



**IPNI**

INTERNATIONAL  
PLANT NUTRITION  
INSTITUTE

# Interpretación de análisis de suelos y recomendación de fertilización en los EE.UU.

T. Scott Murrell  
Director, Región Central Norte

Simposio de Fertilidad 2007:

Bases para el manejo y la nutrición de cultivos y suelos.

10-11 Mayo 2007. Rosario, Argentina.

# Temario



- Introducción a la Agricultura del Cinturón Maicero
- Calibración de análisis de suelos
- Interpretación de análisis de suelos
  - Nutrientes Inmóviles
  - Nutrientes Móviles
- El rol del análisis de suelo en las decisiones de fertilización

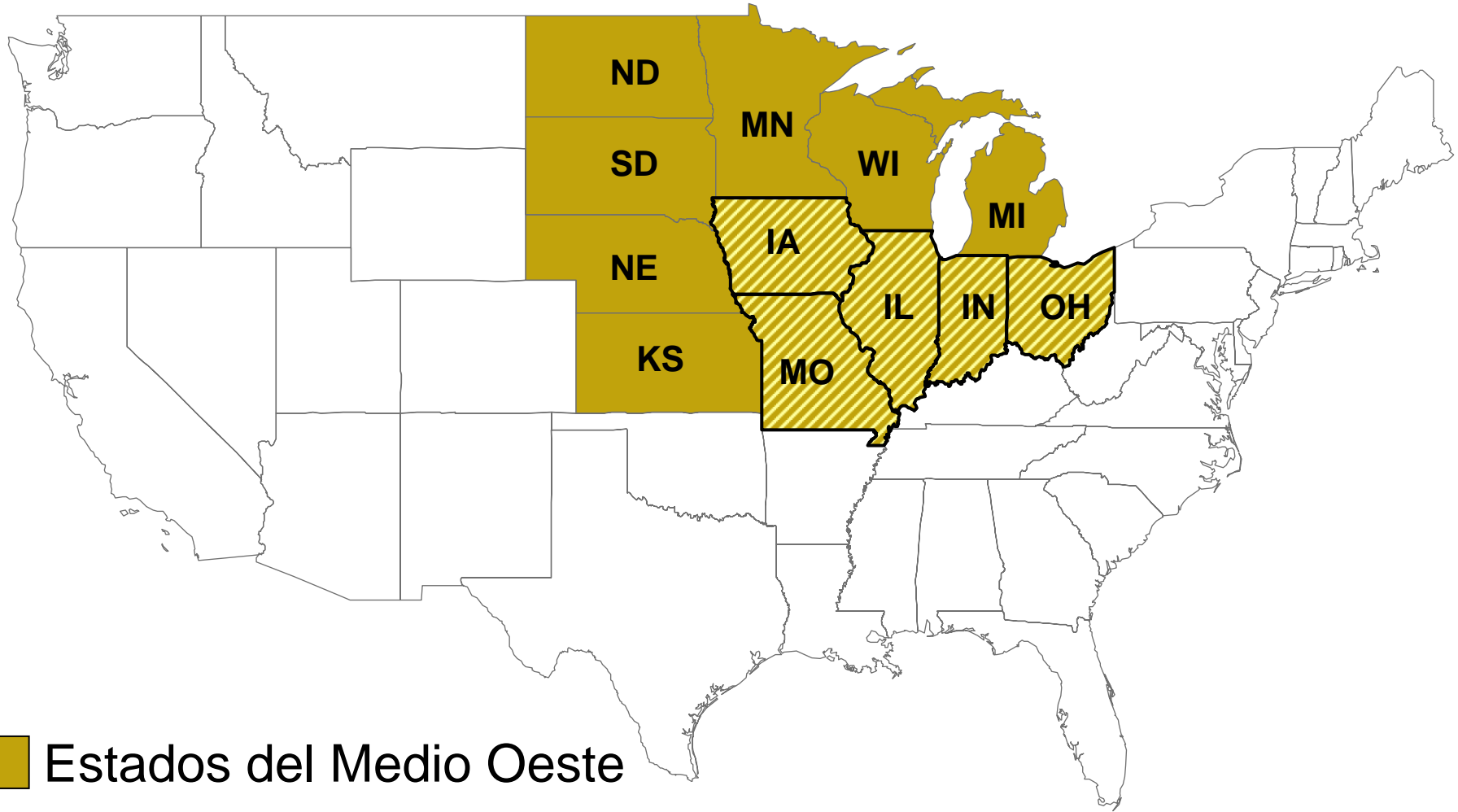


L. Betts, USDA-NRCS



# Introducción a la Agricultura del Cinturón Maicero

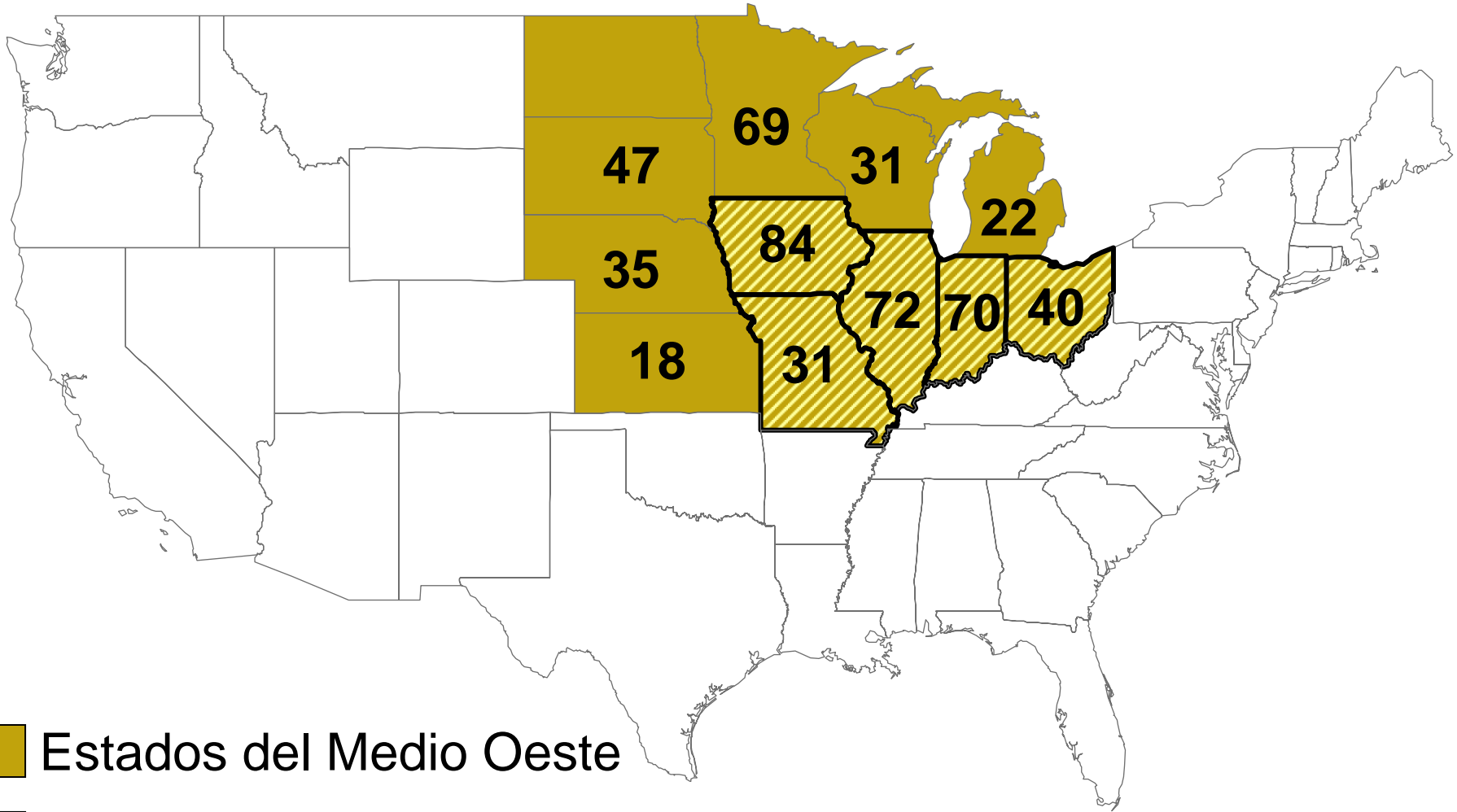
# Cinturón Maicero de los EE.UU.



 Estados del Medio Oeste

 Estados del Cinturón Maicero

# Porcentaje de superficie en rotación Maíz/Soja



- Estados del Medio Oeste
- ▨ Estados del Cinturón Maicero

# Características de la Agricultura del Cinturón Maicero



Características	Porcentaje del área del Cinturón Maicero	Porcentaje de otras áreas que producen Maíz
	----- (%) -----	
Rotación Maíz/Soja	76	38
Labranza Conservacionista	32	41
