



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO

INGENIERO AGRÓNOMO EN FLORICULTURA



UNIDAD DE APRENDIZAJE: EDAFOLOGÍA

# TEMA: PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO.

AUTOR: *DRA. ELIZABETH URBINA SÁNCHEZ.*

*Marzo de 2016*

# PRESENTACIÓN

El suelo desempeña funciones importantes en este planeta, actúa como medio filtrante amortiguador y transformador; es hábitat de miles de organismos y es donde se llevan a cabo los ciclos biogeoquímicos. Una propiedad física química o biológica del suelo es aquella que caracteriza al suelo; por ejemplo, la composición química y la estructura física del suelo están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por el tiempo en que ha actuado el intemperismo (desintegración por agentes atmosféricos), por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas a través del tiempo. Las propiedades químicas de un suelo nos dan soluciones a problemas relacionados con la fertilidad del suelo de ahí la importancia de su estudio en esta Unidad de Aprendizaje.

# Forma de uso

El presente material se expondrá ante grupo y a la vez que se va a ir explicando cada uno de los puntos que se presentan en la diapositiva, de una manera más exhaustiva, de tal manera que este material servirá de apoyo para que el alumno adquiera los conocimientos con mayor facilidad.

# Composición química y mineralógica del material original

Los minerales presentes en las rocas como:

1) Granito, 2) basalto, 3) gneis y 4) esquisto



**MINERALES  
PRIMARIOS**

3. Gneis rodeado de grava de arenisca. Las manchas rojas corresponden al feldespato.

**MINERALES  
PRIMARIOS**

**PARTE MINERAL**

**MINERALES  
SECUNDARIOS  
(PRINCIPALMENTE  
ARCILLOSOS)**

**Cuarzo  
Feldespatos  
Micas  
Horblendas  
Piroxenos**

**Hidratación**

**Hidrolisis**

**Oxidación  
microorganismos**

**Caolinita  
Motmorillonita  
Micas  
hidratadas  
Illitas**

**MINERALES PRIMARIOS**



# Minerales arcillosos

▶ Los siete tipos de minerales arcillosos importantes para el suelo son:

- ▶ Caolinita
- ▶ Illita
- ▶ Motmorilonita
- ▶ Mica hidratada
- ▶ Vermiculita
- ▶ Clorita
- ▶ Alfana

Los seis primeros son cristalinos y están compuestos por cristales de silicio, láminas de hidróxido de aluminio e hidróxido de magnesio en varias combinaciones

# ¿Qué son las arcillas?

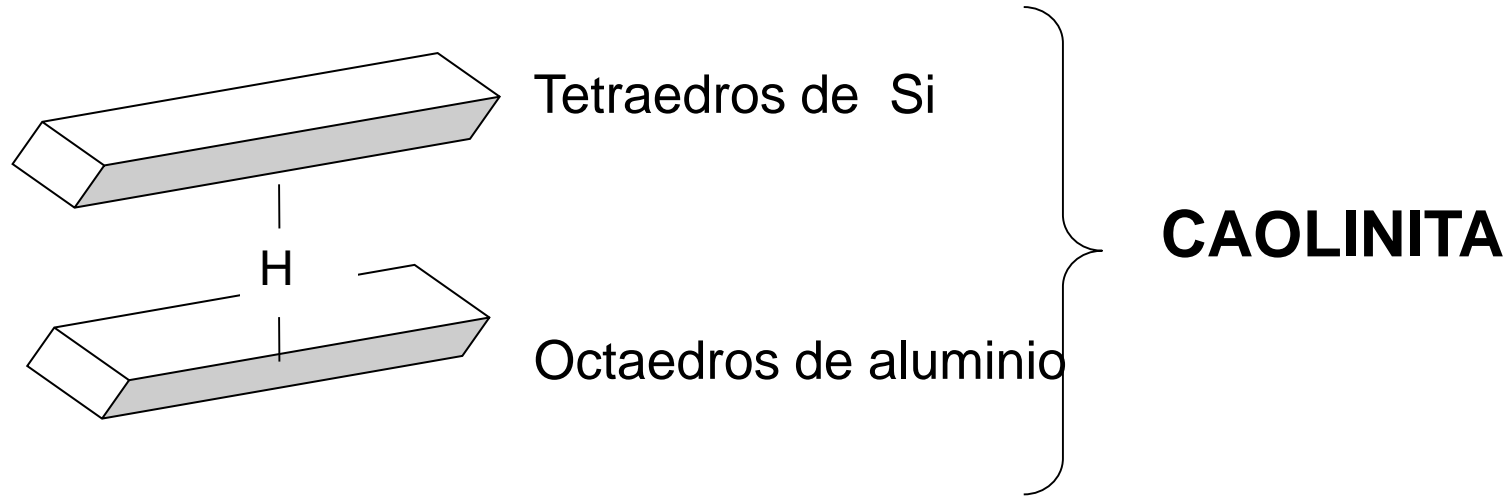
## Arcillas:

- ▶ Son las partículas más importantes
- ▶ Cristales en forma de lámina
- ▶ Aluminosilicatos (principalmente Si)
- ▶ Dimensiones (micras)

# ESTRUCTURA BÁSICA DE LAS ARCILLAS

- ❑ Tetraedros de Si, conformados por 4 átomos de  $O_2$  y uno de Si
- ❑ Octaedro de Al

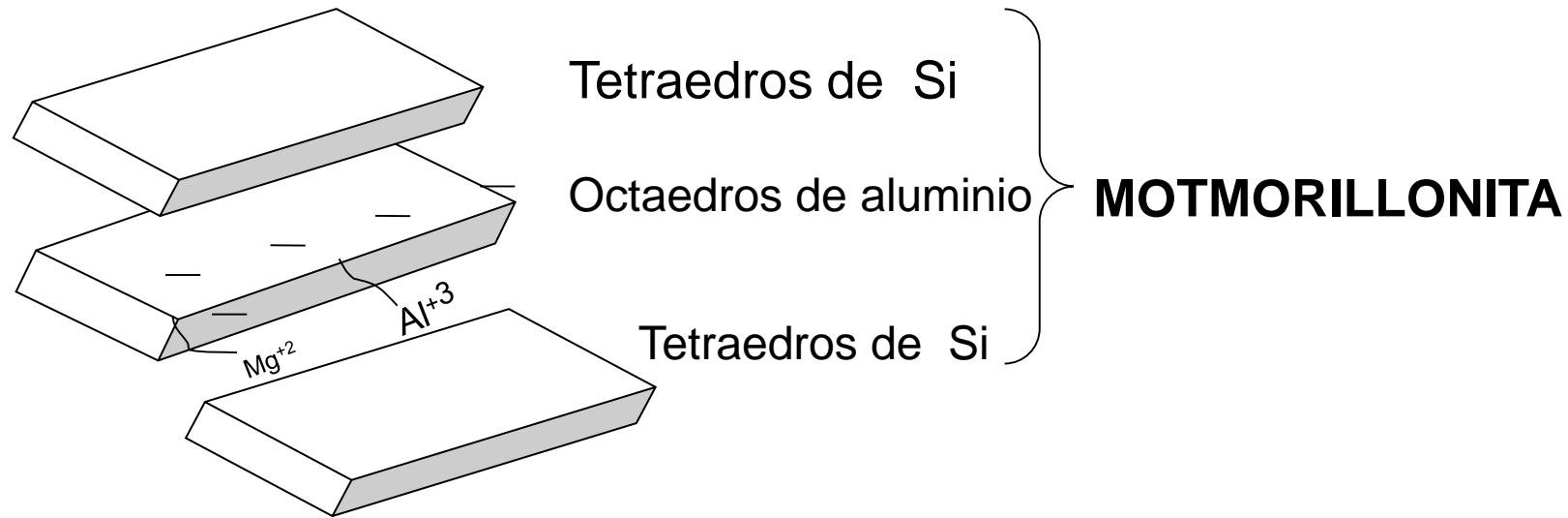




- ❖ Arcilla no expandible tipo 1:1
- ❖ Con CIC baja de 3-15 meq 100g<sup>-1</sup>
- ❖ Sin sustitución isomorfica

