

Análisis de suelos: herramienta indispensable para evaluar la fertilidad edáfica en la Región Pampeana

Martín Torres Duggan, Ing. Agr. M.Sc.

- Miembro de Tecnoagro S.R.L
- Coordinador de Comisiones Científicas en la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (AACS)
- Docente invitado FA-UBA

torresduggan@tecnoagro.com.ar



TECNOAGRO
TECNOLOGIA AGROPECUARIA

Ejes temáticos de la presentación

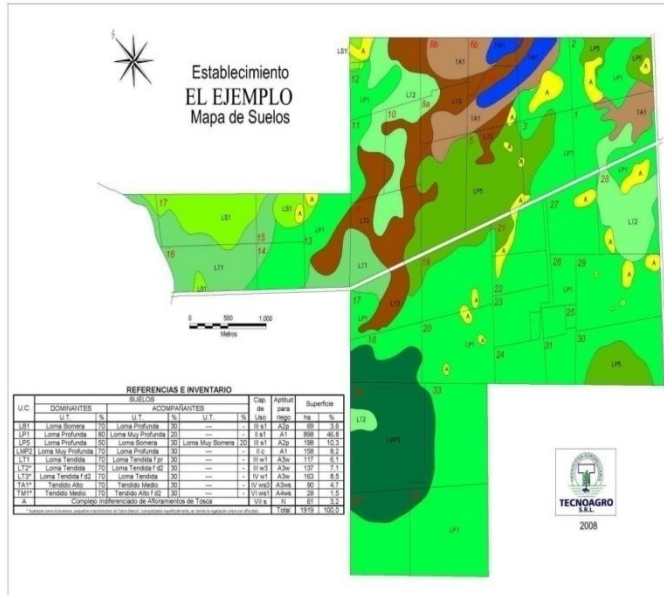
1. Rol y beneficios de los análisis de suelos en el diagnóstico de la fertilidad edáfica y de las deficiencias nutricionales
2. Principios del muestreo de suelos y su importancia en el diagnóstico
3. Interpretación de propiedades edáficas con valor diagnóstico en la evaluación de limitaciones de fertilidad y/o deficiencias nutricionales
4. Discusión de casos prácticos

¿Qué considerar antes de interpretar un resultado de análisis de suelos?

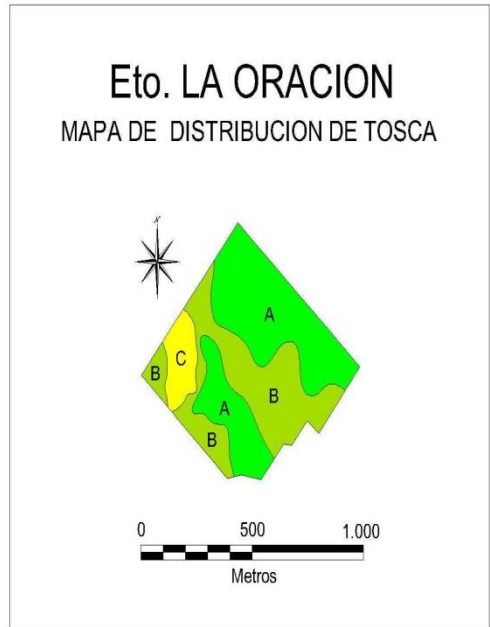
1. ¿Cuál es la condición climática?
2. ¿Cómo se distribuyen los suelos en el paisaje?
3. ¿Cuáles son las limitaciones permanentes del suelo?
4. ¿Cuál es la capacidad productiva del suelo?
5. ¿Cuál es la condición física ?
6. Otros factores del ambiente: napa, tosca, etc.
7. Aspectos económicos, financieros y empresariales

Importancia de la cartografía de suelos a escala de detalle

Mapa de suelos escala detallada
(1:20.000 o menores)