Aplicaciones de Nitrógeno	100	96
Aplicaciones de Fósforo	89	86
Aplicaciones de Potasio	87	65
Aplicaciones de Estiércol	14	16
Análisis de Suelo o Tejidos	40	46

# Costos de producción en los EE.UU. de Maíz y Soja



Item	Maíz	Soja
<b>Costos operativos totales (\$/ha)</b>	<b>459.80</b>	<b>210.60</b>
<b>Porcentaje de costos operativos:</b>		
Semilla (%)	21.3	38.2
Fertilizante (%)	31.5	11.2
Químicos (%)	14.6	16.5
Otros (%)	32.6	34.1

# Costos de producción en los EE.UU. de Maíz y Soja



Item	Maíz	Soja
<b>Costos Diferenciales totales (\$/ha)</b>	<b>522.12</b>	<b>457.43</b>
<b>Porcentaje de costos diferenciales:</b>		
Tierra (%)	50.6	55.1
Otros (%)	49.4	44.9
<b>Costos Operativos Totales (\$/ha)</b>	<b>459.80</b>	<b>210.60</b>
<b>Costos Totales (\$/ha)</b>	<b>981.92</b>	<b>668.03</b>





# Calibración de análisis de Suelo

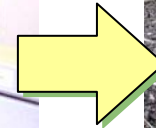
# Análisis de Suelos



- Nutrientes que tienen procedimientos estándar comerciales para la extracción en suelos de EE.UU.:
  - Nutrientes Inmóviles
    - Fósforo, potasio, calcio, magnesio, boro, cobre, hierro, manganeso y zinc
  - Nutrientes Móviles
    - Nitrato, sulfato y cloruros