# Caolinita

- ▶ Es el mineral arcilloso más común del suelo
- ▶ Compuesto de una lámina de aluminio e hidróxido y otra de tetraedros de silicio donde cada ión de oxígeno apical está sustituido por un grupo hidroxilo de la lámina de hidróxido de aluminio y forma lo que se conoce como estructura tipo 1:1
- ▶ La caolinita presenta una estructura cristalina pseudo hexagonal bien desarrollada; las dimensiones de un cristal individual varían entre 0.2 y 2 micras



Tipo 2:1

CIC 80-150 meq 100 g<sup>-1</sup>

Con sustitución isomorfica (proceso de formación)

Al<sup>+3</sup> sustituido por Mg<sup>+2</sup>

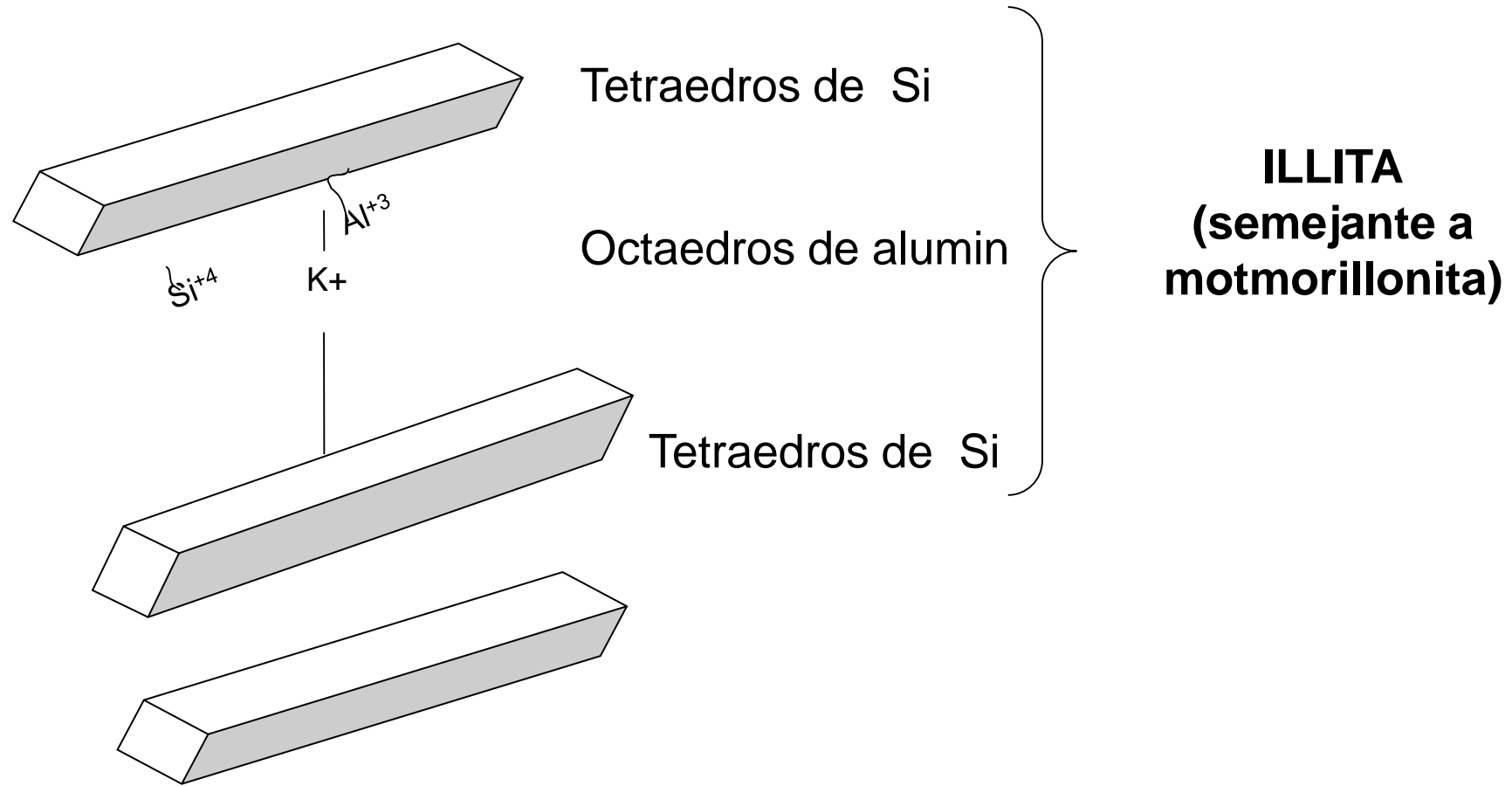
Al<sup>+3</sup> sustituido por Fe<sup>+2</sup>

