

Manejo sitio-específico de nutrientes para una mayor eficiencia productiva

Agustín Pagani

**Que se entiende por manejo sitio-
específico de nutrientes?**

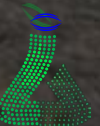
**Tecnología de procesos que permite
diagnosticar y variar espacialmente los
niveles de nutrientes y enmiendas a
aplicar**

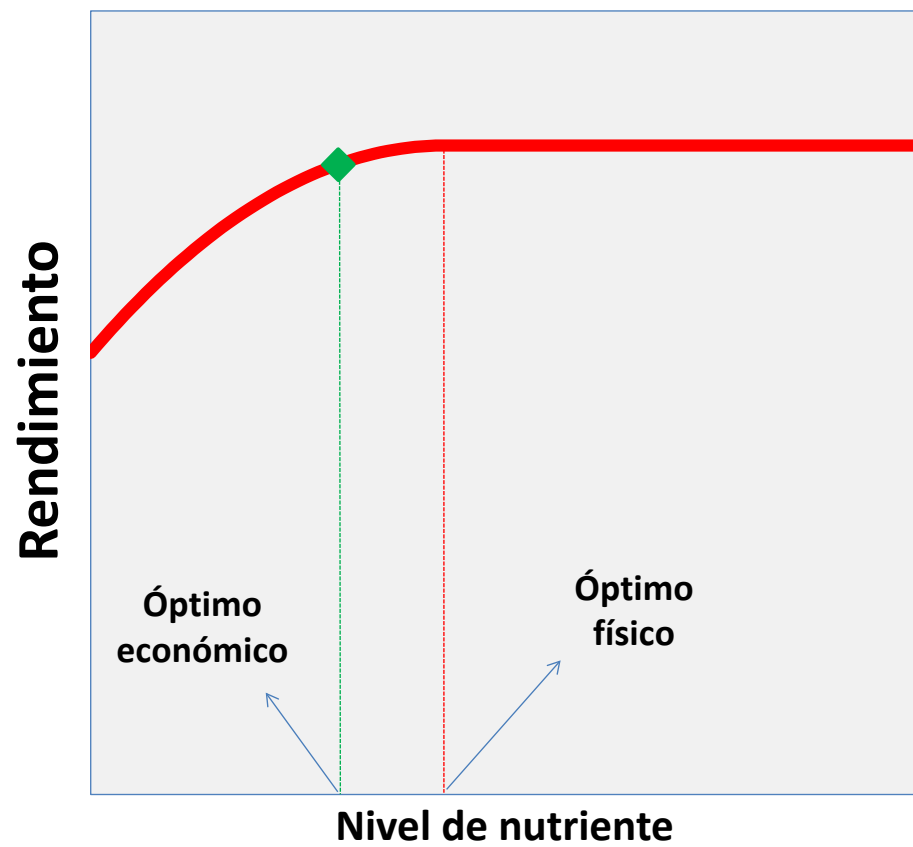
Por qué molestarnos con el manejo variable de nutrientes?

Involucra:

- Complejidad
- Inversión
- Capacitación
- Gestión

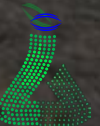
Porque existe un gran potencial para ganar eficiencia productiva ajustando los niveles de nutrientes a aplicar **dentro de los lotes de modo que tiendan a los óptimos**





**Cual debe ser el objetivo de un manejo
sitio-específico de nutrientes?**

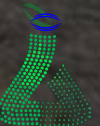
**Alcanzar el nivel óptimo de cada
nutriente en cada parte del lote**



Como lograrlo?

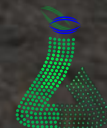
**Identificando y cuantificando los factores
más importantes en la determinación del
rendimiento**

NO!!!



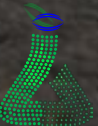
Como lograrlo?

**Identificando y cuantificando
(mapeando) los factores más importantes
en la determinación de la **respuesta** de un
cultivo a la aplicación de un nutriente**

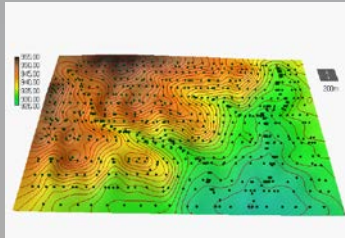


**Cuales son estos factores y como
mapearlos?**

Varían para cada región, lote y año



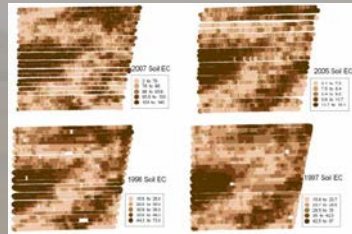
Topografía



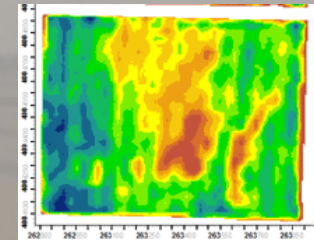
Tosca y Hz. thapto



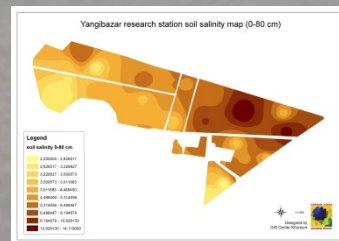
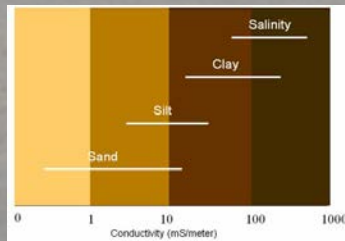
Textura y MO



Napa y agua útil



Salinidad y Na

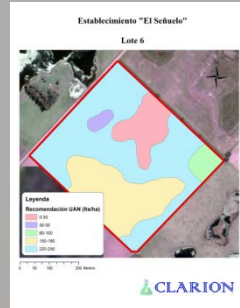


Nutrientes



Etapas en el manejo sitio-específico

1. Delimitación de zonas de manejo



2. Diagnóstico



3. Aplicación variable



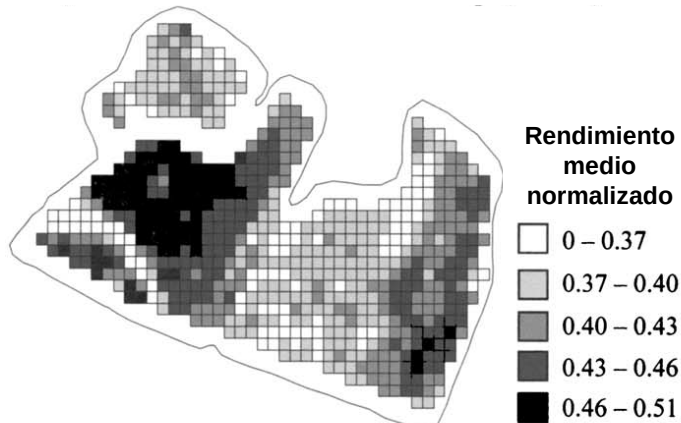
Variabilidad espacial

Principal factor determinante de la implementación de un planteo sitio-específico

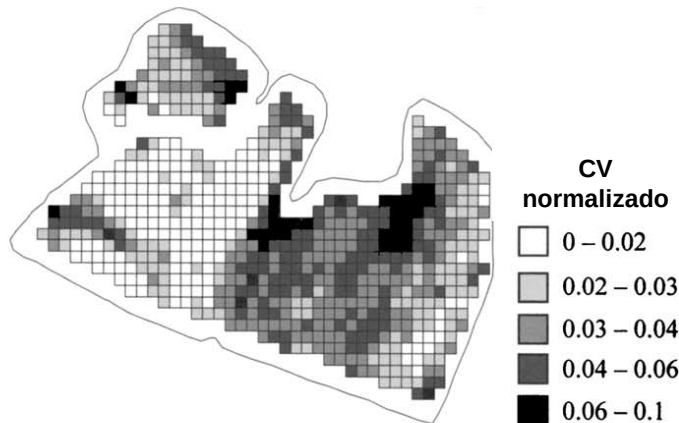
- **Magnitud**
- **Rango**
- **Escala**

Variabilidad espacial de rendimiento

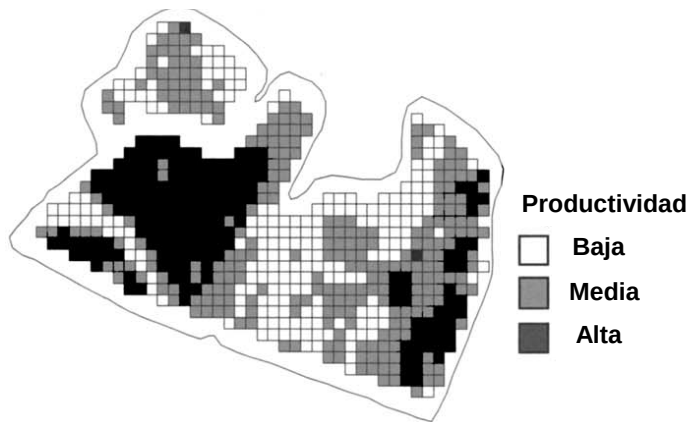
Mapa de rendimiento medio normalizado



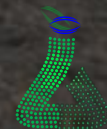
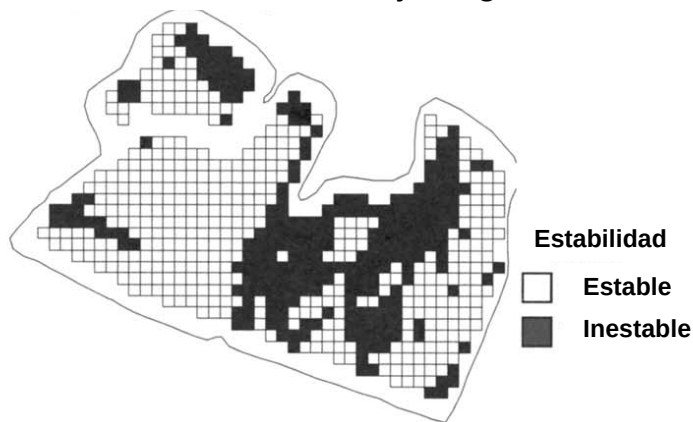
Mapa de CV normalizado