# Como el análisis de suelo adquiere significado

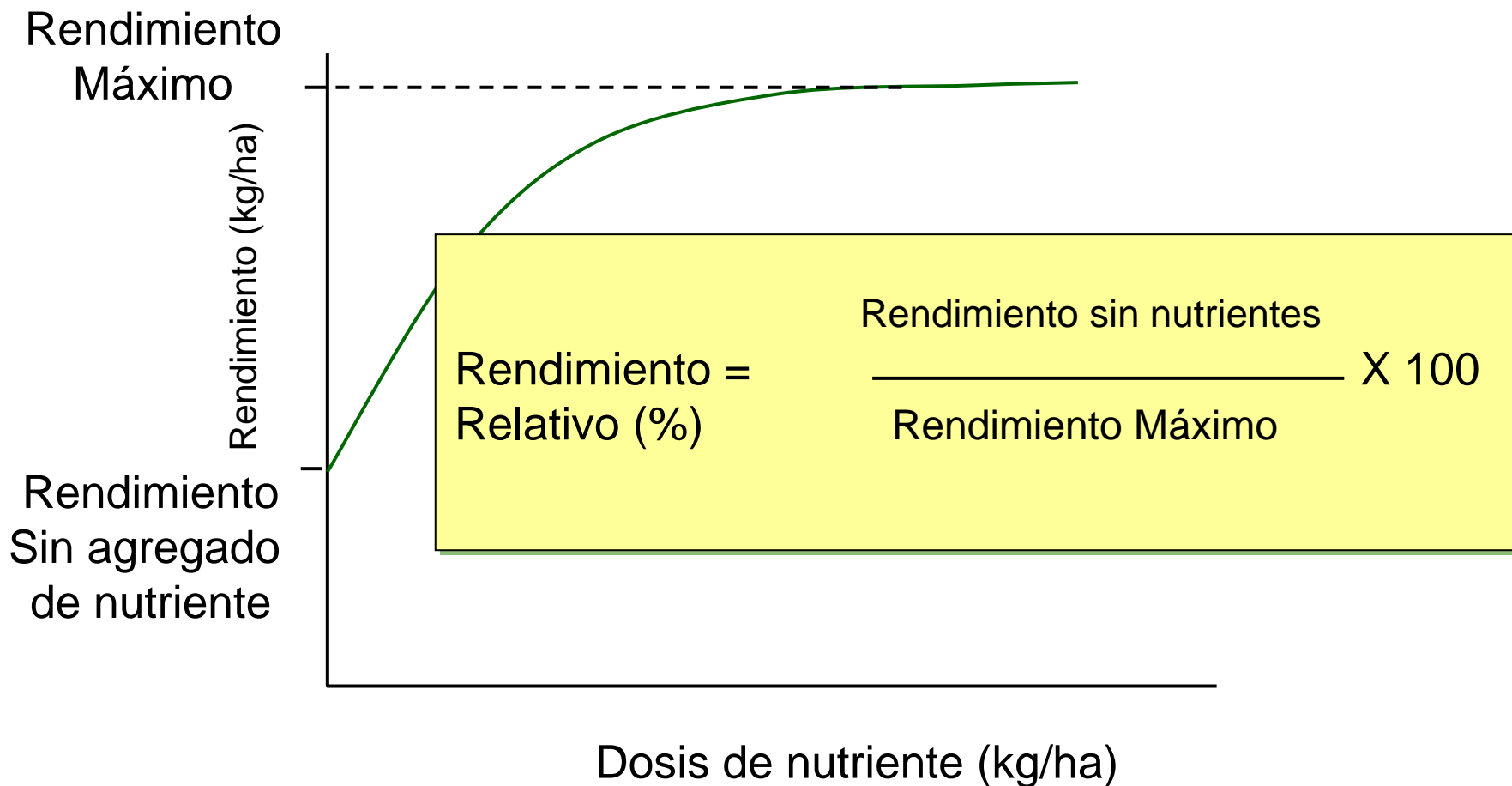


Procedimiento de Muestreo

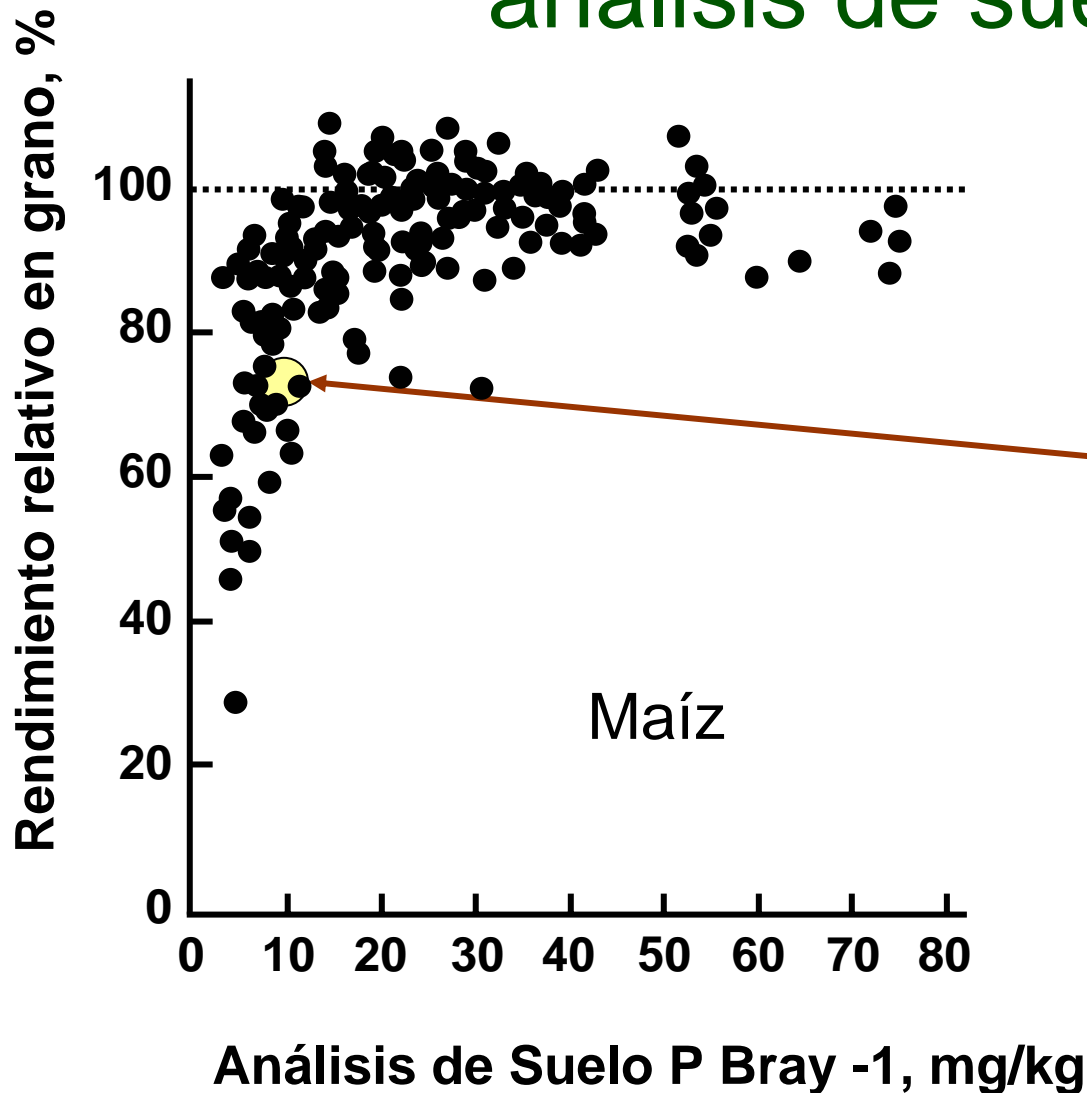
Métodos de Laboratorio Estandarizados

Calibración de análisis de suelos con la respuesta del cultivo

# Calibración de análisis de Suelos: Estudios de dosis



# Ejemplo de Calibración de análisis de suelos



Nivel de análisis = 12 mg/kg

Rendimiento

Dosis de P

- Cada punto es el rendimiento relativo sin aplicación de P
- Estos datos son indicaciones biológicas de disponibilidad de nutriente a varios niveles de análisis de suelo

