

# UNNOBA

UNIVERSIDAD NACIONAL | NOROESTE BUENOS AIRES

REPÚBLICA ARGENTINA | [www.unnoba.edu.ar](http://www.unnoba.edu.ar)



# CALIDAD AMBIENTAL DE SUELOS

## Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico

---

Universidad Nacional | Noroeste Buenos Aires



## CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO CIC

- Es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos.
- Las arcillas de los mismos, 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.
- La fase sólida del suelos esta compuesta por una fracción mineral y otra orgánica. Constituida por la arcilla y el humus, llamamos *Complejo Adsorbente del Suelo*.
- Los coloides cargados negativamente atraen cationes de la solución del suelo y los retienen.
- Los cationes retenidos por los coloides del suelo pueden ser reemplazados por otros cationes >>> **INTERCAMBIABLES.**



## CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO CIC

La CIC es la suma total de los cationes intercambiables de un suelo. Cuanto mayor es la CIC mayor es la cantidad de cationes que éste puede retener.

Se expresa en miliequivalentes por cada 100 grs de suelo seco y se escribe meq/100 grs.

Los minerales de arcilla presentan usualmente valores de CIC entre 10 y 150 meq/100 grs.

La materia orgánica presentan valores entre 200 y 400 meq/100 grs.

De modo que el tipo y cantidad de arcilla y materia orgánica influyen enormemente la CIC de los suelos.



# Peso equivalente / Peso atómico

A tener en consideración

elemento	peso equivalente	valencia	peso atómico
Ca <sup>++</sup>	20,04	2	40,08
Mg <sup>++</sup>	12,06	2	24,31
Na <sup>+</sup>	22,99	1	22,99
K <sup>+</sup>	39,1	1	39,1



## CONVERSIÓN DE CATIONES A VALORES DE MILIEQUIVALENTES

$$\text{meq}/100\text{g} = \text{ppm del catión} / (\text{peso equivalente} \times 10)$$

200 ppm Ca <sup>++</sup>	1 meq Ca <sup>++</sup> /100g suelo
120 ppm Mg <sup>++</sup>	1 meq Mg <sup>++</sup> /100g suelo
230 ppm Na <sup>+</sup>	1 meq Na <sup>+</sup> /100g suelo
390 ppm K <sup>+</sup>	1 meq K <sup>+</sup> /100g suelo
10 ppm H <sup>+</sup>	1 meq H <sup>+</sup> /100g suelo



## CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO en SUELOS

Cationes de mayor importancia con relación al crecimiento de las plantas son:

- Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ )
- Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ )
- Potasio ( $\text{K}^+$ )
- Amonio ( $\text{NH}_4$ )

*Son nutrientes y se encuentran involucrados directamente con el crecimiento de las plantas.*

- Sodio ( $\text{Na}^+$ )
- Hidrógeno ( $\text{H}^+$ ).

*Tienen un pronunciado efecto en la disponibilidad de los nutrientes y la humedad.*



## CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO en SUELOS

### Contribuyen a la CIC

- Las clases, cantidades y combinaciones de los minerales arcillosos.
- Las cantidades de materia orgánica y su estado de descomposición.
- Las arcillas con gran capacidad de intercambio tienden a enlazar los cationes bivalentes como el  $\text{Ca}^{++}$  y el  $\text{Mg}^{++}$ , con más energía que el  $\text{K}^+$ .

Esta característica puede afectar la disponibilidad de los nutrientes.





## CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO en SUELOS

### Factores que afectan la CIC:

#### ➤ Tamaño de las partículas.

Cuanto más pequeña sea la partícula, más grande será la capacidad de cambio.

#### ➤ Naturaleza de las partículas.

La composición y estructura de las partículas influirá en las posibilidades de cambio de sus cationes. Tipo de cationes cambiables (monovalentes, divalentes, de gran tamaño, etc)

#### ➤ pH

Los suelos presentan distinta capacidad de cambio en función del pH.



