puede influenciar la absorción de otros
- **Bases prácticas**
  - "… investigaciones sobre los efectos de distintas relaciones de cationes en suelo sobre el rendimiento de los cultivos han sido limitadas y generalmente no han apoyado el concepto de un 'radio o porcentaje de cationes ideal'."

    – McLean y Brown

Kelling and Peters, 2004; McLean, 1977; McLean and Brown, 1984

Porcentaje de saturación de cationes básicos (BCSR)

- **Críticas:**
  - Bases de datos de calibración escasas
  - Relaciones basadas principalmente en costos de nutrientes en el momento, no en respuestas en rendimiento
  - En muchos casos, saturación básica y pH son confundidos
- **Posibilidades de éxito:**
  - Suelos altamente meteorizados, con baja CIC, de texturas medias a gruesas y que requieren grandes dosis de nutrientes
  - Donde existen datos de calibración local

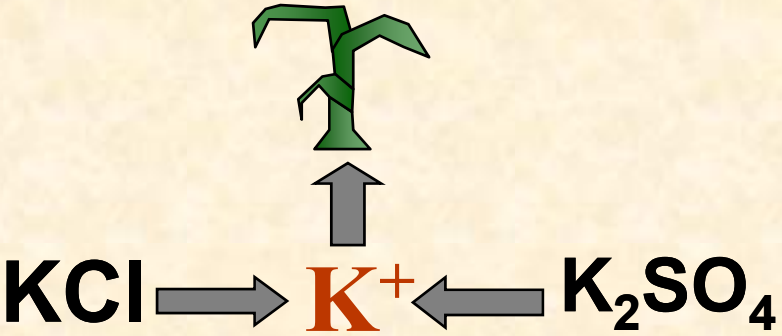
Kelling and Peters, 2004; McLean, 1977

Manejo de la fertilización con K

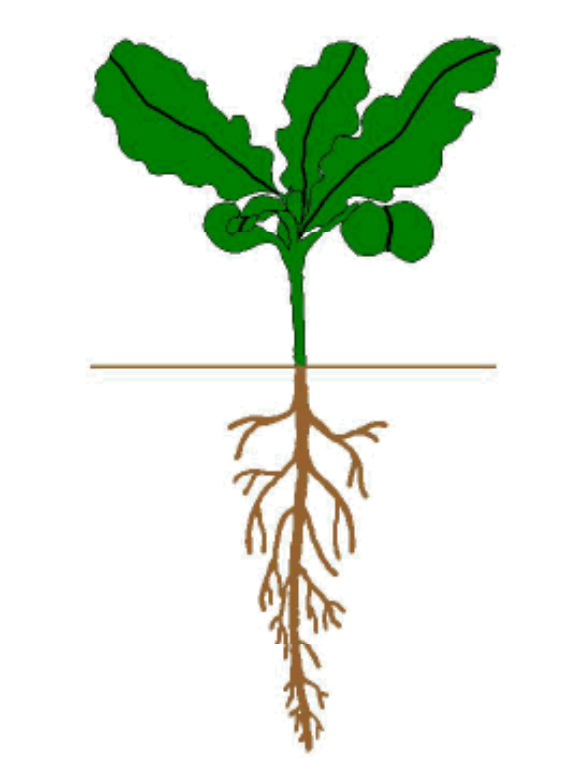
Fuentes de fertilizantes conteniendo K

Fuente	Análisis	%K
Cloruro de potasio, KCl	0-0-60 (62)	50
Sulfato de potasio, K_2SO_4	0-0-50-17	42
Nitrato de potasio, KNO_3	13-0-44	37
Sulfato de potasio-magnesio, $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$	0-0-22-22-11	18
Tiosulfato de potasio, $K_2S_2O_3$	0-0-25-17	21

Una vez en el suelo todas las fuentes de fertilizante estarán en la misma forma que el que se encuentra en el suelo (K^+).



Que pasa con el K del Fertilizante en el suelo?