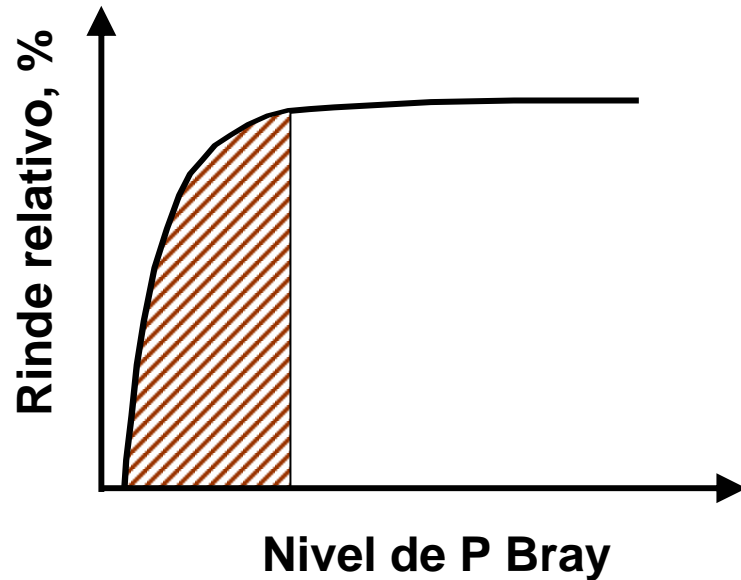


# Interpretación de análisis de suelos: Nutrientes Inmóviles

# Interpretación de análisis de suelos

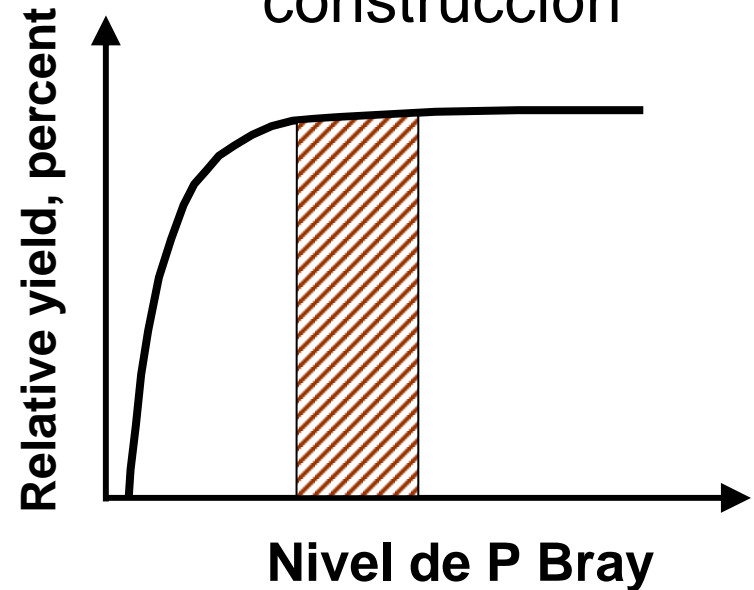


Suficiencia



- Dosis más conservativas
- Focalizado en retornos a corto plazo

Mantenimiento y construcción



- Dosis más liberales
- Focalizado en retornos a largo plazo

# Comparación de interpretación de filosofías: Económico



Factor de Riesgo	S*	BM
Capital elevado en el costo de nutrientes		X
Grandes oportunidades de reducir los retornos económicos a corto plazo provenientes de la fertilización		X
Bajas chances de réditos consistentes más altos	X	
Flexibilidad reducida en la frecuencia de gastos nutrientes	X	

\*S = suficiencia; B = mantenimiento y construcción



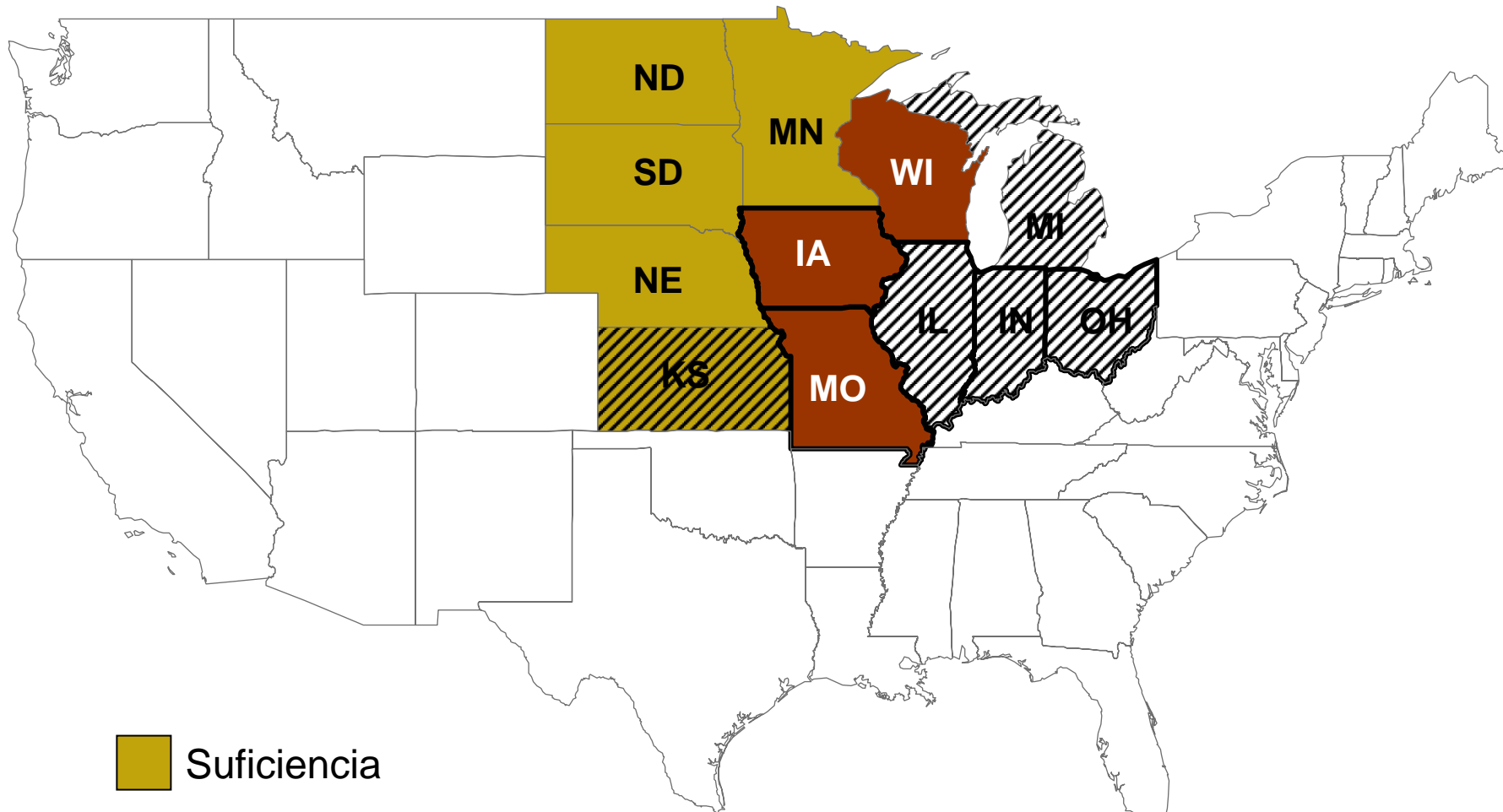
# Comparación de interpretación de filosofías: Agronómico



