



INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Ing. Agr. Ana Lilia ALURRALDE - Cátedra – Edafología - Departamento Clima, Suelo y Agua - FCA/UNCa

Mail de referencia: ani_animal@hotmail.com

Para la toma de decisiones sobre el manejo del suelo y fertilización en la finca y que éstas sean apropiadas y oportunas, es necesario de un **Diagnóstico**, para lo que se requiere información del cultivo, suelo y agua de riego.

Herramientas

- Observación del cultivo: Detección de plagas, enfermedades, signos de deficiencias, disminución en la producción, etc.
 - Análisis de suelo,
 - Análisis de planta y
 - Análisis agua de riego
- } En un laboratorio de confianza.

ESTUDIO DE SUELOS

El suelo es un sistema complejo SUELO-AGUA-AIRE donde interactúan en forma constantes sus propiedades física, químicas y biológicas.

Para interpretar un análisis de suelo no se debe valorar en forma independiente cada elemento.

Por ejemplo:

Dos suelo con igual P ppm, con diferente textura y diferente pH → Rendimiento distintos

Dos suelo con igual %N, distinto %MO, distinta C/N → Disponibilidad de N distinto

Dos suelo regados con la misma calidad de agua y distintos sistemas de riego → Salinización diferente

MUESTREO

- El muestreo del suelo tiene como finalidad obtener información.
- Una mala muestra conlleva un resultado erróneo.
- Debe ser realizado por una persona responsable y con objetivos claros del muestreo.

Tipos de Muestras

- Calicata: Descripción del perfil y toma de muestras de cada horizonte
- Muestras compuestas: grupo de muestras de un área grande y homogénea.
- Muestras simples: muestras de un área muy específica.

Identificación, La muestra es recolectada en bolsas de nylon y debe ir con dos tarjetas de identificación, una interna y otra externa.

Perfil Nº:	Fecha:
Muestra Nº:	
Profundidad:	
Propietario:	
Lugar:	
Observaciones:	

Conservación y Transporte

- Enviar las muestras rápidamente a su laboratorio de confianza.
- Si no es posible, se deben conservar en un lugar fresco y a la sombra.
- Si las muestras están muy húmedas, orearlas a la sombra antes de embolsar.

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Una vez realizados los análisis de las muestras de suelo en el laboratorio, éste entrega al interesado las tablas con los datos solicitados y en algunos casos un informe de los mismos.

Importante

Evaluar el informe de suelo en función de sus características en conjunto y sus interrelaciones. Diagnosticar la situación en relación al cultivo, al riego y al ambiente.

PARAMETROS EVALUADOS EN UN ANALISIS DE SUELO

Textura del suelo

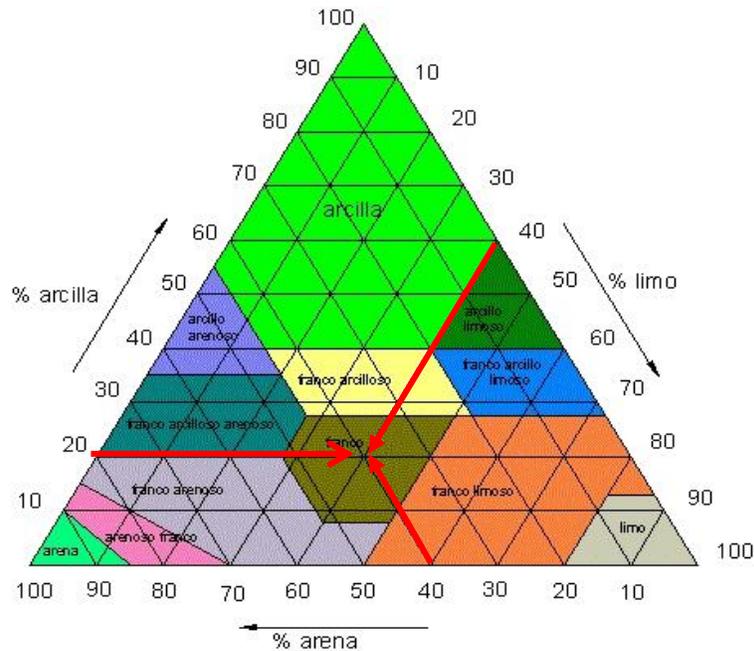
La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura depende de la naturaleza de la roca madre y de los procesos evolutivos del suelo (Factores de formación del suelo).

Está vinculada con la capacidad de retención de agua y nutrientes, permeabilidad, entre otros.