Mapa de tosca



El diagnóstico de fertilidad y el rol de los análisis de suelos

Etapas del diagnóstico y recomendación de fertilización

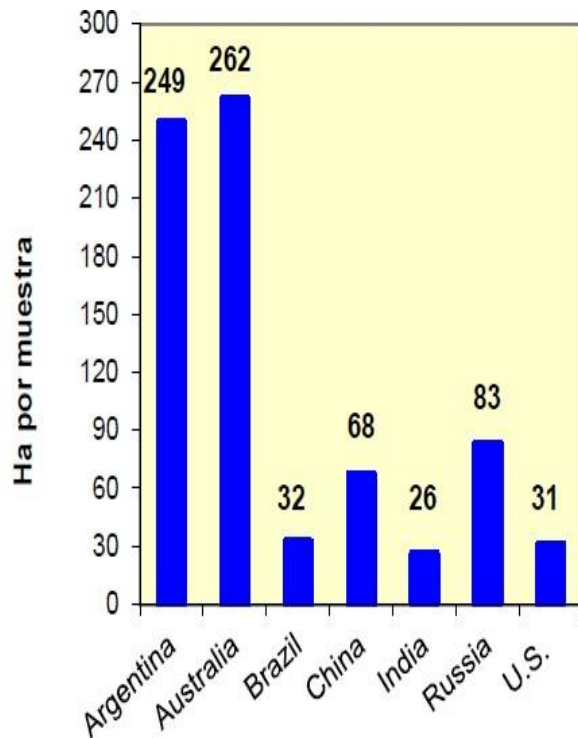
1. Muestreo y análisis de suelos
2. Interpretación de análisis de suelos y definición de dosis de aplicación de nutrientes y/o correctores químicos
3. Determinación del tipo de fertilizante, momento y forma de aplicación
4. Evaluación del programa de fertilización o corrección química aplicado (control de gestión)

¿Para qué sirven los análisis de suelos?

- ✓ Evaluar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y definir la probabilidad de respuesta a la fertilización
- ✓ Como información de base para el uso de los modelos de fertilización, a partir de los cuales se determina la dosis de nutriente a aplicar
- ✓ Para caracterizar el suelo en diferentes estudios (e.g. mapas de suelos, caracterización y/o delimitación de ambientes)
- ✓ Para establecer la dosis de enmienda (corrección química de suelos)
- ✓ Para monitorear la calidad del suelo y/o el impacto de las prácticas de manejo (e.g. riego, fertilización, corrección química, etc.).

¿Se utilizan análisis de suelos en la Argentina?

- ✓ De acuerdo a algunas estimaciones realizadas recientemente, el 15% del área cultivada anualmente se realizan análisis de suelos
- ✓ La mayor parte de las decisiones de fertilización se realizan sin un diagnóstico previo
- ✓ Los análisis de suelos tienen un valor especialmente importante en momentos de dificultad económica ya que permite realizar desembolsos justificados o apoyados en un diagnóstico



En los últimos años se redujo marcadamente el número de muestras analizadas en los laboratorios

Propiedades edáficas con valor diagnóstico

Objetivo	Variables “de rutina”	Indicadores “Nuevos” y/o de uso complementario
Evaluar aspectos generales de la fertilidad del suelo	✓ pH, CE, CIC, cationes (0-20 cm u otras profundidades según el caso)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ MOP y Nan ✓ Fracciones granulométricas ✓ Reacción de carbonatos
Evaluar la acidez y saturación de bases	✓ pH, cationes, CIC (0-20 cm u otras profundidades según el caso)	✓ Al intercambiable
Evaluar la salinidad y alcalinidad del suelo	✓ pH, CE, cationes, CIC (0-20 cm u otras profundidades según el caso)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reacción de carbonatos ✓ PSI o RAS ✓ Morfología del perfil ✓ Condición física
Evaluar deficiencias nutricionales en trigo y maíz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nitratos (0-60 cm) ✓ P extractable ✓ Sulfatos (profundidad variable según criterio de diagnóstico) ✓ Zn (0-20 cm) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nan ✓ Nutrientes totales en la MOP ✓ Agua disponible
Evaluar deficiencias nutricionales en soja	<ul style="list-style-type: none"> ✓ P extractable ✓ Sulfatos (profundidad variable según criterio de diagnóstico) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ B (0-20 cm) ✓ Nutrientes totales en la MOP ✓ Agua disponible
Evaluar deficiencias nutricionales en girasol	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nitratos (0-60 cm) ✓ P extractable ✓ Boro (0-20 cm) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nan ✓ Nutrientes totales en la MOP ✓ Agua disponible

¿Cómo realizar un correcto muestreo de suelos?

¿Por qué es importante el muestreo de suelos?