Factor de Riesgo	S*	BM
Chances elevadas de pérdida de rendimiento a partir de errores en el muestreo o en los análisis	X	
Chances elevadas de que los nutrientes limiten el rendimiento del cultivo	X	
Chances elevadas de reducir la efectividad de otras prácticas de manejo	X	

\*S = suficiencia; B = mantenimiento y construcción

# Estado de adopción de las filosofías de interpretación de los análisis de suelos



 Suficiencia

 Construcción para respuestas moderadas y mantenimiento

 Construcción para respuestas no-limitantes y mantenimiento

# Interpretación y Standard



- Recomendaciones de universidades se han convertido en standard para algunas agencias gubernamentales
  - NRCS (Servicio de Conservación de los Recursos Naturales)
  - Los productores deben seguir las recomendaciones de las universidades para obtener fondos gubernamentales



# El futuro?



Niveles objetivo de análisis de suelo para las siguientes duraciones en el uso de la tierra (años)			
Capital	1	4	Más que 8
	----- (P mg/kg) -----		
Muy limitado	4	14	20
Limitado	6	16	21
Disponible	9	18	22

Basado sobre el modelo de aproximación PKMAN con interpretaciones visuales de la Universidad del Estado de Iowa . Datos de calibración para maíz y soja.

# Nutrientes inmóviles y filosofía de interpretación



- Mantenimiento y construcción
  - Fósforo y potasio
- pH del suelo y recomendaciones de calcáreo
  - Calcio y magnesio
- Aplicaciones infrecuentes de micronutrientes
  - Boro, cobre, hierro, manganeso, y zinc





Interpretación de análisis de suelos:  
Nutrientes móviles

# Interpretación de Balances



- Los resultados son descontados de una recomendación de base
- Regiones más áridas de los EE.UU.
  - N-NO<sub>3</sub>, Cl<sup>-</sup>, S-SO<sub>4</sub>
  - Muestras de suelos profundas (60 a 120 cm.)
- Ejemplo:
  - 202 kg N/ha recomendación de base
  - Análisis de suelo (0-60 cm.) es 40 kg N-NO<sub>3</sub>/ha
  - Recomendación:
  - 202 – 40 = 162 kg N/ha



# Interpretación de la calibración



- Los resultados son relacionados con la respuesta del cultivo, como P y K
- Ejemplo:
  - Análisis de N pre-siembra
  - Muestras 0-30 cm.
  - Utilizado como una herramienta para la decisión, si/no, aplicación de N
  - Algunos estados utilizan esto para determinar las recomendaciones de base de N

## Nitrogen Fertilizer Recommendations for Corn in Iowa

This pamphlet replaces all earlier guidelines for using the late-spring test for soil nitrate and all previous nitrogen fertilizer recommendations based on corn yield goals and credits for N supplied by legumes and animal manures. Recommendations concerning applications of animal manures are provided in Prm-1596a, *Managing manure nutrients for crop production*.

Nitrogen fertilization is essential for profitable corn production. It also is a major cost of production and can contribute to degradation of the environment. The economic and environmental costs of N fertilization are more important than in the past, and they are likely to become even more important in the future. These costs provide compelling reasons for intensifying efforts to improve N management practices.

The late-spring test for soil nitrate is a new technology that enables site-specific assessments of plant-available N just before the crop begins rapid uptake of N. Use of this test should help corn producers manage N to increase their profits while reducing environmental degradation. All producers are encouraged to use this test, but the way the test is used depends on whether or not the producer exercises the option for in-season fertilization (i.e., N applications after corn plants are 6 inches tall).

Producers who apply all their N before emergence of the crop (i.e., before planting, or planting, soon after planting) should apply N at rates indicated in Table 1 and use the late-spring test to evaluate their N management. Select rates within the ranges given by considering price for fertilizer, expected price for grain, supply of subsoil moisture, and feedback given by the end-of-season cornstalk test in previous years. If price and yield outlook are favorable, select the upper part of the range; if unfavorable, select the lower part of the range.

IOWA STATE UNIVERSITY  
University Extension

Ames, Iowa

## Soil Test-based N Recommendations

**Manured Soils, First-year Corn After Alfalfa, and Second-year Corn After Alfalfa**  
Soils that have received recent applications of animal manures or have decaying sods with allura roots seem to mineralize more plant-available N after the time of soil sampling than do other soils. These soils, therefore, are treated as a separate category when making N fertilizer recommendations. These recommendations are given in Table 3.