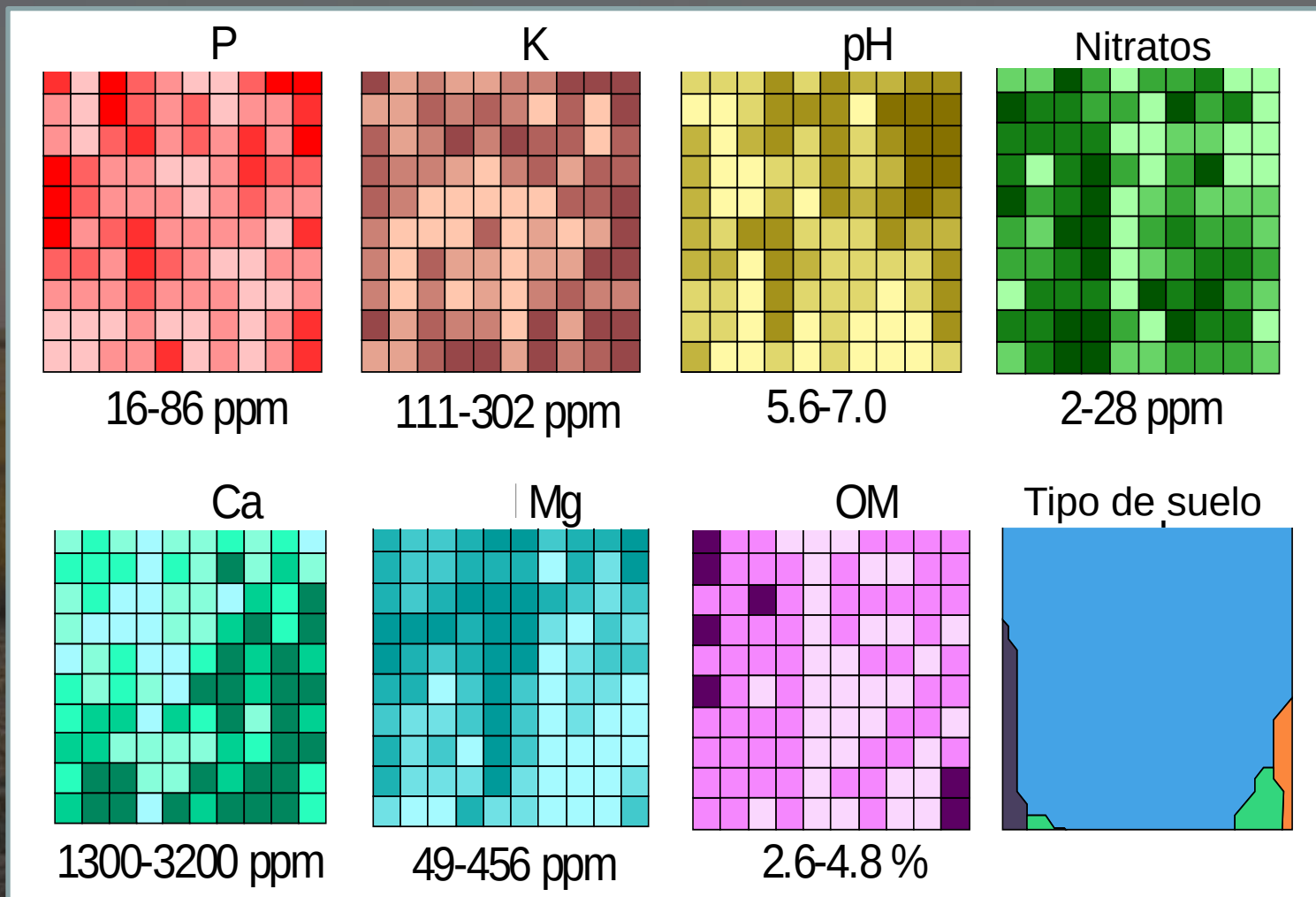
Zonas de manejo según rendimiento medio



Zonas de manejo según CV



Variabilidad espacial de nutrientes y propiedades edáficas

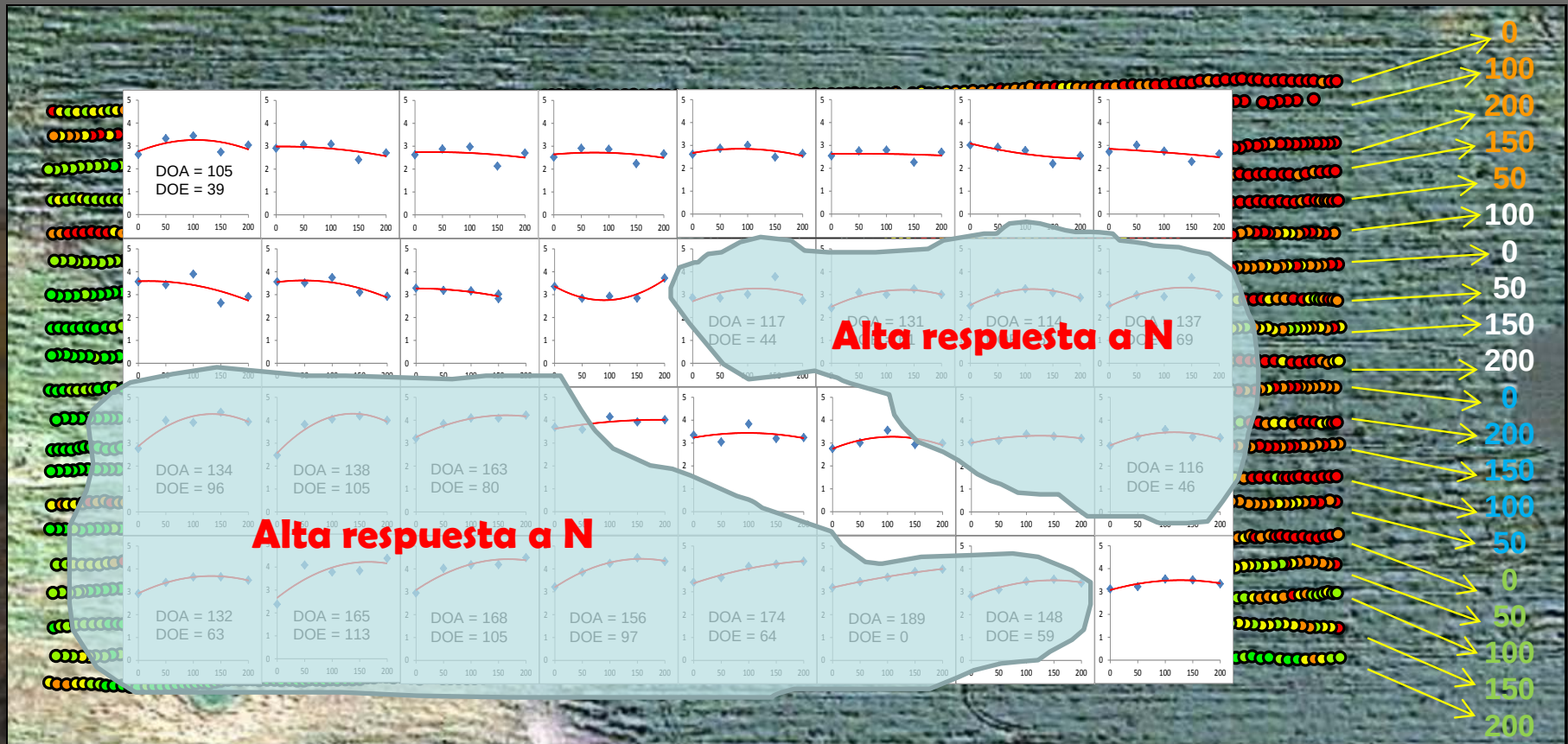


Adaptado de Mallarino et al. (1999)

Variabilidad espacial de la dosis óptima de N en trigo

La DOA varió entre 0 y 189 kg N/ha.