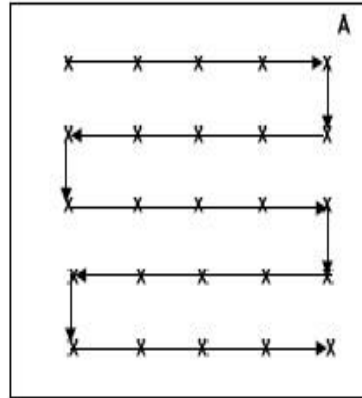
- ✓ Es la principal fuente de error dentro del proceso de diagnóstico
- ✓ Es determinante de la exactitud del dato analítico
- ✓ Un inadecuado muestreo de suelos deriva en resultados analíticos poco confiables y por consiguiente en recomendaciones de fertilización y/o corrección inconsistentes

¿Cómo definir un plan de muestreo de suelos?

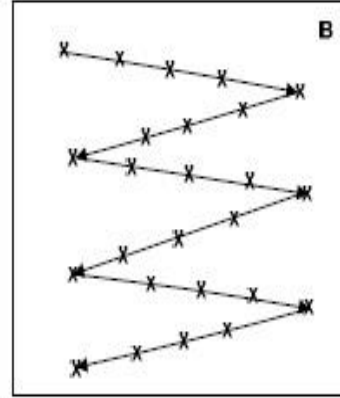
1. Objetivo y tipo de muestreo
2. Intensidad (Nº de submuestras)
3. Momento y frecuencia
4. Equipamiento
5. Acondicionamiento

Tipo de muestreos de suelos

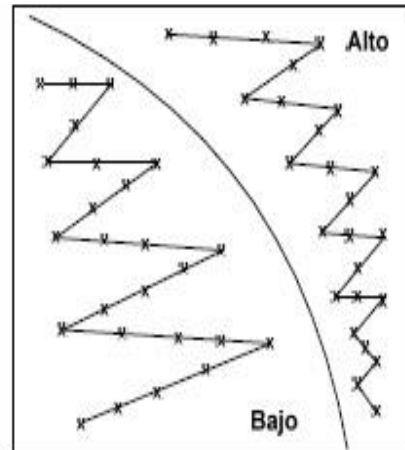
Grilla



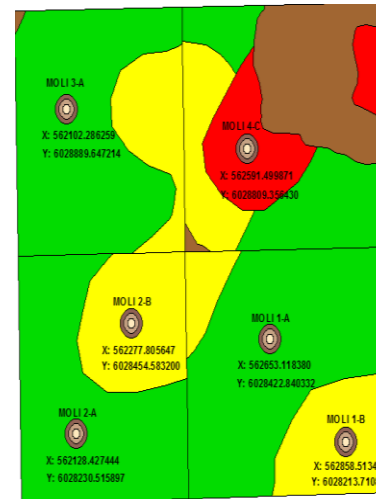
Compuesto (en Zig-zag)



Compuesto por zonas (estratificado)



Punto de referencia



Equipamiento para el muestreo de suelos



Intensidad, frecuencia y profundidad de muestreo

	pH	Carbono	Nitratos	P extractable
Nº de submuestras	25	25	25	50
Profundidad (cm)	0-20 cm (*)	0-20	0-60 (**)	0-20
Momento	2-4 años	2-4 años	Presiembra	2-4 años

(*) En suelos sódicos se suelen evaluar también otras profundidades dentro del perfil

(**) Es posible estimar la última capa (40-60 cm) a partir de la concentración de las capas suprayacentes

- ✓ La intensidad de muestreo propuesta es considerando un error (desvío) del 10% respecto del “verdadero valor” desconocido de la variable, con la excepción del pH, que por ser una variable logarítmica, se consideró un error del 1,6%
- ✓ Si bien los sulfatos no se analizaron en este trabajo, se puede considerar un esquema similar que en nitratos, aunque la profundidad de muestreo puede ser 0-20 o 0-60 cm, dependiendo del modelo o criterio de diagnóstico considerado