The first step for making recommendations from Table 3 is to decide whether the top half of the table or the lower half of the table best describes the current prices for grain and fertilizer.

Grain and fertilizer prices	Soil test nitrate (ppm N)	Recommended N rate (lb. N/acre)	
		Excess <sup>b</sup> Rainfall	Normal Rainfall
Unfavorable (1 bu buys 7 lb. of N)	0-10	90	90
	11-15	0	60
	16-20	0	0
	> 20	0	0
Favorable (1 bu buys 15 lb. of N)	0-10	90	90
	11-15	90	60
	16-25	0	30
	> 25	0	0

<sup>a</sup> A field should be considered manured if animal manures were applied with a reasonable degree of uniformity since harvest of the previous crop or at 2 of the past 4 years.

<sup>b</sup> Rainfall should be considered excess if rainfall in May exceeded 5 inches.

<sup>c</sup> Addition of 30 lb. N/acre may have no detectable effects on profits, but producers could reasonably elect to apply this rate.

The second step is to decide whether the "excess rainfall" column or the "normal rainfall" column of the table best describes weather conditions before the soils were sampled.

The third step is to use the results of the soil test to select the appropriate N rate specified. Interpolation between specified N rates is appropriate when site conditions fall between those given.

**Corn After Soybean and Corn After Corn**  
The first step in making a fertilizer recommendation for this crop category is to select a critical concentration for nitrate (i.e., the concentration that distinguishes between adequate and inadequate supplies of available N). A critical concentration of 25 ppm-N is appropriate in absence of additional information.

The second step is to adjust the critical concentration if excess rainfall occurred at the site shortly before the soils were sampled. Reducing the critical concentration by 3 to 3 ppm is advised if rainfall is more than 20 percent above normal amounts between April 1 and time of soil sampling.

The third step is to estimate fertilizer needs by subtracting the concentration of soil-test nitrate (ppm-N) from the chosen critical concentration (ppm-N). This value is then multiplied by 8. A factor of 8 is used because studies have shown that it usually takes about 8 lb. of N/acre before planting to increase soil-test nitrate-N by 1 ppm.

**Example:** A soil test of 15 ppm and a critical concentration of 25 ppm results in a recommendation of 80 lb. of N per acre to be applied.

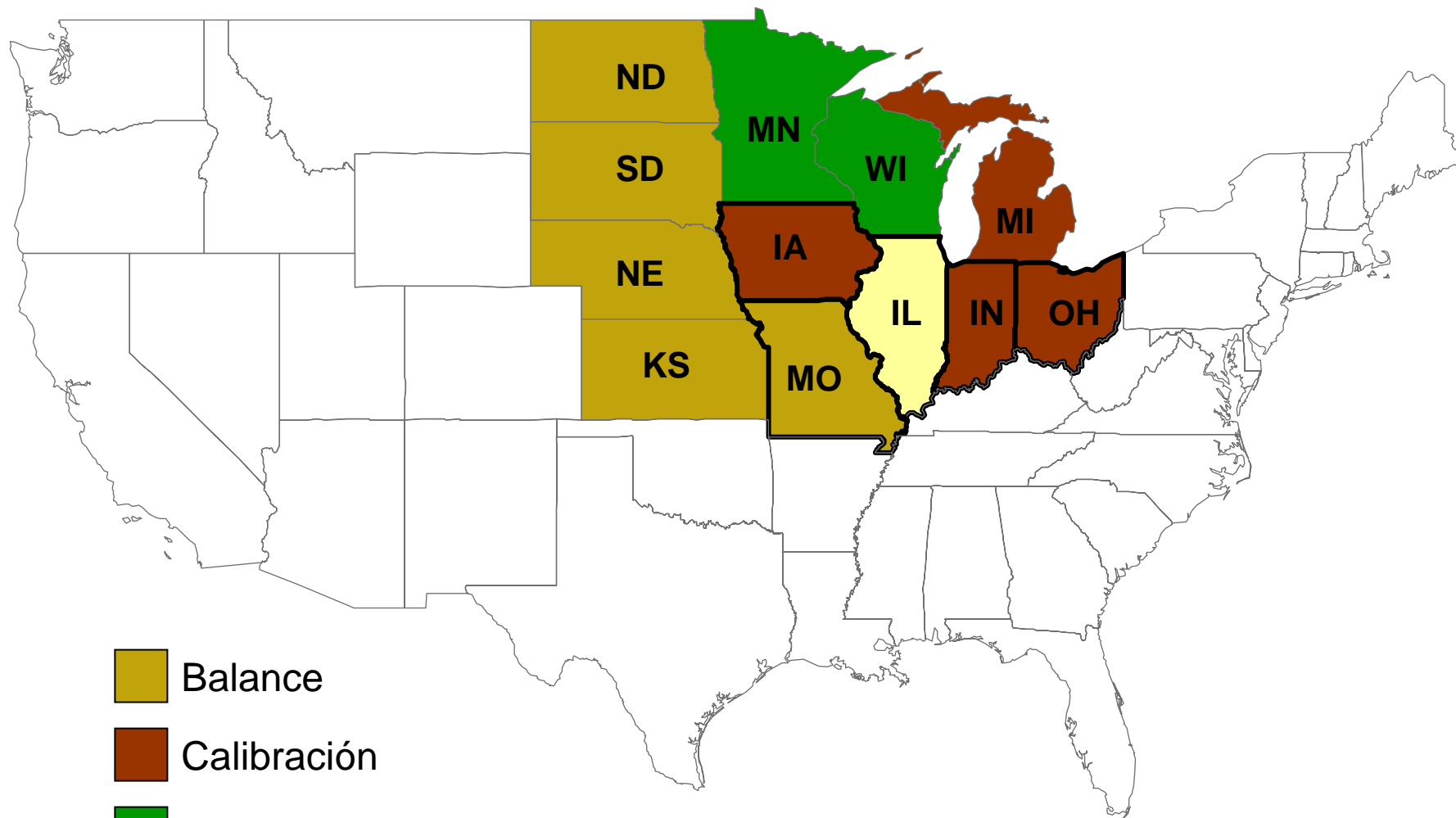
(25 ppm - 15 ppm) x 8 = 80 lb. N/acre needed





A soil test of 35 ppm and a critical concentration of 25 ppm indicates that the soil already has approximately 80 lb. of N more than needed.