La DOE varió entre 0 y 113 kg N/ha.



Pagani y Dick, datos no publicados

Manejo sitio-específico de N

- **Gran dificultad para predecir las necesidades de N y la respuesta de los cultivos.**
- **Variabilidad temporal en la oferta de N del suelo y en la demanda de este nutriente por parte del cultivo.**
- **Variabilidad espacial en rendimiento y en la respuesta a N.**
- **Interacciones entre variabilidad temporal y espacial.**

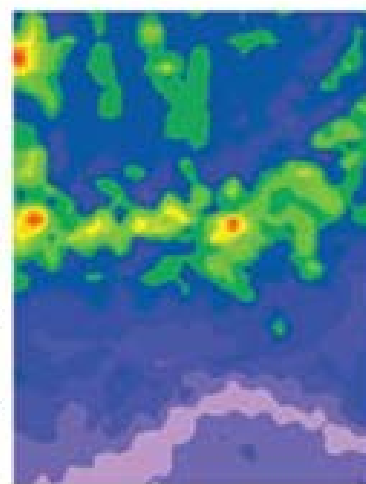
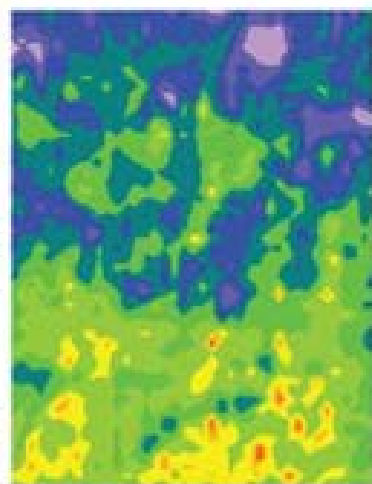
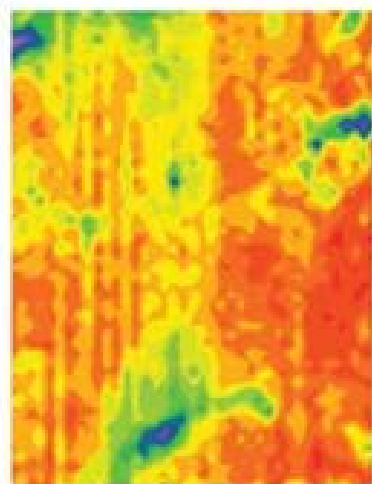
Delineación de zonas de manejo para N