## CIC en FUNCIÓN DE LA NATURALEZA DE LAS PARTICULAS

Naturaleza de la partícula	CIC, meq/100g suelo
cuarzo y feldespatos	1-2
oxidados e hidróx. Fe y Al	4
caolinita	3-15
ilita y clorita	10-40
montmorillonita	80-150
vermiculita	100-160
materia orgánica	300-500



## CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO CIC

A medida que el contenido de arcilla y/o materia orgánica aumentan el suelo en cuestión tendrá mayor CIC.

Esta capacidad de retener e intercambiar cationes es un indicador directo de la fertilidad de los suelos.

Suelos de textura gruesa (arenosos) poseen una CIC menor, por lo tanto los cationes son retenidos sólo en una baja proporción.

Nuestros suelos han evolucionado hacia arcillas:

Las Illita, absorben cationes (10–40 me/100 g arcilla).

Las Caolinitas, tienen una capacidad mucho mas baja.

Las Montmorillonitas (80–120 me/100g arcilla) tienen capacidades más altas.



## Porcentaje de saturación de bases

La Sumatoria de Bases o Valor S, es la suma de las llamadas bases intercambiables que neutralizan la acidez del suelo.

Son los cationes  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$  que predominan en suelos neutros y alcalinos.

% de Saturación de Bases es la relación entre el Valor S y la CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) expresada en %.

El grado de saturación de bases se expresa por medio del valor

$$V (V = (S/T) * 100))$$

Del punto de vista de la fertilidad, nos interesa tener un Valor V elevado. La agricultura continua disminuye el Valor T (por su efecto sobre la MO), y el valor S y aumenta el valor H; entonces el complejo absorbente del suelo, va disminuyendo su grado de saturación.



### Factores que afectan el pH de los suelos

- a) El tipo de material madre que dio origen al suelo y el clima afectan el pH de los suelos. En las zonas de mucha lluvia el agua lixivia (lava o arrastra) los nutrientes básicos (Ca y Mg).
- b) La materia orgánica contribuye a la acidez a través de los grupos carboxílicos y fenólicos activos que se disocian en el suelo liberando hidrógeno. El contenido de materia orgánica varía de acuerdo al uso del suelo y depende del sistema de producción que se utilice.
- c) La extracción diferencial de nutrientes por parte de los cultivos, las plantas al crecer absorben cationes y liberan hidrógeno.



### Factores que afectan el pH de los suelos

- d) Las pérdidas de cationes en profundidad por acción del drenaje o permeabilidad de los suelos contribuyen a aumentar la acidez.
- e) El uso de fertilizantes que contengan o formen amoníaco. El proceso de nitrificación libera hidrógeno en la solución del suelo. Ello lleva a una acidificación después de muchos años de aplicación de grandes cantidades de fertilizantes.
- f) El factor más importante de acidificación es la remoción diferencial de calcio y magnesio que han provocado los sistemas de producción o por la extracción de la totalidad de la planta.



# CORRECCIÓN DE LA ACIDEZ DE LOS SUELOS

## Ventajas a la producción agropecuaria:

1. Aumenta la disponibilidad del Fósforo, del Calcio y del Magnesio.
2. Mejora la disponibilidad del nitrógeno a través de la fijación biológica y también para las bacterias nitrificadoras.
3. Incrementa el número y la eficiencia de los microorganismos responsables de la descomposición de la materia orgánica y de las transformaciones del nitrógeno, del fósforo y del azufre.
4. Reduce la solubilidad de elementos como el Aluminio y el Manganeso, que podrían alcanzar niveles de fitotoxicidad en suelos ácidos.
5. Mejora la estructura del suelo al incrementar el contenido de Calcio, con las consiguientes ventajas en la aireación del suelo y en la infiltración de agua.



## TRES TEORÍAS COMPATIBLES CON DISTINTOS EFOQUES :

- *Red Cristalina:* Considera las partículas de los minerales como sólidos iónicos. Los iones de los bordes están débilmente retenidos por lo que pueden abandonar la estructura y pueden cambiarse con los de la solución del suelo.
- *Doble Capa Eléctrica:* Considera el contacto entre el sólido y la fase líquida como un condensador plano. Se forma una doble capa eléctrica formada por los iones del sólido y los atraídos en la solución.
- *Membrana Semipermeable:* La interfase sólido-líquido actúa como una membrana semipermeable que deja pasar los iones de la solución y a los de la superficie de las partículas pero no a los del interior de los materiales.