(25 ppm - 35 ppm) x 8 = -80 lb. N/acre needed.



# Interpretación del nitrógeno del suelo



-  Balance
-  Calibración
-  Ambas aproximaciones ofrecidas
-  Ninguna aproximación ofrecida



## El rol de los análisis de suelo...

en decisiones de fertilización.



# Standard de los análisis de suelo: recomendaciones de las Universidades



Extractantes	Categoría de análisis de Suelos				
	Muy Bajo	Bajo	Optimo	Alto	Muy Alto
P Bray 1 (mg/kg)	0-8	9-15	16-20	21-30	31+
P Olsen (mg/kg)	0-5	6-10	11-14	15-20	21+
Mehlich-3 ICP (mg/kg)	0-15	16-25	26-35	36-45	46+
Recomendación (P kg/ha)	40	30	20	0	0

Universidad del Estado de Iowa.; datos para la producción de soja en suelos con bajos niveles de P.

# Otras aproximaciones en las decisiones de fertilización



- **Tradición**

- Si la performance del pasado es aceptable, esto hace difícil el cambio

- **Remoción de nutrientes**

- A menudo utilizado, si no existe información de análisis de suelos
- Primariamente, utilizado para P y K
- Tasas de absorción publicadas (kg nutriente/Mg grano) son multiplicadas por el rendimiento esperado para crear la recomendación
- Se esperan cambios menores en los niveles de análisis de suelos



USDA-NRCS

# Limitaciones del análisis de suelo



- El análisis de suelo sólo no siempre provee información completa acerca de la disponibilidad de nutrientes
- Ejemplo:
  - Clorosis por deficiencia de hierro (Fe)
  - Fe se convierte en no-disponible a pH elevado del suelo
  - Solución: variedades de plantas tolerantes



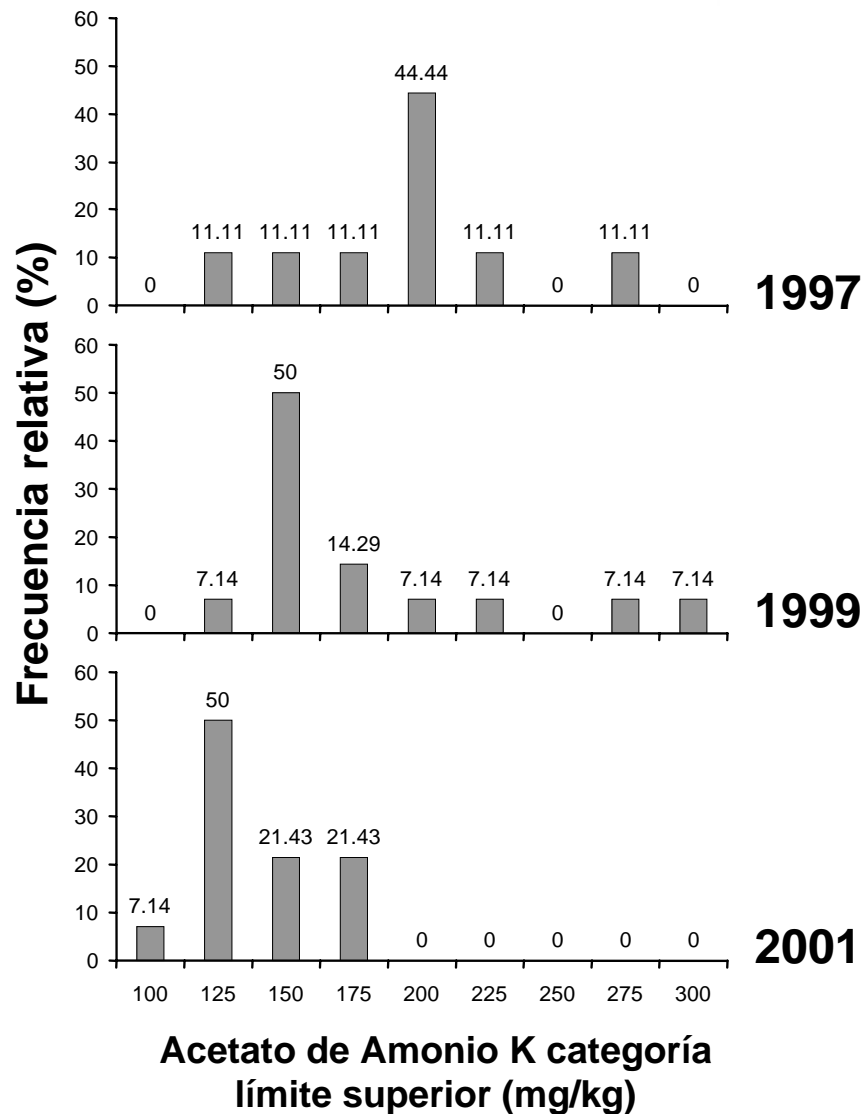
Clorosis por  
deficiencia de Fe

Saludable

# Otros usos del análisis de suelo: Monitoreo



- Examinar los análisis de suelo en el tiempo:
  - Cambios en la distribución
  - Cambios en el nivel medio
  - Cambios en la cantidad disponible
- Evaluar si el manejo alcanza los objetivos fijados para los niveles de análisis de suelos



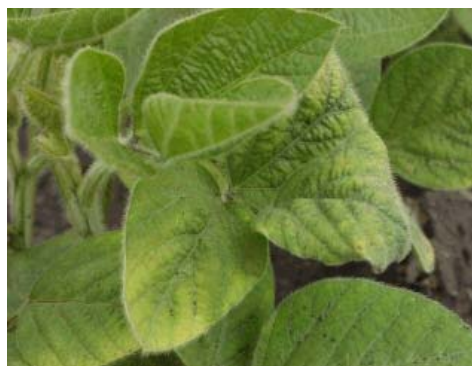
# Análisis de tejidos vegetales: Diagnóstico



- Muestrear áreas problema y áreas saludables
- Comparar concentraciones de nutrientes en tejidos con rangos de suficiencia conocidos
- Muestras de partes de la planta para la calibración de datos existentes

Soja:

Estado de crecimiento R2 , láminas de hojas más maduras (sin pecíolo)



Nutriente	Nivel
P	0.30 %
K	1.50 %
Mn	17 mg/kg
Zn	21 mg/kg

North Carolina State Univ.