Rendimiento relativo maíz 2004

Rendimiento relativo soja 2005

Conductividad eléctrica aparente

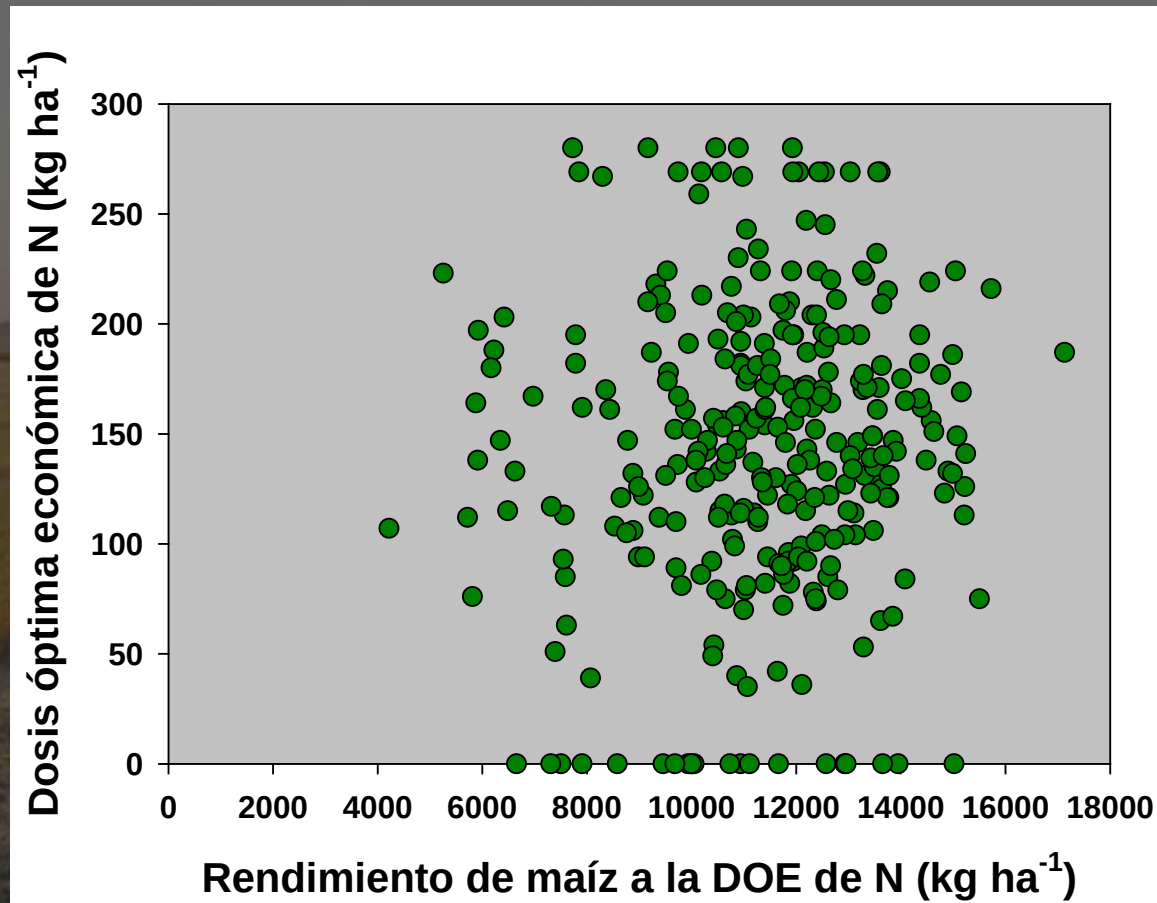
Zonas de manejo



Zona 1

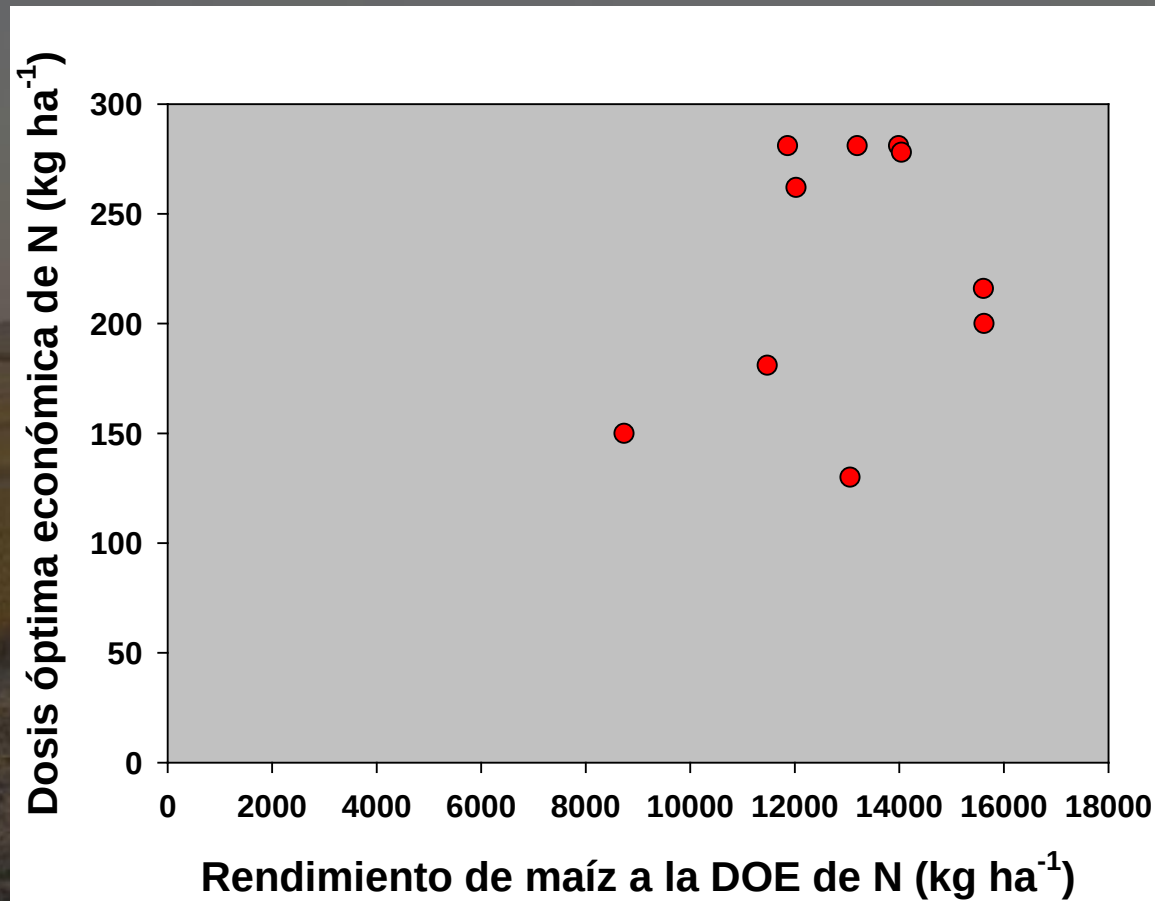
Zona 2

Ausencia de relación entre dosis óptima económica de N y rendimiento de maíz



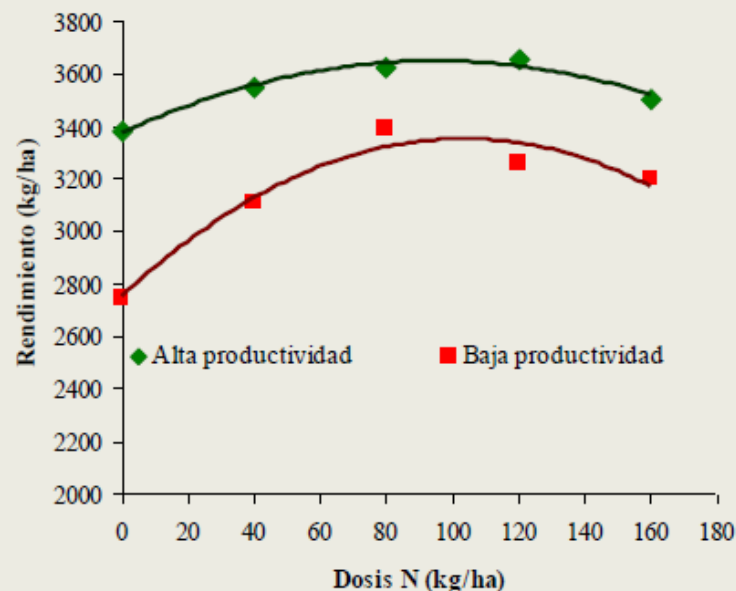
Adaptado de Sawyer et al. (2006)

Ausencia de relación entre dosis óptima económica de N y rendimiento de maíz



Puntel y Pagani, datos no publicados

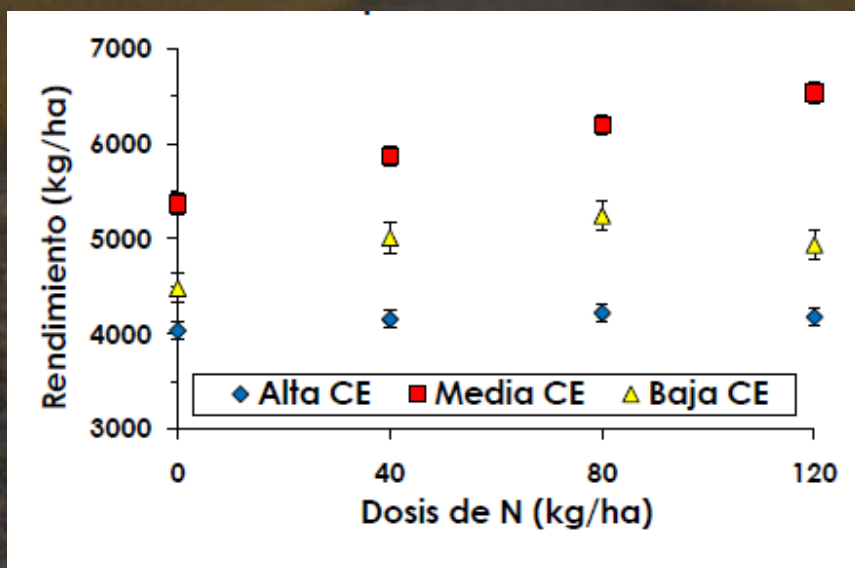
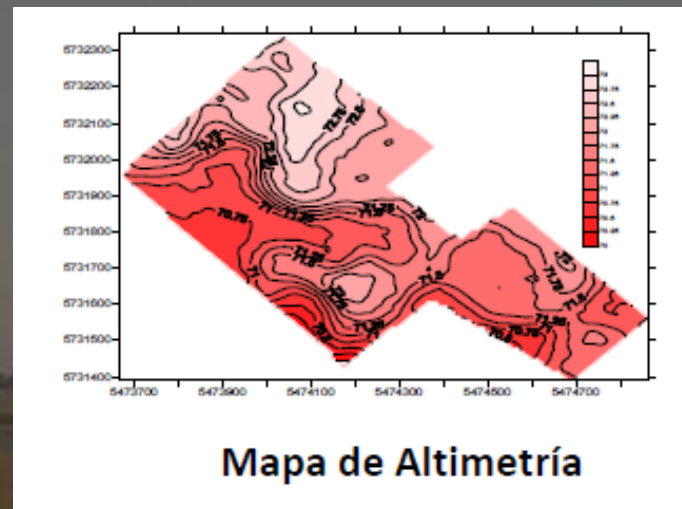
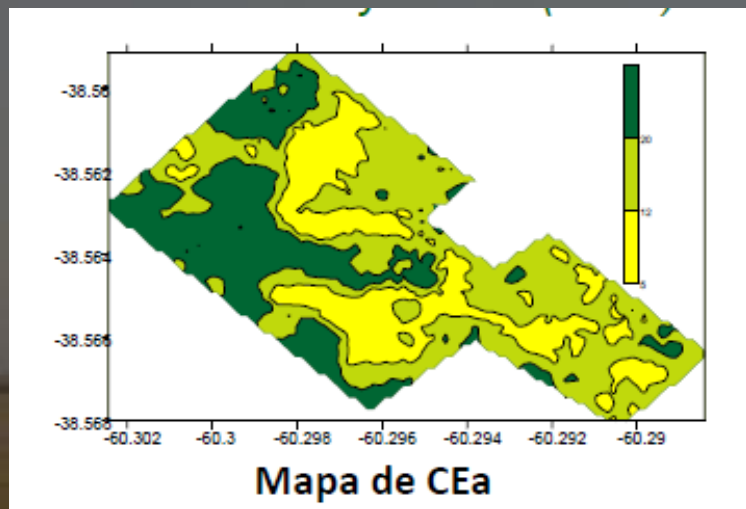
Ausencia de relación entre dosis óptima económica de N y rendimiento de trigo



	Arcilla	limo	arena	COT	Pe	pH	N-NO3
	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg		kg/ha
Alta	287-195	607-334	470-122	24,3-15,1	19,9-7,9	6,1-5,6	95-33,7
Baja	300-93	610-98	798-122	21,6-7,3	29,1-10,9	6,6-5,5	54,7-30

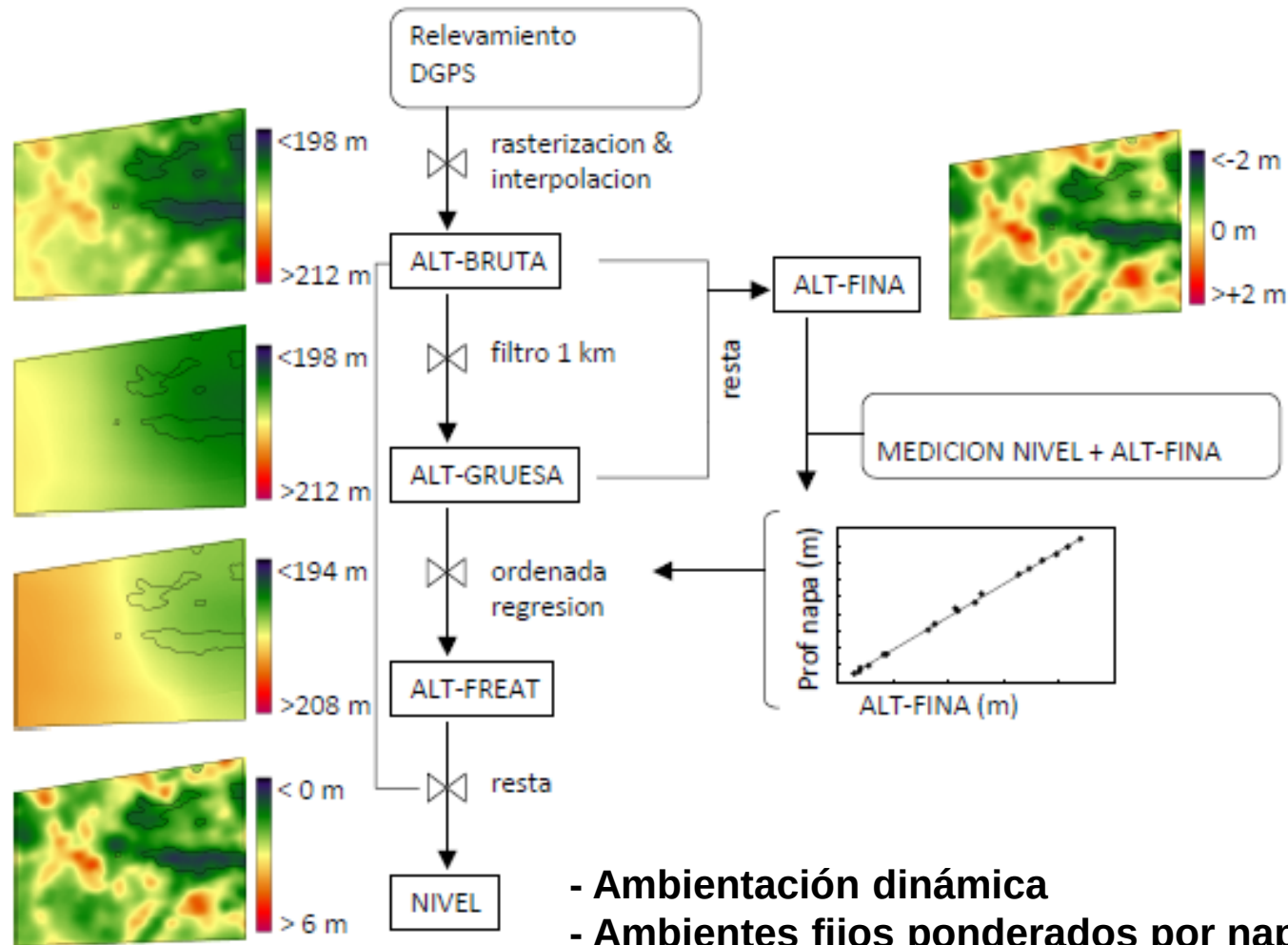
López de Sabando et al. (2010)