Expandible (laminas no unidas)

Mayor CIC iones (-) atraen cationes

# Motmorilonita

- ▶ Tiene una estructura tipo 2:1 en la cual una lámina de hidróxido de aluminio con sustituciones de hierro y magnesio, se ubica entre dos laminas de tetraedros de silicio con algunas sustituciones de aluminio.
- ▶ El tamaño de partícula de este mineral es muy pequeño y de gran afinidad por el agua. Lo que le da la capacidad de expansión y contracción



Sustitución isomorfica de  $\text{Si}^{4+}$  por  $\text{Al}^{3+}$ , en tetraedros.  
 Arcillas unidas por  $\text{K}^+$  (no aprovechable por la planta)  
 Baja CIC porque la mayoría de las cargas están ocupadas por  $\text{K}^+$

# Mica hidratada

- ▶ Puede considerarse como partícula de moscovita y biotita del tamaño de las arcillas.
- ▶ En su mayoría se encuentra en rocas ígneas (Granito) y en rocas metamórficas (Esquisto), las más abundantes son: biotitas y moscovita.



Moscovita

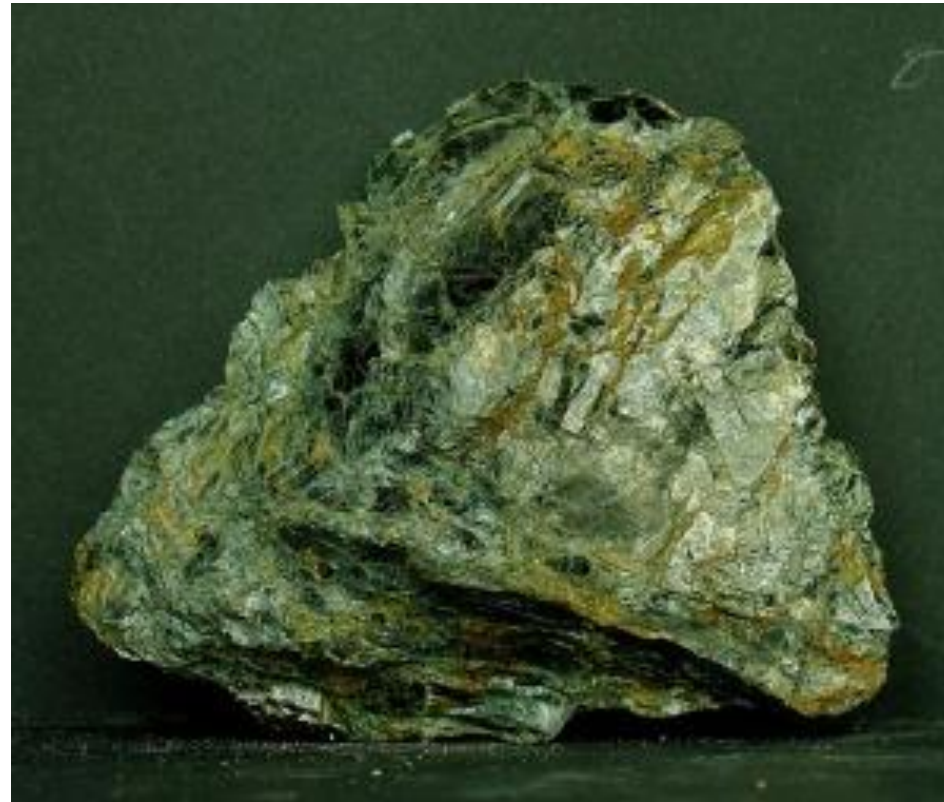
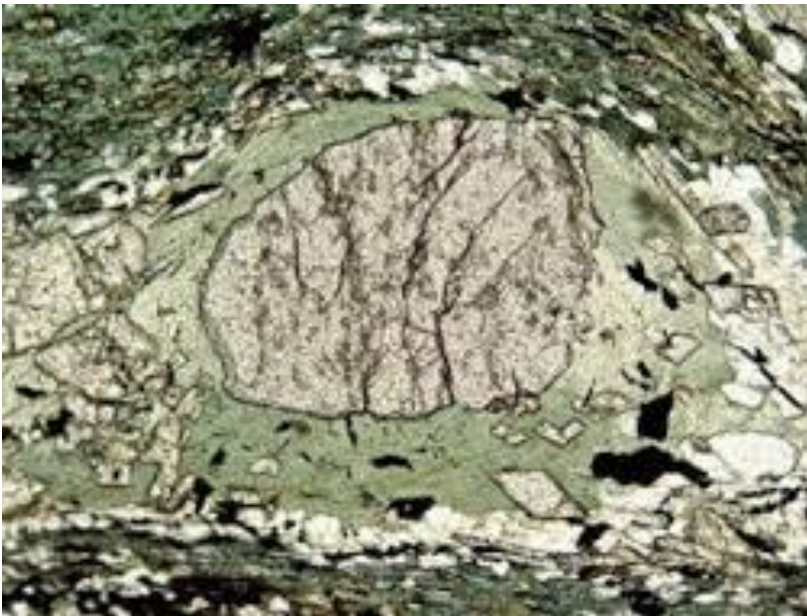
# Vermiculita