# Análisis de tejidos vegetales: Diagnóstico



- Clorofilometro

- Necesita una zona en el campo donde el N es suficiente
- Tomar un promedio de las lecturas a partir de la banda con N suficiente (standard: 10 a 15% más N que el recomendado)
- Tomar un promedio de las lecturas a partir de otras partes del campo (no conocidas)
- Calcular la tasa (SI) de la parte no conocida y la standard (%)
- Estadíos de crecimiento y desarrollo del maíz V8-V12



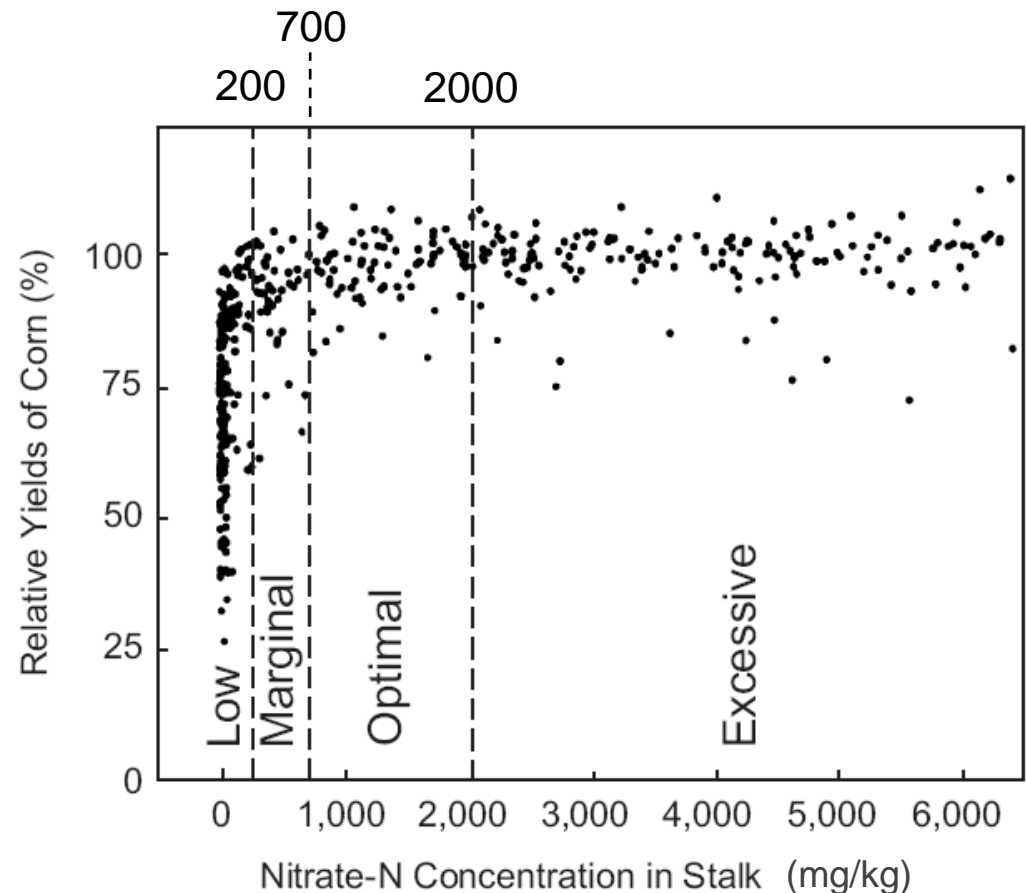
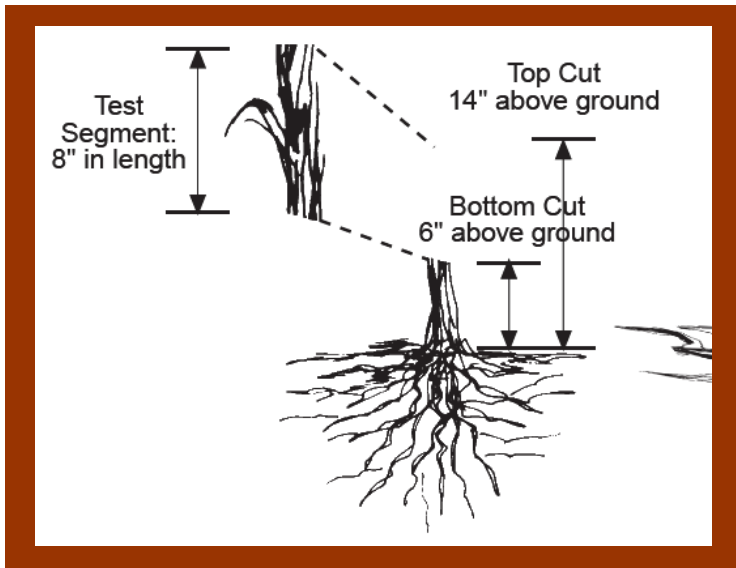
Valor SI	Dosis de N (kg N/ha)
< 90	45 - 70
90 - 95	35 - 45



# Análisis de tejidos vegetales: Al final de la estación de crecimiento mediciones de nutrición N



- Análisis de Nitrato en base de tallo
  - Tomados 1 a 3 semanas después de la capa negra
  - Utilizado para evaluar la nutrición



# Conclusiones



- Los análisis de suelos son fundamentales para las recomendaciones en el Cinturón Maicero de los EE.UU.
- La filosofía de interpretación de los análisis de suelos varía a lo largo de los estados
- Donde el análisis de suelo no es utilizado, se utiliza la tradición o las tasas de remoción por cultivo
- El análisis de suelo funciona bastante bien para monitorear las prácticas de manejo en la fertilidad del suelo
- Análisis de tejidos son utilizados en crecimiento, para ambos, maíz y soja, y post-madurez para maíz
- El futuro: nuevas tecnologías pueden traer caminos más robustos para la toma de decisiones en las recomendaciones a partir de los análisis de suelos