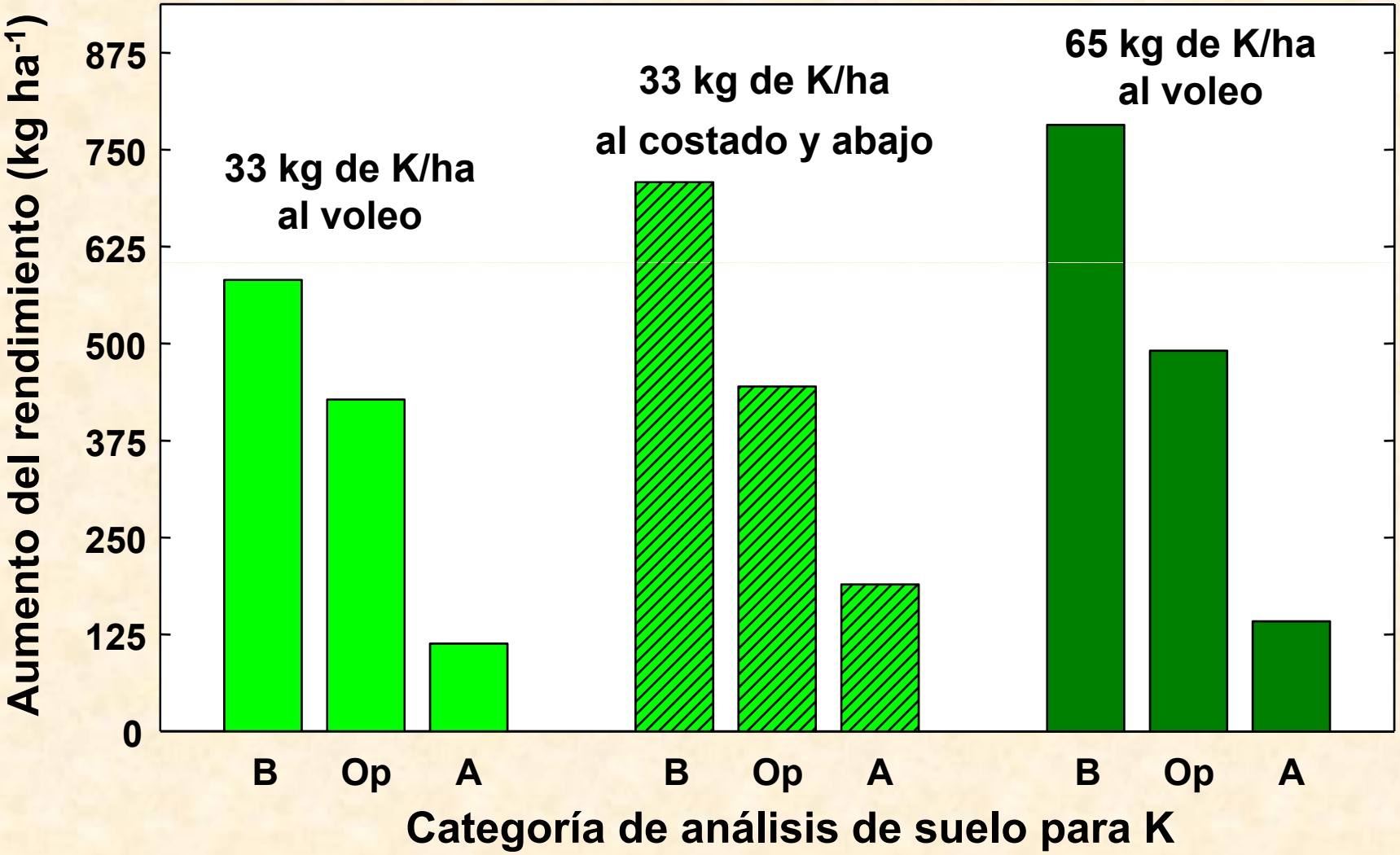


- **Absorbido por el cultivo en 1 año:**
  - 20 al 60% del K aplicado
  - Máxima recuperación en suelos pobres en K
- **K lentamente disponible (años futuros):**
  - Un gran proporción del K remanente en la mayoría de los suelos
  - Abastecimiento futuro de K