- ▶ Se considera una mica hidratada de la cual se ha retirado el potasio.
- ▶ Es una arcilla de la familia de la mica
- ▶ Compuesta por silicatos de aluminio, hierro y magnesio.



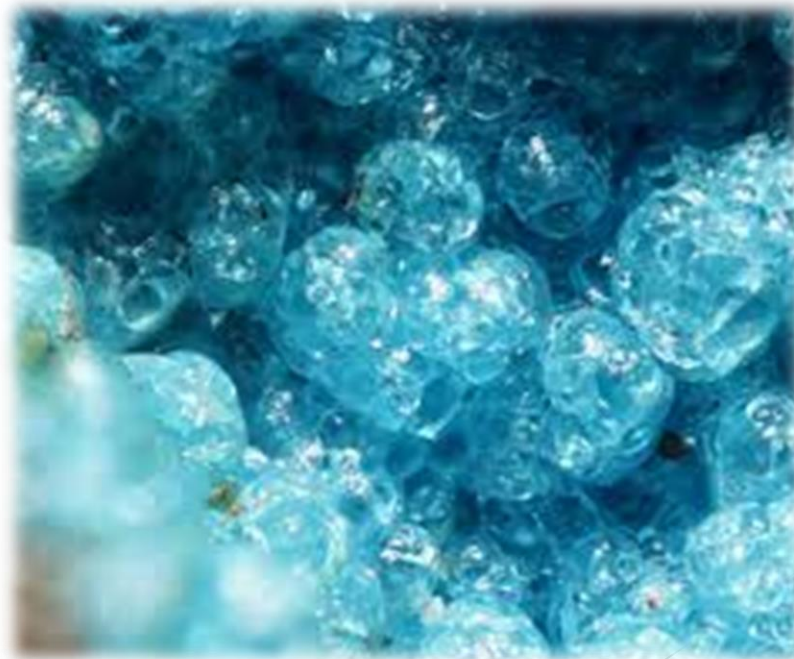
- ▶ Es un silicato estratificado compuesto por una lámina de hidróxido de magnesio ubicada entre dos láminas de mica

## Clorita



# Alofana

- ▶ Es amorfa o con una estructura cristalina pobre
- ▶ Su composición es indeterminada, pero generalmente tiene cantidades iguales de hidróxido de aluminio y sílice





Parte elemental de las ciencias del suelo

Nos da información composición, propiedades y químicas que ocurren en los suelos

Aclara problemas relacionados con fertilidad y nutrición vegetal

Permite formular recomendaciones de fertilización adecuada,

Clasificación de los suelos para la planificación del desarrollo agrícola, ganadero y forestal.