Empleo topografía y CEa para el manejo sitio-específico de N



Zamora y Costa (2011)

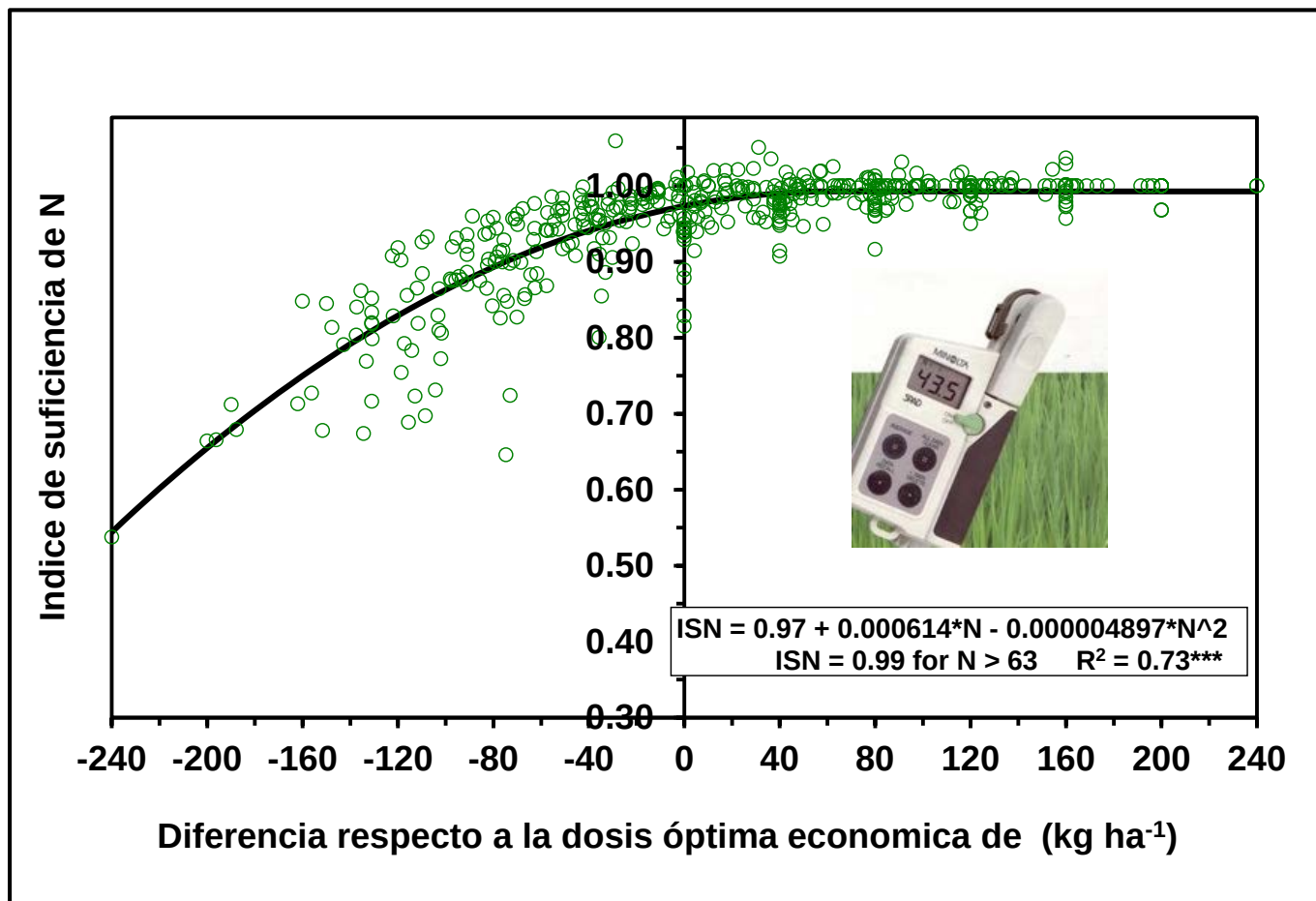
Mapeando profundidad de napa



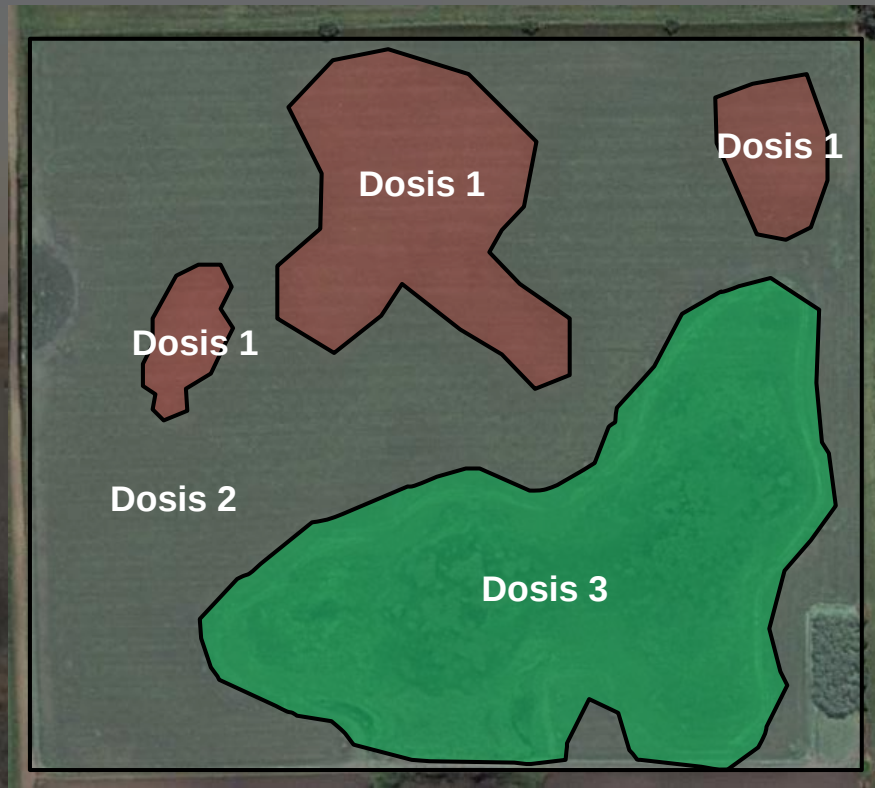
- Ambientación dinámica
- Ambientes fijos ponderados por napa