K disponible ⇔ **K Lentamente disponible** ⇔ **K No disponible**

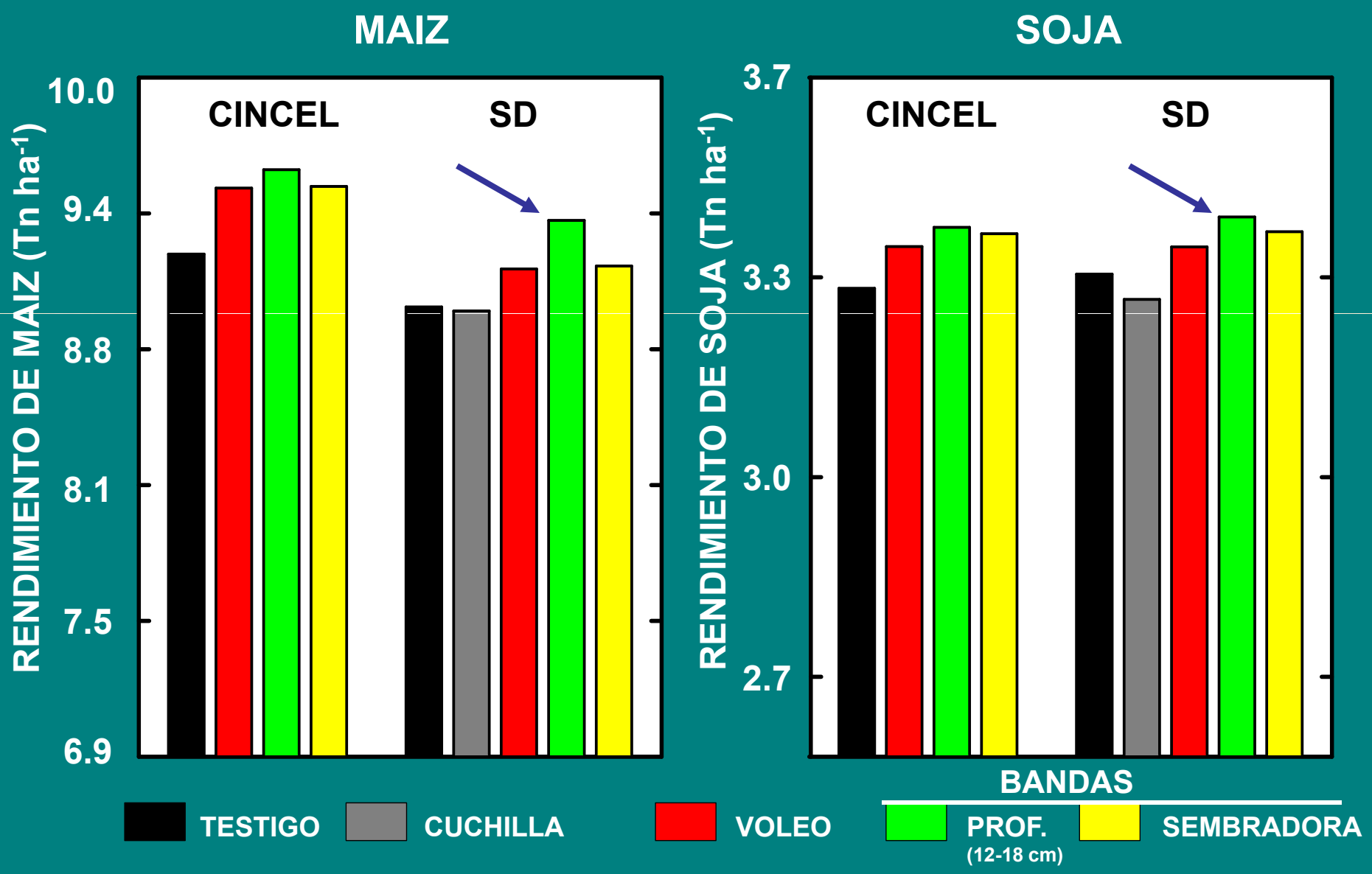
(Johnston, 2007. IPNI)

Dosis y localización de K?



Fuente: Mallarino, A. ISU

EFECTO DE LA LOCALIZACION DEL K



Fuente: Bordoli y Mallarino, 1998

Claves para el Manejo del K

- No es posible adoptar una recomendación general de fertilización potásica aplicable a diferentes suelos, climas y cultivos.
- Las recomendaciones deberían basarse en **análisis de suelos** y **definición de niveles críticos** para los suelos y cultivos representativos de cada región.
- El **K intercambiable** no siempre funciona satisfactoriamente. Deberían considerarse otros factores que controlan la **disponibilidad de K** para las plantas, como la capacidad buffer de K del suelo (relacionada a la textura y la CIC).

Claves para el Manejo del K

- El análisis de suelo es una herramienta útil, aunque no es perfecta. Ayuda a pensar en probabilidades de respuesta.
  - respuestas de cultivos en suelos con bajo análisis son muy probables y la fertilización es una inversión segura.
- Filosofías de la fertilización: "**Suficiencia**" o "**Subir y mantener**", ajustando el ritmo de reconstrucción de K en el suelo en función de:
  - Precios de los granos y los fertilizantes
  - Finanzas del productor, propiedad de la tierra y actitud frente al riesgo.

Tomar las decisiones correctas

- Interpretar los análisis de suelos apropiadamente.
- Considerar las necesidades de K y otros cationes de los cultivos de la rotación, remoción con las cosechas.
- Usar métodos de aplicación considerando el costo-beneficio. Considerar equipamiento disponible, practicidad, costos de aplicación, ventajas operativas.

Gracias!

EEA Paraná

Pedro A. Barbagelata

Ing. Agr., Ph.D.

www.inta.gov.ar/parana

pbarbagelata@parana.inta.gov.ar