# IMPORTANCIA DE LA CAPACIDAD DE CAMBIO

- Controla la disponibilidad de nutrientes para las plantas:  $K^+$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ , entre otros.
- Interviene en los procesos de floculación – dispersión de arcilla y por consiguiente en el desarrollo de la estructura y estabilidad de los agregados.
- Determina el papel del suelo como depurador natural al permitir la retención de elementos contaminantes incorporados al suelo.



## DONDE:

➤ PSI = por ciento de Na intercambiable

$$\text{PSI} = \frac{\text{Na}^+ \text{ Intercambiable (cmol/kg)} \times 100}{\text{CIC}}$$

➤ Na<sup>+</sup> Intercambiable dado en el análisis de laboratorio en ppm o en me/100gr o cmol/kg

➤ cmol/kg = ppm si este valor es dado en ppm



# CLASIFICACIÓN POR SALINIDAD Y SODICIDAD

## Valores a tener en Cuenta

Normal	$CEE < 4 \text{ dS/m}$ y $PSI < 15$
Salino	$CEE > 4 \text{ dS/m}$ y $PSI < 15$
Sódico- Salino	$CEE > 4 \text{ dS/m}$ y $PSI > 15$
Sódico-no salino	$CEE < 4 \text{ dS/m}$ y $PSI > 15$



# DETERMINACIÓN DE CIC



Esquema A de norma IRAM-SAGyP	29577-1	Septiembre 2012

Calidad ambiental    Calidad del suelo

Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y cationes básicos intercambiables – Parte 1: Extracción con acetato de amonio pH 7



# PREFACIO

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM)

Propender al conocimiento y la aplicación de la normalización promoviendo las actividades de certificación de productos y de sistemas de la calidad en las empresas para brindar seguridad al consumidor.

Esta norma IRAM–SAGyP es el fruto del consenso técnico entre los diversos sectores involucrados, los que a través de sus representantes han intervenido en los Organismos de Estudio de Normas correspondientes.

Esta norma contiene los siguientes capítulos:

- extracción de cationes
- determinación de calcio y magnesio
- determinación de sodio y potasio
- determinación de la CIC



## OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma describe un método para extraer los cationes de intercambio con solución saturante de acetato de amonio con pH 7. La norma es aplicable a muestras de suelo de uso agropecuario.

Solución de acetato de amonio 1 mol/L, pH 7



# METODOLOGÍA

El método utilizado para la determinación de Cationes Intercambiables y la Capacidad Total de Intercambio que tenga el suelo consiste en cuatro pasos:

1. Primero se emplea una solución concentrada de amonio para reemplazar y liberar los cationes propios del suelo, los cuales, de esta manera se pueden cuantificar individualmente en la solución sobrenadante. Nos han quedado entonces los  $\text{NH}_4$  adsorbidos al suelo, saturando todas las cargas negativas de éste.

2. Luego se satura el suelo con sodio, empleando una solución de alta concentración de este catión, para reemplazar todos los  $\text{NH}_4$  adsorbidos (procedimiento efectuado en el paso anterior), por  $\text{Na}^+$ .

3. Se elimina el Sodio no adsorbido (y que han quedado en la solución sobrenadante) por lavados con Etanol.



4. Finalmente se extrae el Sodio adsorbido por saturación del complejo con Amonio. Los cationes amonio reemplazan a los de  $\text{Na}^+$ , quedando éstos en solución. La valoración del Sodio en la solución extraída representa el total de cargas disponibles para el Intercambio Catiónico (CIC total o valor T).

En estos momentos nos encontramos en la etapa de realización de los cálculos para finalizar la Norma.







MUCHAS GRACIAS

*Lic. Fabio L. ABREGO*

Cátedra de Agroecológica – UNNOBA

[fabio.abrego@nexo.unnoba.edu.ar](mailto:fabio.abrego@nexo.unnoba.edu.ar)