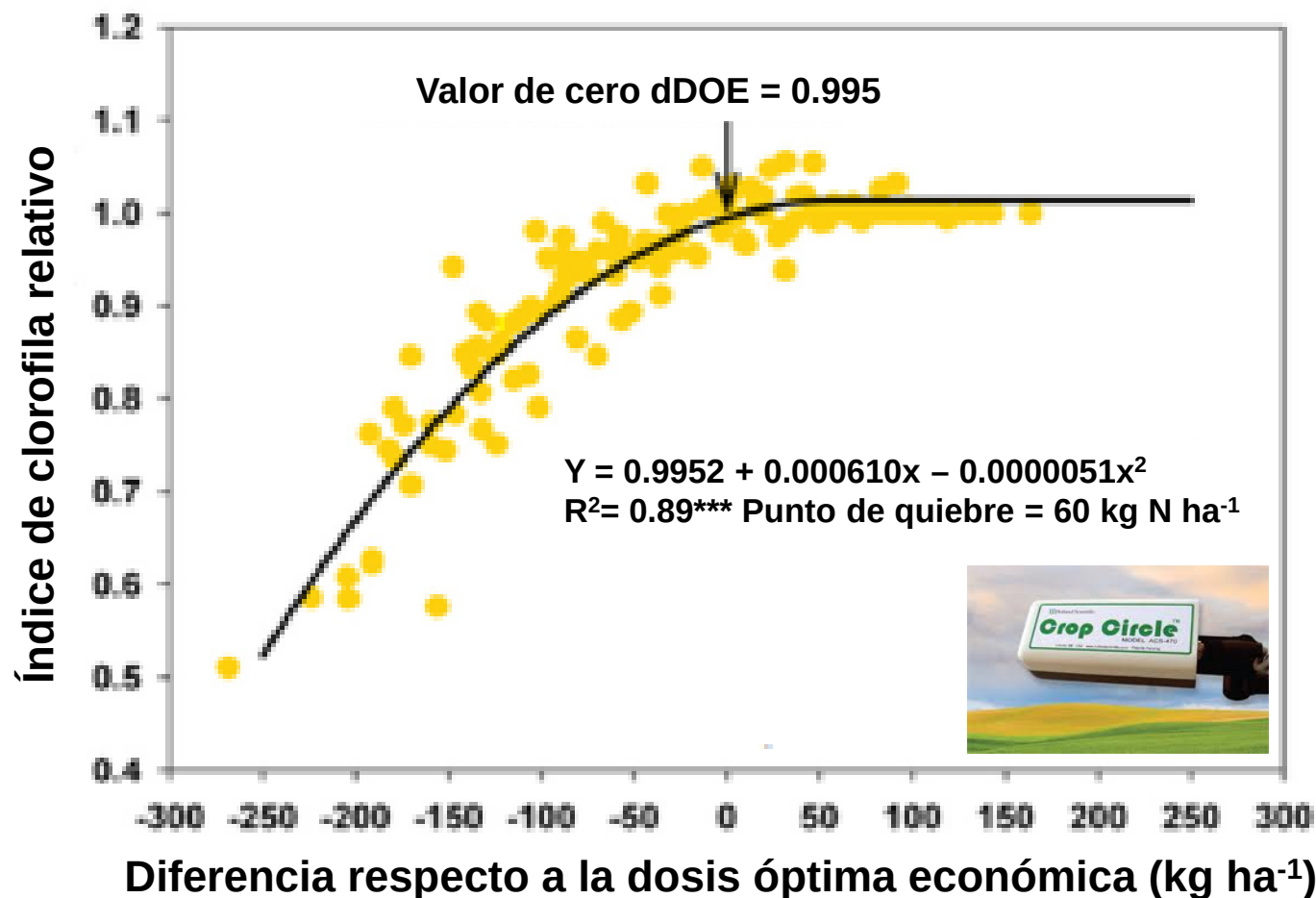
Empleo del medidor de clorofila para el manejo sitio-específico de N



Empleo del medidor de clorofila para el manejo sitio-específico de N



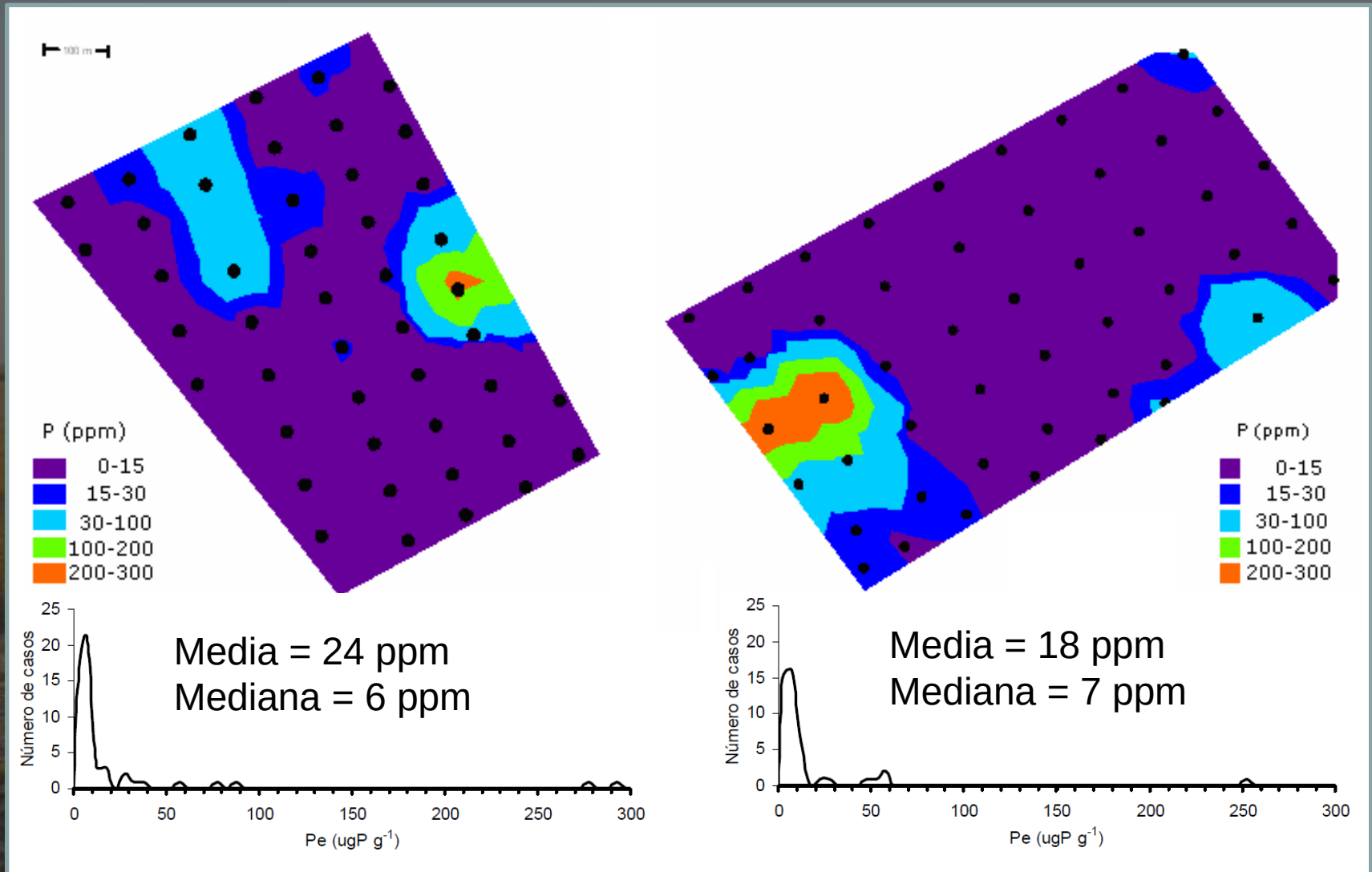
Empleo de sensores de cultivo para el manejo sitio-específico de N



Manejo sitio-específico de P

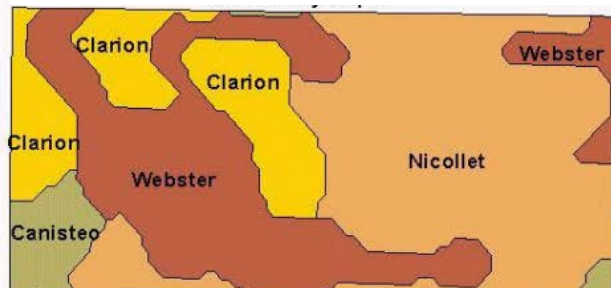
- **Relativamente simple (comparado con N) en suelos poco fijadores de P.**
- **Importancia del “manejo del análisis de suelo”.**
- **Conocer la magnitud y escala de variabilidad espacial del nivel de P.**
- **A que está asociada? MO, topografía/textura, manejo anterior, rendimientos?**