Acondicionamiento de muestras

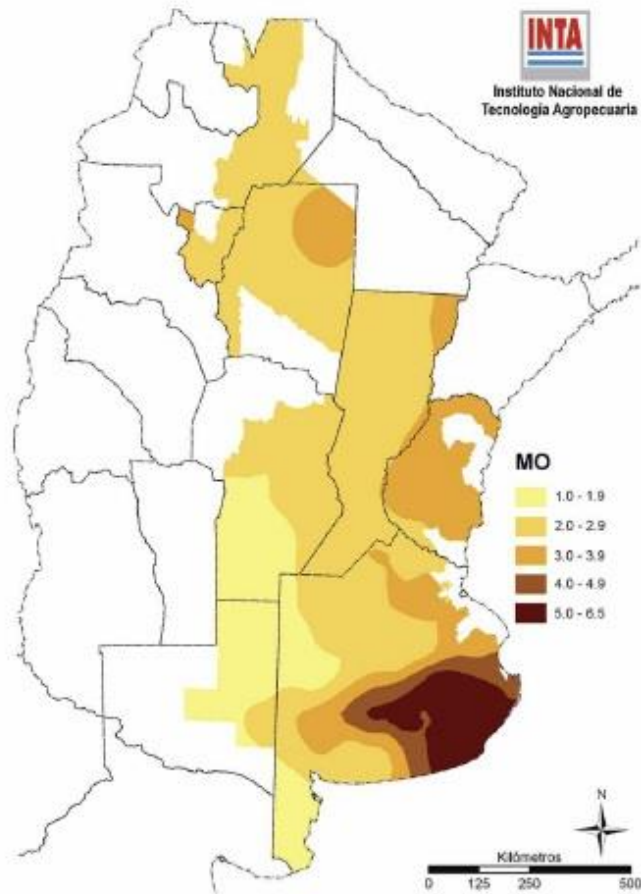
- ✓ Una vez obtenida la muestra compuesta, cuartear y homogeneizar hasta obtener la muestra final a enviar al laboratorio (e.g. 500 g)
- ✓ Cada muestra debe ser colocada en bolsas plásticas y rotuladas exteriormente (evitar que se mojen los rótulos)
- ✓ Cuando se va a determinar nitratos o sulfatos es necesario mantener las muestras refrigeradas (en heladera) y luego mandar al laboratorio usando envases térmicos similares a los utilizados en vacunas
- ✓ No utilizar bolsas de agroquímicos o fertilizantes para guardar las muestras
- ✓ Guardar las muestras en cajas de cartón, bolsas arpilleras sin usar, etc.

Interpretación de análisis de suelos

Hoja de ruta

- ✓ **Propiedades edáficas para evaluar la fertilidad del suelo en sentido amplio (e.g. MO)**
- ✓ **Variables para detectar problemas de acidez o halomorfismo (e.g. pH, CE, saturación de bases, etc.) y la necesidad de corrección química**
- ✓ **Indicadores para diagnosticar deficiencias nutricionales (e.g. diagnóstico de N, P, S y algunos micronutrientes) y establecer la necesidad de fertilización**
- ✓ **Ejemplos de resultados de análisis de suelos**

¿Cuál es el valor diagnóstico de la MO del suelo?