Tabla 1: Rangos de tamaños de partículas en el sistema USDA

	DIAMETRO	
	Mm	micras
Gravas	> de 2,00	
Arena muy gruesa	2,00 – 1,00	2000 – 1000
Arena gruesa	1,00 – 0,50	1000 – 500
Arena media	0,50 – 0,25	500 – 250
Arena fina	0,25 – 0,10	250 – 100
Arena muy fina	0,10 – 0,05	100 – 50
Limo	0,05 – 0,002	50 – 2
Arcilla	< a 0,002	< a 2

Triángulo Textural (USDA): Es un triángulo con tres entradas (% de arena, limo y arcilla), que convergen en un punto ubicándolo en una determinada clase textural.



Por ejemplo, un suelo con 40% Arena; 20% Arcilla y 40% de limo.

Entramos al Triángulo textural

Resultado: Clase textural Franco

pH

El pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad en los suelos. El índice varía de 1 a 14, siendo 7 neutro. Un pH por debajo de 7 es ácido y por encima de 7 es básico (alcalino).

El pH del suelo es considerado como una de las principales variables en los suelos, ya que controla la disponibilidad de los nutrientes de las plantas. El rango de pH óptimo para la mayoría de las plantas oscila entre 5,5 y 7,0.

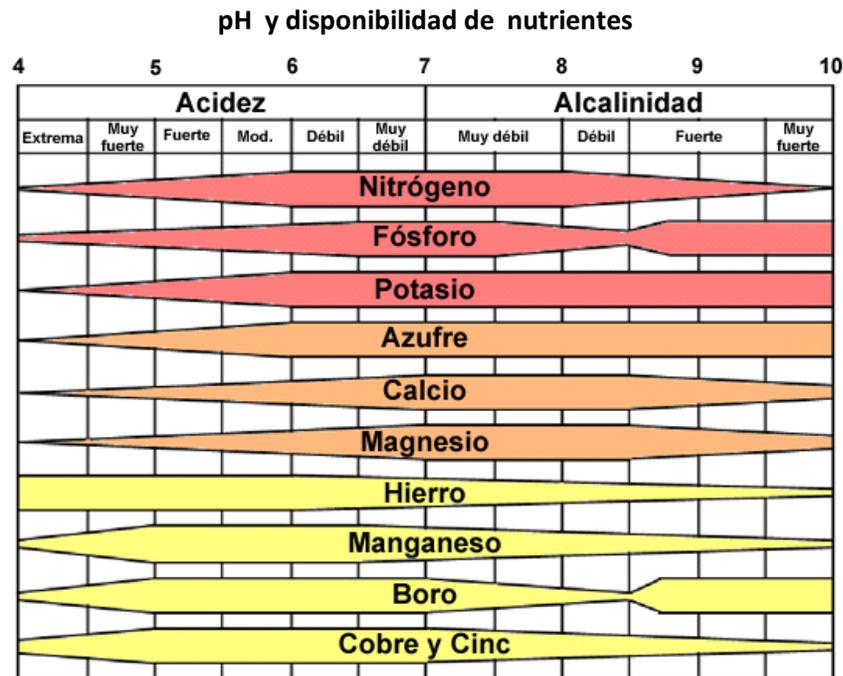


Tabla 2: Clasificación de pH Actual determinado en una relación suelo : Agua 1:2,5

pH	Calificación	Efectos esperados en la flora del suelo y las plantas
< 4,5	Extremadamente ácido	Toxicidad por Al^{+3} ; Fe^{+3} ; Mn^{+2} y H^+ Escasa actividad microbiana
4,6 – 5	Muy fuertemente ácido	Posible toxicidad por Al^{+3}
5,1 - 5,5	Fuertemente ácido	Exceso: Co, Cu, Fe, Mn, Zn Deficiencias de Ca, K, N, Mg, Mo, P, S
5,6 – 6	Moderadamente ácido	Intervalo adecuado para cultivos adaptados a la acidez.

6,1 - 6,5	Levemente ácido	Máxima disponibilidad de nutrientes. Adecuado para una gran variedad de cultivos
6,6 - 7,3	Neutro	Intervalo adecuado para la mayoría de los cultivos
7,4 - 7,8	Levemente alcalino	Suelos generalmente con CaCO ₃ . Cultivos adaptados al calcáreo prosperan bien.
7,9 - 8,4	Moderadamente alcalino	Altos contenidos de CaCO ₃ . Disminuye la disponibilidad de P y B. Probables deficiencias de Co, Cu, Fe, Mn, Zn
8,5 - 9,0	Fuertemente alcalino	Sodicidad leve. Cultivos no adaptados pueden mostrar deficiencias de metales pesados y toxicidad sódica
9,1 - 10	Muy fuertemente alcalino	Sodicidad fuerte. La mayoría de los cultivos no pueden prosperar
>10	Extremadamente alcalino	Toxicidad sódica extrema. Movilidad del P como Na ₃ PO ₄ . Bacterias adaptadas a la alcalinidad extrema pueden sobrevivir. No hay disponibilidad de micronutrientes.