Muestreo en grillas para P

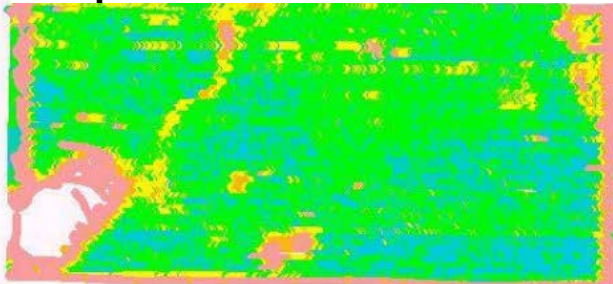


Muestreo en zonas para P

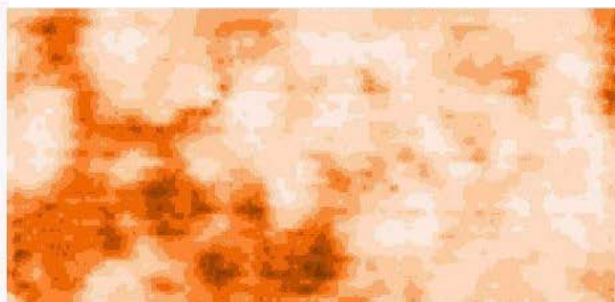
Serie de suelo



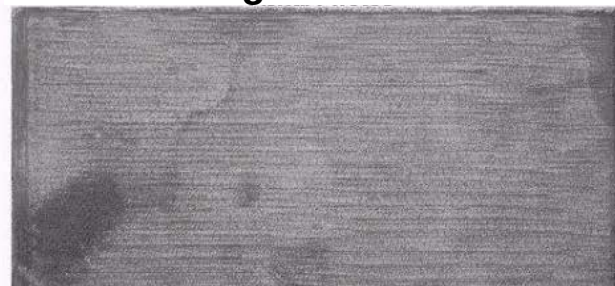
Mapa de rendimiento anterior



Conductividad eléctrica



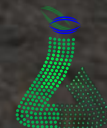
Fotografía aérea



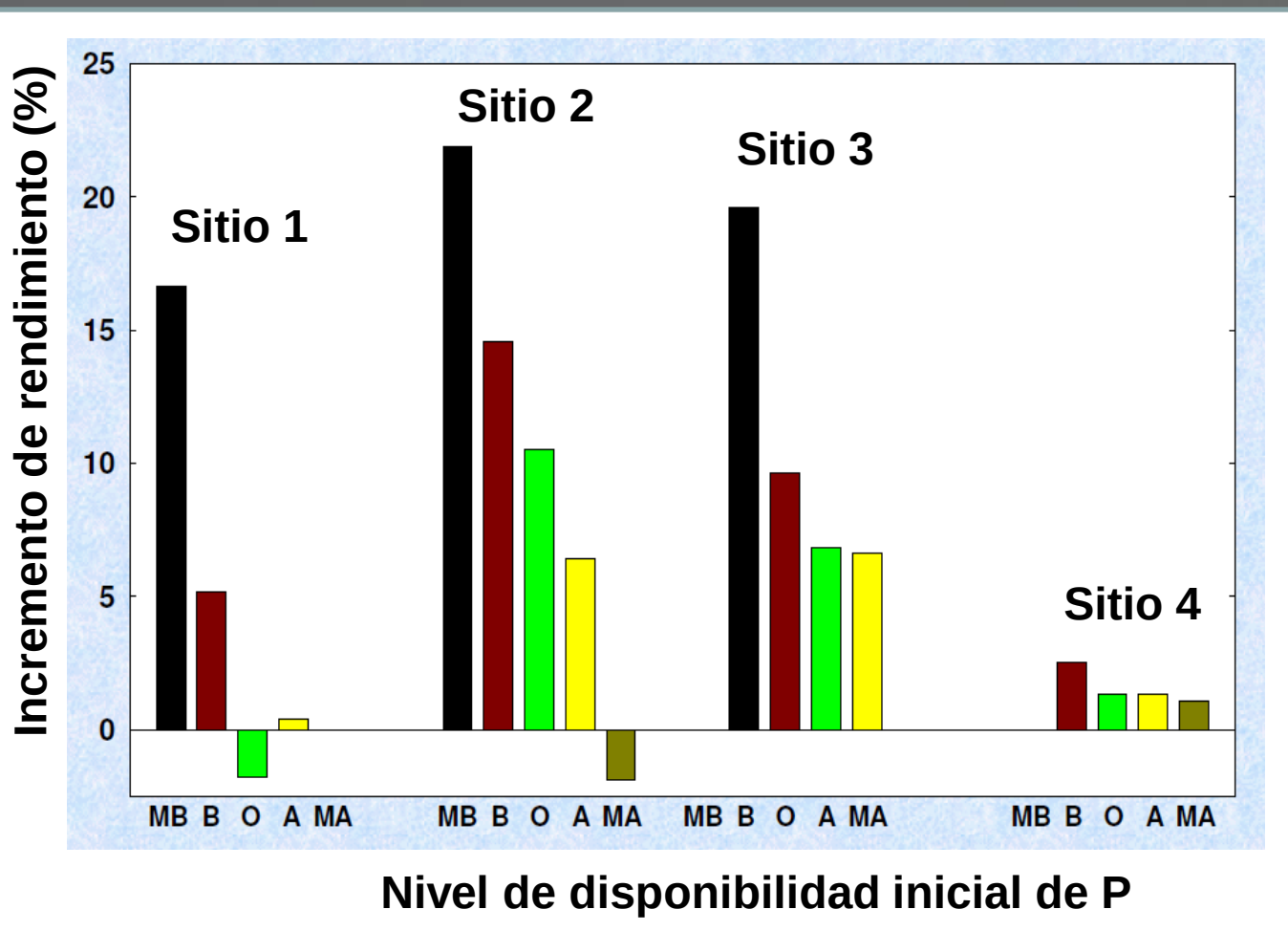
Mapa de elevación



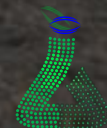
Áreas de muestreo



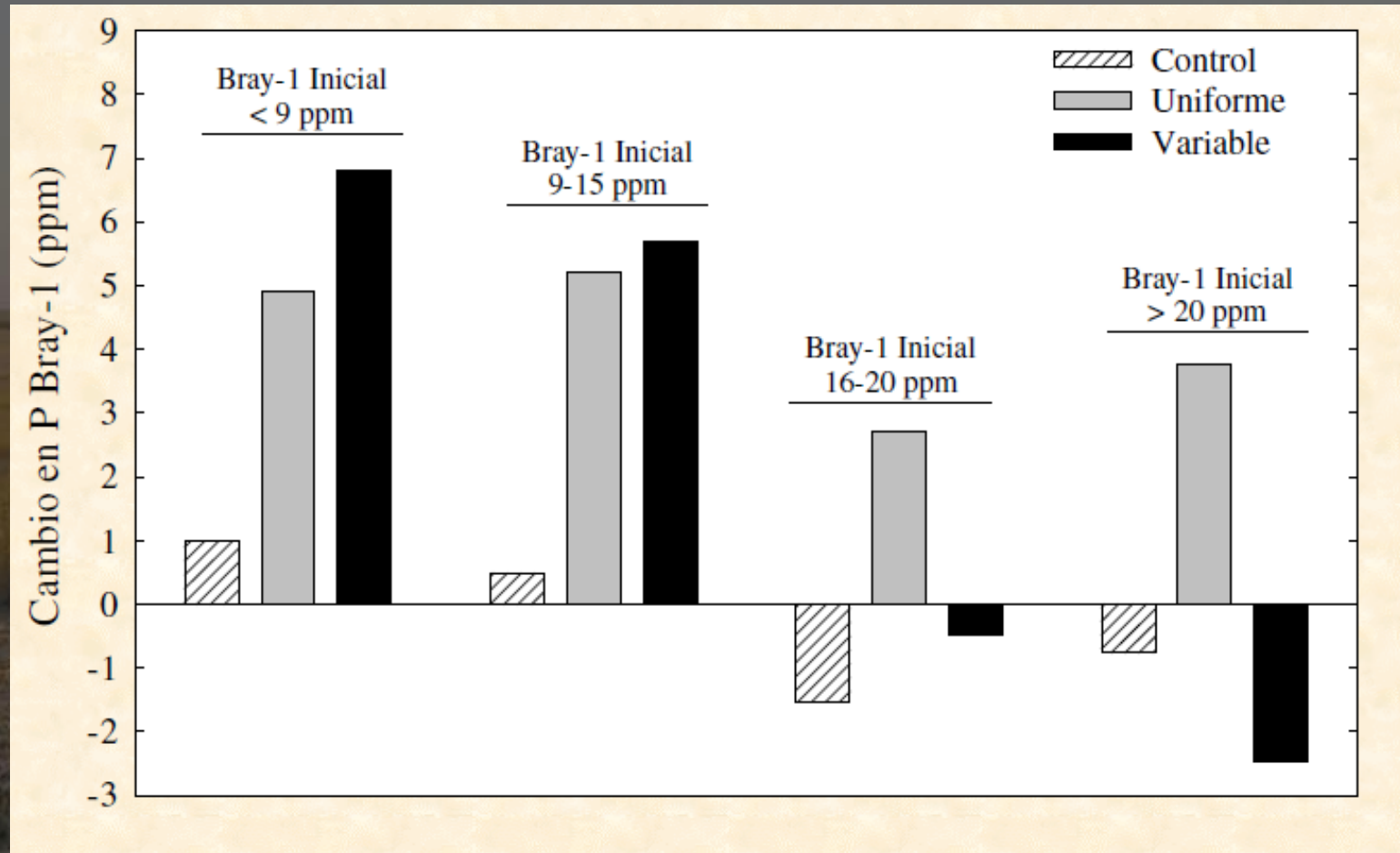
Efecto de la disponibilidad inicial de P sobre la respuesta a la fertilización