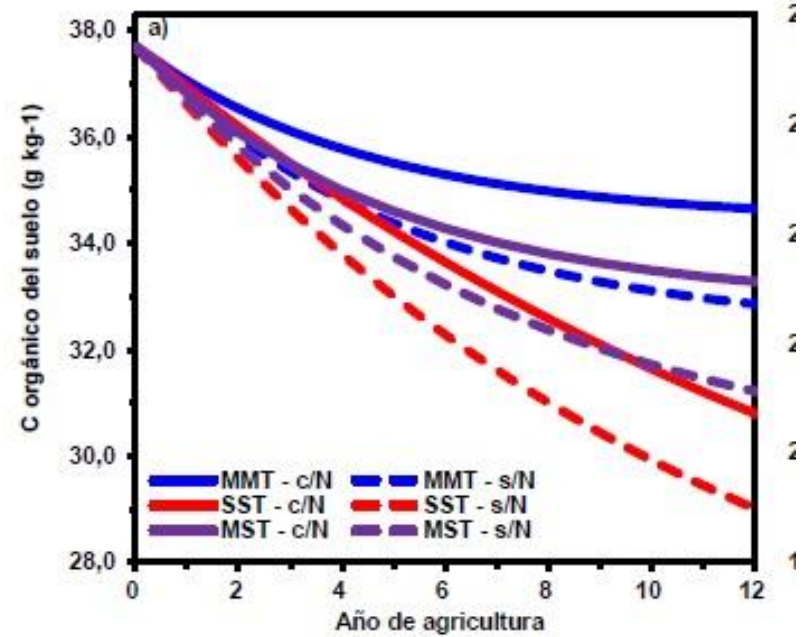
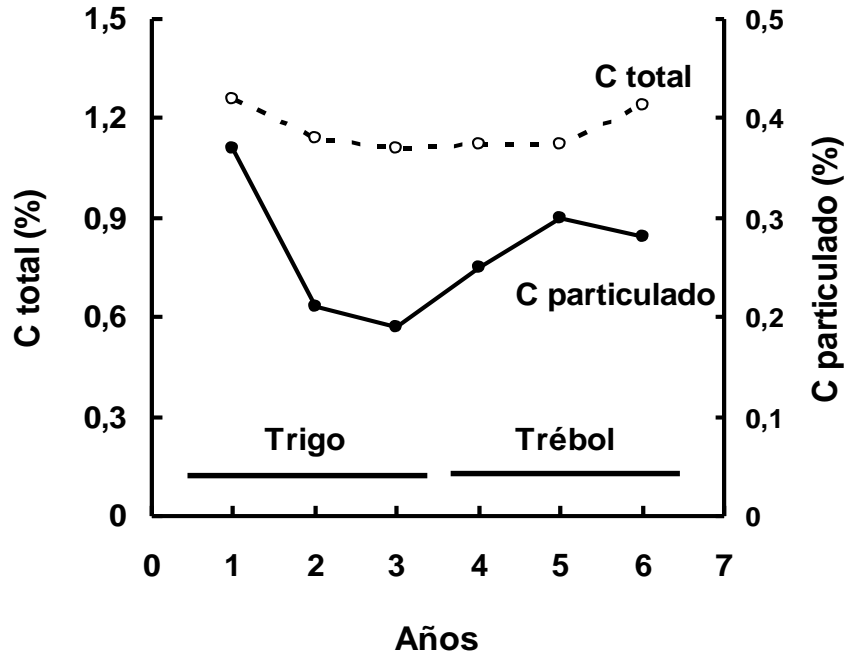
Provincia	Zona	Prístinos promedio	Actual promedio	Reducción respecto de condición prístina
				%
Buenos Aires	Sudeste*	8.6 (1.8)	5.5 (0.9)	36.6
	Norte	5.0 (1.0)	2.9 (1.2)	42.0
Santa Fe	Sur	4.3 (1.1)	2.6 (0.5)	39.0
Córdoba	Sudeste	3.3 (0.8)	2.0 (0.6)	39.4
La Pampa	Este	3.4 (0.7)	1.6 (0.6)	53.0

* Valores entre paréntesis representan el desvío estándar.

La magnitud del contenido de MO se debe analizar de un modo integral considerando distintos aspectos:

- ✓ Tipo de suelo
- ✓ Región geomorfológica
- ✓ Distribución de frecuencias de los contenidos de MO en la zona