Carbonatos en Suelo

Los carbonatos son sales que reaccionan a los ácidos, produciendo un burbujeo al desprenderse el dióxido de carbono. Estos permiten identificar algún proceso de acumulación de sales o quizá por el uso de agua de riego salina. Las disminuciones de rendimientos, deficiencias de hierro, zinc, fósforo y nitrógeno pueden explicarse con la presencia excesiva de carbonatos.

Reacción con HCl 10%



Los carbonatos más comunes son:
CO₃Ca y CO₃Mg
 Son sales poco solubles y alcalinas (pH 10),
CO₃Na
 Es muy soluble y alcalina (pH 12)

Tabla 3: Análisis Cualitativo de Carbonatos de Calcio con HCl 10%

Descripción de campo	Efectos auditivos (audible)	Efectos visibles (efervescencia)
No calcáreo. < 0.5 %	Ninguno	Ninguna
Muy ligeramente calcáreo 0.5-1.0 %	Da apenas a tenuemente	Ninguna
Ligeramente calcáreo 1-2 %	De tenuemente a moderadamente	Ligera y localizada en granos individuales apenas visibles
Moderadamente calcáreo 2-5 %	De moderadamente a claramente, Se oye lejos del oído.	Ligeramente mayor visible bajo inspección cercana
Calcáreo 5-10 %	Fácilmente	Moderada, fácilmente visible, burbujas de hasta 2 mm
Altamente calcáreo >10 %	Fácilmente	Fuerte y generalizada, burbujas en todas partes y hasta de 7 mm

Salinidad Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica ha sido el parámetro más ampliamente utilizado en la estimación de la salinidad.

Unidades de expresión

$$1 \text{ S} = 1 \text{ mhos}$$

$$1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mS/cm} = 1 \text{ mmhos/cm}$$

$$1 \mu\text{S/cm} = 1 \mu\text{mhos/cm}$$

$$1 \mu\text{S/cm} = 0,1 \text{ dS/m}$$

Tabla 4: Conductividad Eléctrica - United States Salinity Laboratory de Riverside.

*CE. dS/m	Suelos	Efectos
0 – 2	Normales	Sin efectos negativos
2 – 4	Ligeramente Salinos	Afectan los rendimientos de los cultivos muy sensibles.
4 – 8	Salinos	Afectan los rendimientos de la mayoría de los cultivos
8 –16	Fuertemente Salinos	Sólo se obtienen rendimientos aceptables en los cultivos tolerantes
> 16	Extremadamente Salinos	Muy pocos cultivos dan rendimientos aceptables

*Determinación en extracto de saturación a 25°C.

Tabla 5: Tolerancia a la salinidad (dS/m) de algunos cultivos (Ayers y Westcot (1976)).

Cultivo	Porcentaje del rendimiento potencial				
	100%	90%	75%	50%	0%
Olivo	2,7	3,8	5,5	8,4	14
Higuera	2,7	3,8	5,5	8,4	14
Naranja	1,7	2,3	3,2	4,8	8
Limonero	1,7	2,3	3,3	4,8	8
Nogal	1,7	2,3	3,3	4,8	8
Duraznero	1,7	2,2	2,9	4,1	6,5
Vid	1,5	2,5	4,1	6,7	12