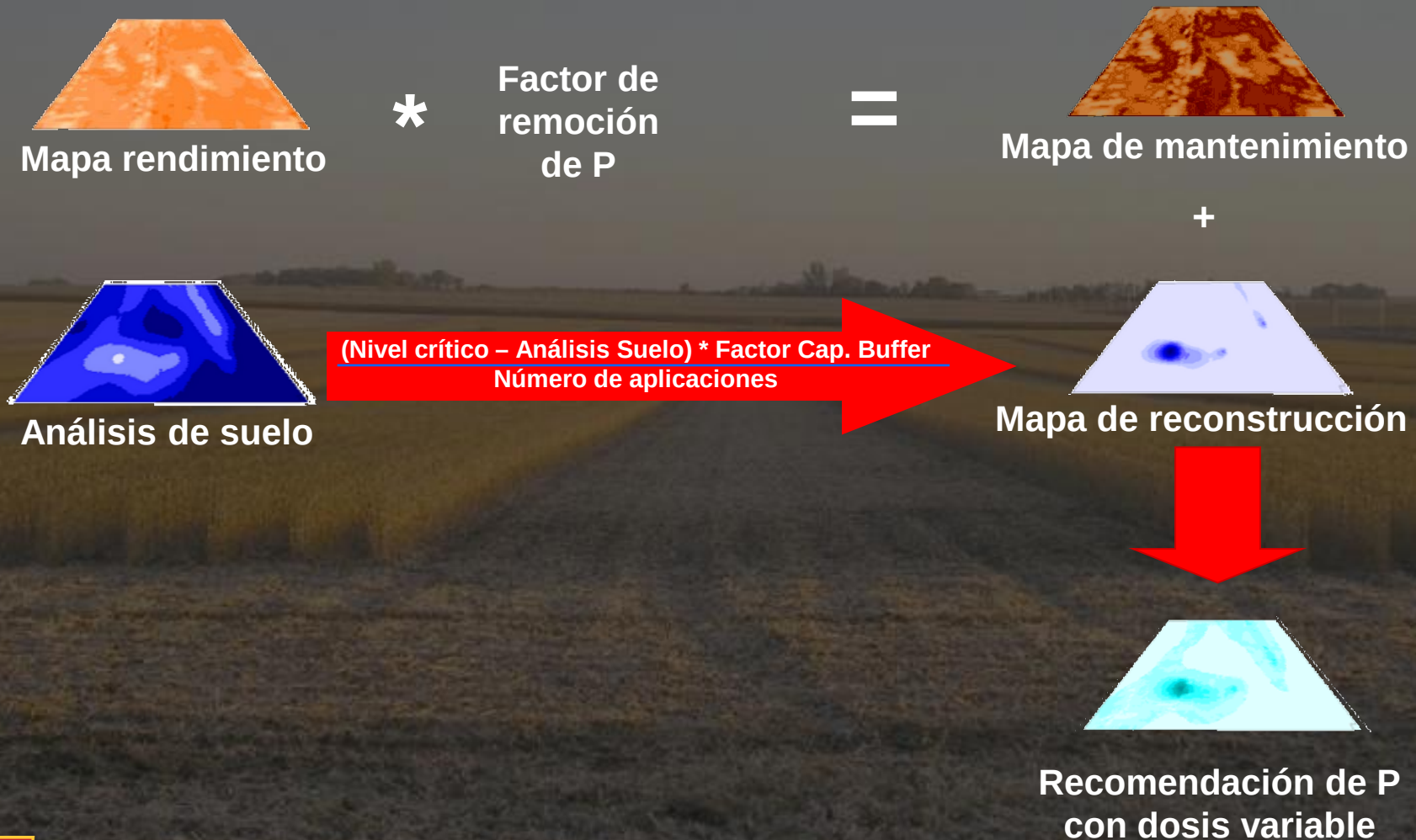
Bermúdez y Mallarino (2007)



Efecto de la aplicación variable de P sobre su disponibilidad en el suelo



Esquema conceptual para el manejo variable de P



Manejo sitio específico de pH y encalado

pH inicial

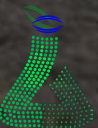
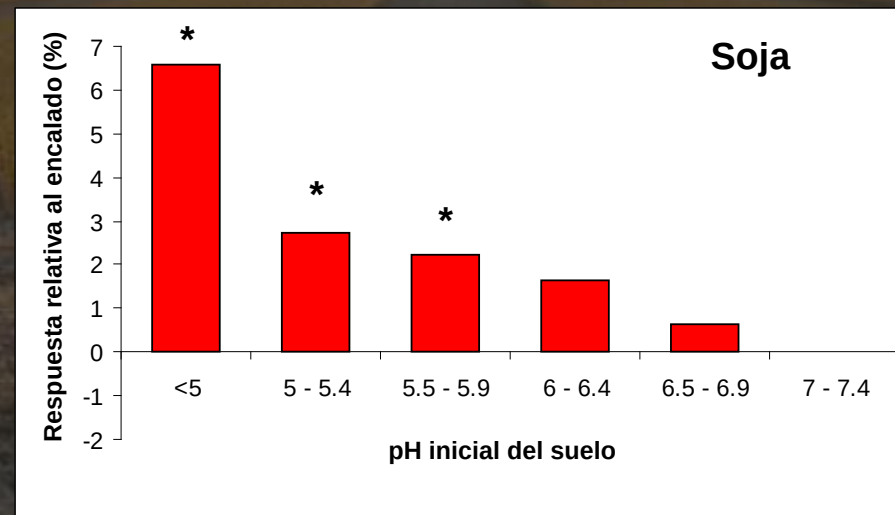
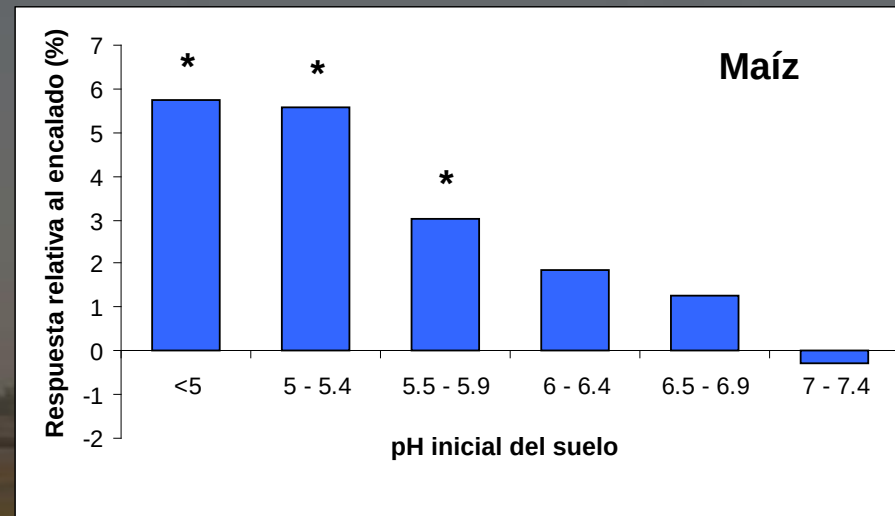
Punto de muestreo

Tratamiento

Encalado
Control

**Respuesta en
rendimiento de maíz (%)**

Manejo sitio-específico de pH y encalado



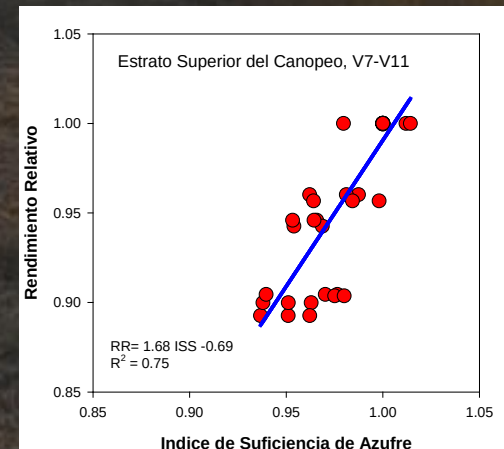
Manejo sitio-específico de S

- En Minnesota, EEUU, ensayos de maíz en franjas
 - MO < 2% alta prob. de respuesta significativa a S
 - MO 2-4% baja prob. de respuesta a S
 - MO >4% nula prob. de respuesta a S

Kaiser et al. (2010)

- En la Prov. de Bs. As. desarrollo de un índice de suficiencia de S (ISS) para determinar el estatus azufrado del cultivo de maíz mediante el medidor de clorofila Minolta SPAD 502.

Adaptado de Pagani y Echeverría (2011)



Cuando es el manejo sitio-específico de nutrientes más efectivo?

- **Gran variabilidad en rendimiento y nutrientes dentro del lote**
- **La variación a gran escala es mayor que la microvariación**
- **Baja interacción entre la variabilidad espacial y temporal**
- **Basado en un mapeo, muestreo y aplicación de bajo costo**
- **Variabilidad espacial correctamente mapeada**
- **Uso de adecuadas herramientas de diagnóstico**
- **Relación de precios insumo-producto desfavorable**

Consideraciones finales

- **El manejo sitio-específico de nutrientes tiene la potencialidad de aumentar la eficiencia de uso de nutrientes y la rentabilidad de la producción, minimizando su impacto ambiental.**
- **La conveniencia de un planteo de manejo de nutrientes sitio-específico es sitio-específica.**
- **En la actualidad se cuenta con la tecnología para maximizar las ventajas productivas asociadas al manejo de nutrientes sitio-específico.**
- **No obstante existe un déficit de información a nivel nacional que debe ser revertido en un futuro cercano.**

Muchas gracias

Agustín Pagani

apagani@iastate.edu

info@precisionclarion.com