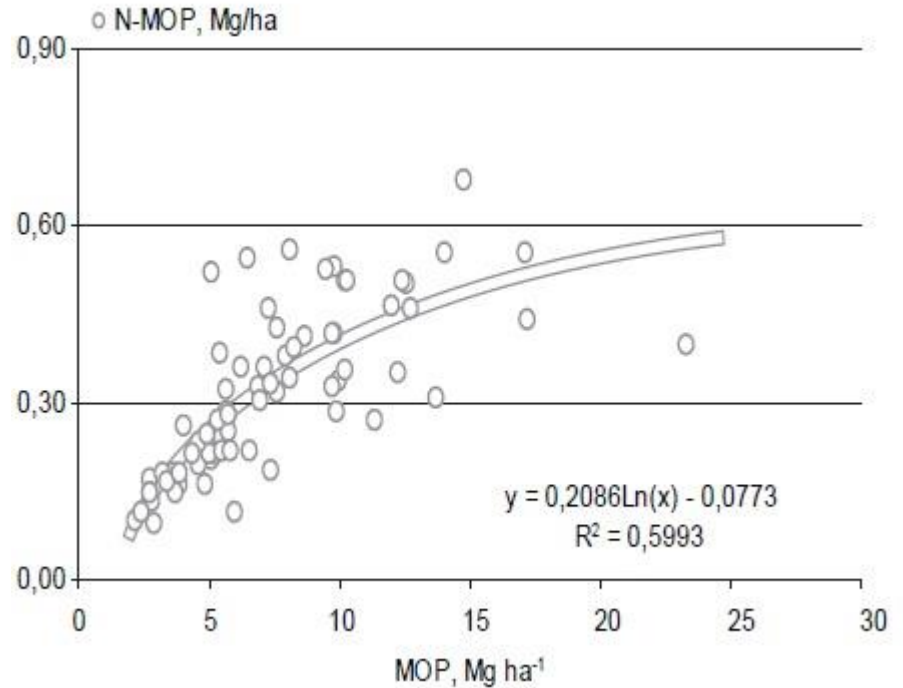
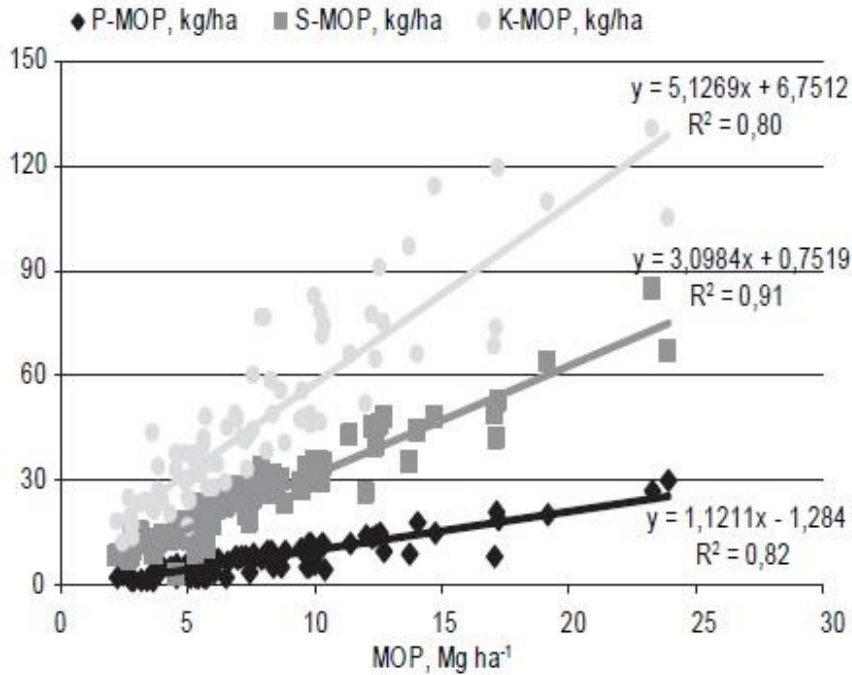
Fracciones de la MO del suelo y su evolución temporal



Álvarez (2006) en base a datos de Galantini y Studdert et al. (2005)

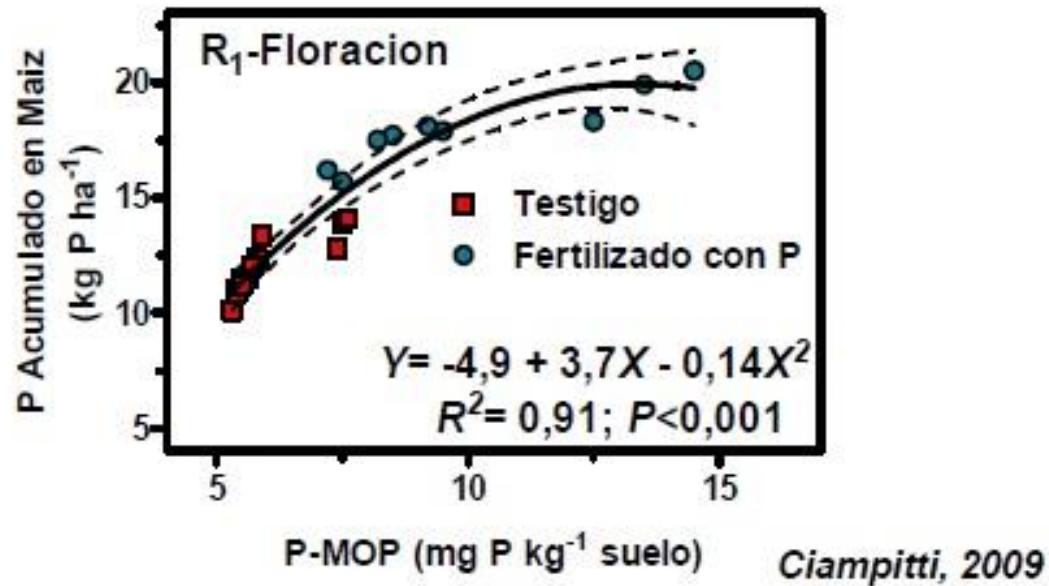
Studdert y Echeverría (2000)