Salinidad y Sódicidad

Tabla 6: Parámetros de clasificación de Suelos Salinos y Sódicos

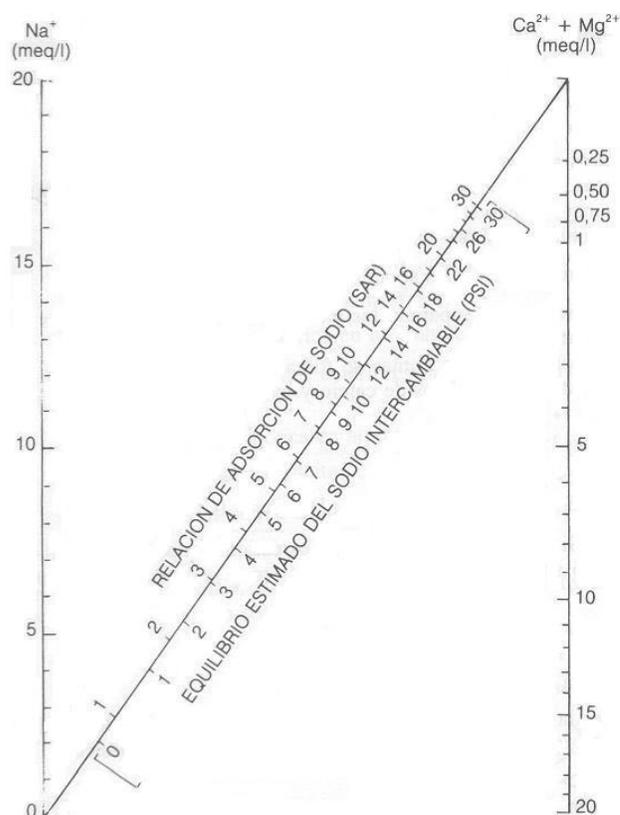
Clasificación	Cond. elect. dS/m	% de Sodio Intercamb. (PSI)	RAS	pH
Suelo Salino	> 4	< 15	< 13	≤ 8.5
Suelo Salino Sódico	> 4	> 15	≥ 13	≤ 8.5
Suelo Sódico	< 4	> 15	≥ 13	> 8.5

$$RAS = \frac{Na \text{ meq/l}}{\sqrt{Ca + Mg \text{ meq L/2}}}$$

$$PSI (\%) = \frac{Na \text{ meq/100gr} \times 100}{CIC \text{ meq/100gr}}$$

Otra forma de cálculos para determinar PSI- Nomograma

$$PSI (\%) = \frac{1,475 (SAR)}{1 + 0,0127 (SAR)}$$



Materia orgánica

La materia orgánica del suelo está formada por restos vegetales y animales en diferentes grados de descomposición y los productos metabólicos de la fauna, flora y microflora del suelo.

Materia Orgánica (%)	Clasificación
< 0,5	Muy Bajo
0,5 - 1	Bajo
1 - 2	Medio – Moderado
2 - 3	Alto
> 3	Muy Alto

$$C0\% \times 1,724 = MO\%$$

Nitrógeno total

De los macro nutrientes de las plantas, el nitrógeno es sin duda el que presenta una dinámica bioquímica más activa. Las plantas superiores absorben nitrógeno bajo la forma de nitratos (NO_3^-) y de amonio (NH_4^+).

NT (%)	Calificación	Efectos esperados en los cultivos en general.
0 - 0,05	Muy Bajo	Muy bajos índices de crecimiento y poca productividad en los cultivos. Segura respuesta a la fertilización
0,05 - 0,15	Bajo	Crecimiento y producción escasos. Respuesta a la fertilización nitrogenada en la mayoría de los cultivos
0,15 - 0,25	Moderado	Plantas de bajos requerimientos de nitrógeno y adaptadas a ambientes áridos producen aceptablemente. Cultivos muy productivos en manejos intensivos requieren fertilización.
0,25 - 0,35	Bueno	Cultivos muy productivos, e híbridos de altos rendimientos requieren fertilización.
> 0,35	Muy Bueno	Sólo Híbridos de altos rendimientos (maíz, sorgo, entre otros) requieren fertilización

Relación C/N

La relación C/N es un parámetro que evalúa la calidad de los restos orgánicos. Determina el grado de mineralización de la MO que existe en el suelo, así como el tipo de humus que se encuentra en él.

Tabla 9. Clasificación de la relación carbono/ nitrógeno		
C/N	Clasificación	Mineralización
< 14	Muy Buena	Excesiva
15 – 20	Buena	Adecuada
21 -32	Regular	Normal
>33	Mala	Escasa

Fósforo Asimilable

El fósforo (P) es absorbido por las plantas como fosfato monoácido (HPO_4^-) o biácido (H_2PO_4^-).

Tabla 10: Clasificación de niveles de fósforo- Método Olsen	
Clasificación	Fosforo ppm – Olsen
Bajo	< 5
Medio	5 - 10
Alto	> 10

CIC y Bases Intercambiables

Capacidad de intercambio catiónico, es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos.

Las arcillas, están cargadas negativamente, por lo que suelos con mayores concentraciones de arcillas exhiben capacidades de intercambio catiónico mayores. Se define el cambio iónico como los procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo adsorben iones de la fase acuosa liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose el equilibrio entre ambas fases.