Calidad de la MOP y contribución en nutrientes



Cada tonelada de MOP aporta 40, 1, 6, y kg de N, P, K y S, respectivamente

Relación entre el P-MOP y la absorción de P del maíz



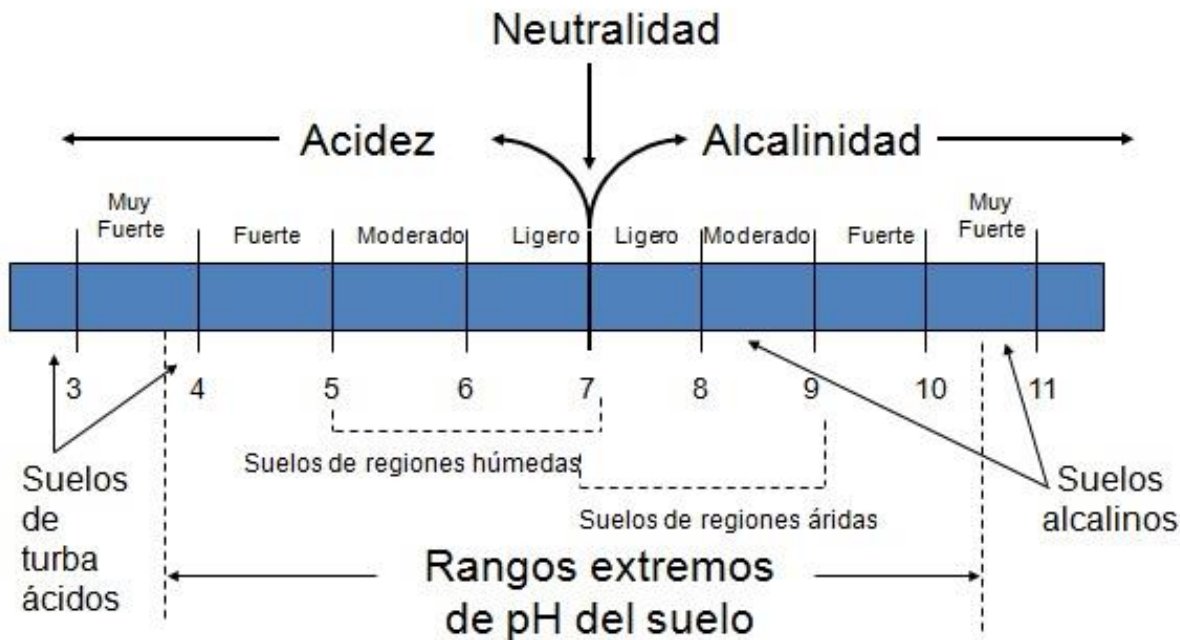
Reacción del suelo (pH)

✓ El pH permite determinar el grado de acidez y/o alcalinidad del suelo. Se calcula como el logaritmo negativo de concentración de iones hidrógeno (protones)

$$pH = \text{Log} \frac{1}{[H_3O^+]} = -\text{Log} [H_3O^+]$$

✓ El operador "p" (-log) facilita expresar la concentración de iones H⁺. Por ejemplo es más sencillo expresar 5,0 que 0,00001 o 10⁻⁵ moles/L

✓ El cambio en 1 unidad de pH equivale a una modificación de 10 veces la concentración de H⁺.



¿Cómo se mide el pH?

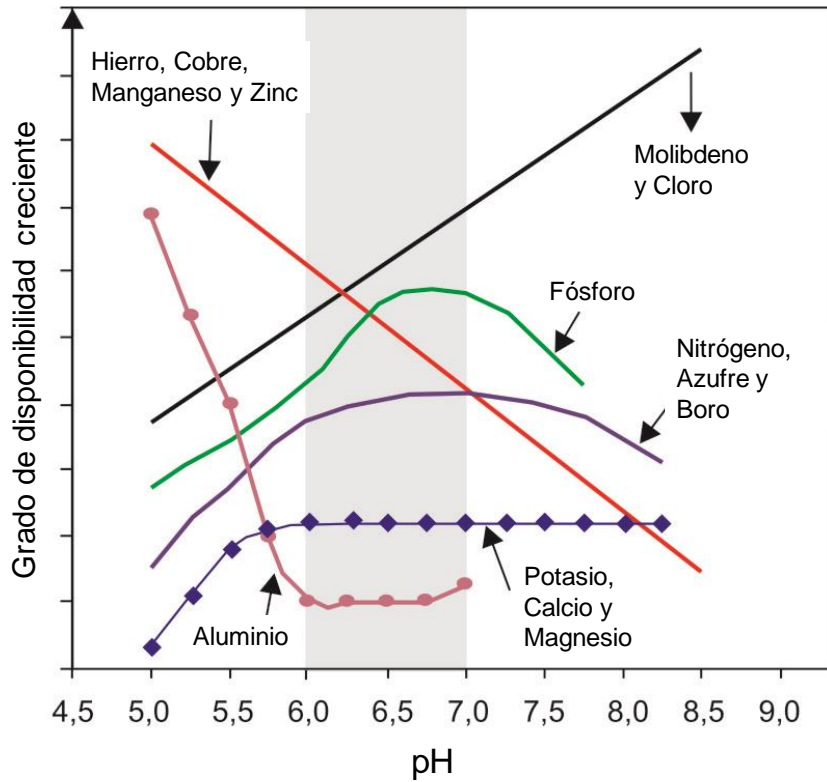
- ✓ Método: potenciometría
- ✓ Determinaciones frecuentes

-pH en pasta

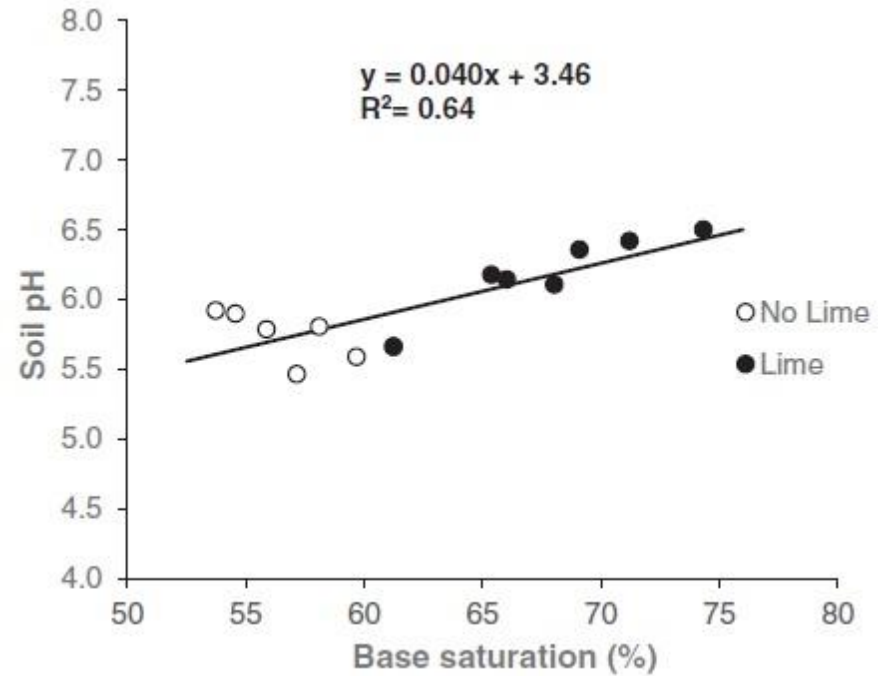
-pH actual (o pH en agua)

-pH potencial

Reacción del suelo y disponibilidad de nutrientes



IPNI Cono Sur, editado de Malavolta (1992)



Barbieri et al. (2015)