Tabla 11: Clasificación de la CIC y bases intercambiables en el suelo meq/100gr = cmol⁽⁺⁾/kg

	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Potasio	< 0,25	0,25 – 0,5	0,5 – 0,75	0,75 – 1	> 1
Magnesio	< 0,6	0,6 – 2,5	2,5 – 5,0	5 – 7,5	> 7
Calcio	< 3,5	3,5 – 10	10 – 20	20 – 30	> 30
Sodio	-	-	0 – 2	2 – 4,5	> 4,5
CIC	< 5	5,0 - 10	10 -17	17 - 25	25 - 35

¿Cuánto N P K tiene mi suelo?

Datos del Laboratorio

- 0,05 %N
- 14 ppm P
- 0,5 meq/100 gr K
- Profundidad muestra: 20 cm
- Textura : Franca
- Da : 1,2 gr/cm³

Debo calcular el peso de una hectárea:

Peso 1 ha = 100m x100m x 0,20 m x 1,2 Tn/m³

Peso ha: 2400 Tn

La densidad aparente (Da) es la masa de suelo por unidad de volumen.
(gr/cm³ = Tn/m³)

Textura	Da
Arenoso	1,55
Franco Arenoso	1,4
Franco	1,2
Franco Arcilloso	1,1

Nitrógeno

El N orgánico no está disponible para las plantas, tiene que pasar a formas inorgánicas.

La dinámica del N en el suelo está regulada por procesos biológicos, derivados de la actividad microbiana, nitrificación, amonificación, etc.

El N inorgánico representa entre 2 a 3 % del N total del suelo, encontrándose en formas de nitrato (NO₃⁻), amonio (NH₄⁺) y nitrito (NO₂⁻).

Con el % de nitrógeno total y el peso de mi hectárea, calculo:

0,05 %N = 100 Tn suelo ----- 0,05 Tn N
 2400 Tn suelo ---- x = 1,2 Tn N
 Como del NT , solo se mineraliza el 3%
 3% de 1,2 Tn N = 0,036 Tn/ ha → **36 Kg N/ ha**

Fosforo

- P : 14 ppm
- Profundidad : 20 cm
- Peso Ha : 2400 Tn

1 ppm = mg/Kg = mg/l = gr/Tn = Kg/ 1000 Tn

1 Tn suelo ----- 14 gr P
 2400 Tn suelo ---- x = 33600 gr P = 33,6 Kg P/ha

**P * 2,29 = P₂O₅
 P₂O₅ * 0,43 = P**

77,3 Kg P₂O₅ / ha

Potasio

Soluble: meq/l = mmol(+)/l

Intercambiable: meq/100 gr = cmol (+)/Kg

- K interc : 0,5 meq/100gr
- Profundidad : 20 cm
- Peso Ha : 2400 Tn

**meq = Peso Atómico/ valencia
 1 meq K = 39 ppm
 1 meq/100 gr K = 390 ppm K**

0,5 meq/100gr K = 195 ppm K = 195 gr/Tn K

1 Tn suelo ----- 195 gr K
 2400 Tn suelo ---- x = 468000 gr K = 468 Kg K/ha

**K x 1,21 = K₂O
 K₂O x 0,83 = K**

562 Kg K₂O /ha

¿Cuánto N P K tiene mi suelo?

36 Kg N/ ha

33,6 Kg P/ha = 77,3 Kg P₂O₅ /ha

468 Kg K/ha = 562 Kg K₂O /ha

Bibliografía Consultada

- Internacional Plant Nutrition Institute. 4R de la Nutrición de Plantas. 2013. ISBN 978-987-24977-5-0. 140p.
- Consentino, D. Prácticas Edafológicas con fines didácticos. 2013. Ed. Facultad de Agronomía. ISBN 978-987-29338-6-9-1. 256p.
- Apuntes Fac. Cs Agrarias UNCa. Cátedra Edafología. 2017
- Imbellone Perla A. Suelos con acumulaciones calcáreas y yesíferas de Argentina. 2012. Ed INTA. ISBN 978-987-521-477-4. 219p.
- Castellanas Jaime Porta. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2003. Mundi Prensa libros. ISBN 84-8476-148-7. 929p.
- Teleisnik, Edith. La salinización de suelos en Argentina: su impacto en la producción agropecuaria. 2007. Ed. Universidad Católica de Córdoba. ISBN 978-987-626-013-8. 120p.
- Humedad en suelos de diferente textura. 2009. <http://www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/humedad-en-suelos-de-diferente-textura> Tecnología del riego



Secretaría de Investigación y Vinculación Tecnológica

Av. Belgrano y Mtro. Quiroga s/n - Campus Universitario
San Fernando del V. de Catamarca - Argentina
TE: 03834 – 430504 / 03834 – 435955- int 101
Editor responsable: Ing. Juan Ramón SEQUI
Email: sivitfecfa@gmail.com