# Química de suelos:

# Capacidad de intercambio cationico

# Capacidad de intercambio cationico

- Es la suma de los cationes que puede intercambiar un suelo en sus coloides, expresado en meq 100 g de suelo.
- Las cargas electricas negativas que presentan los coloides son neutralizadas por la absorcion de cationes de la solucion del suelo.

Coloide  
del  
Suelo

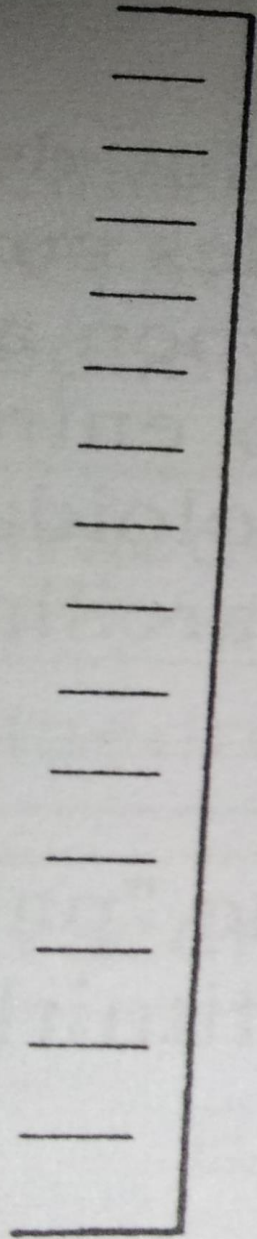


figura 1

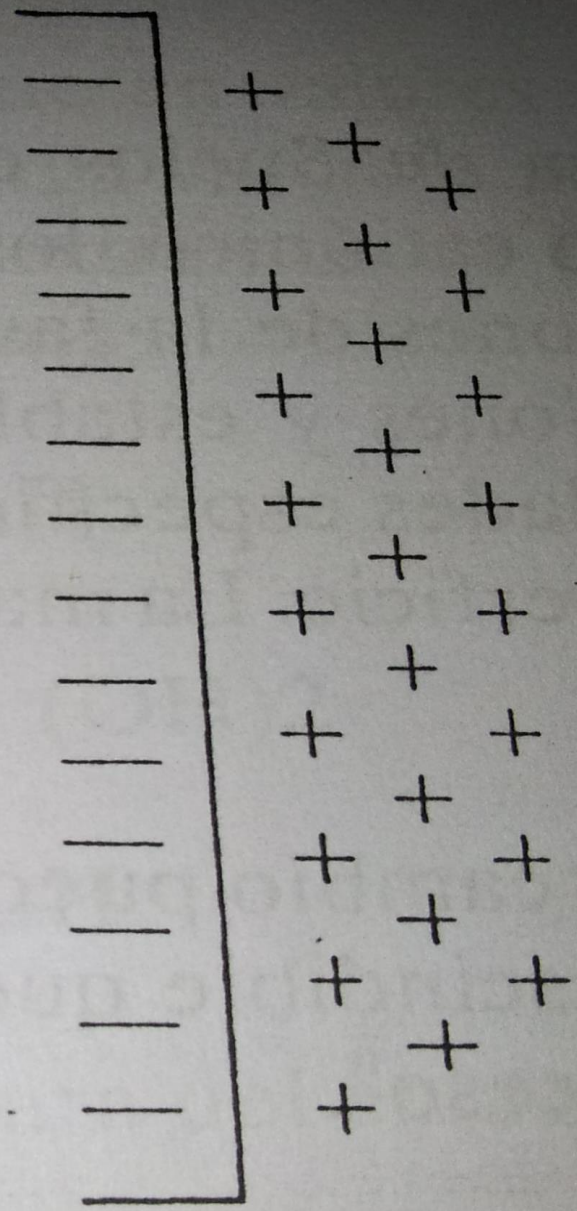
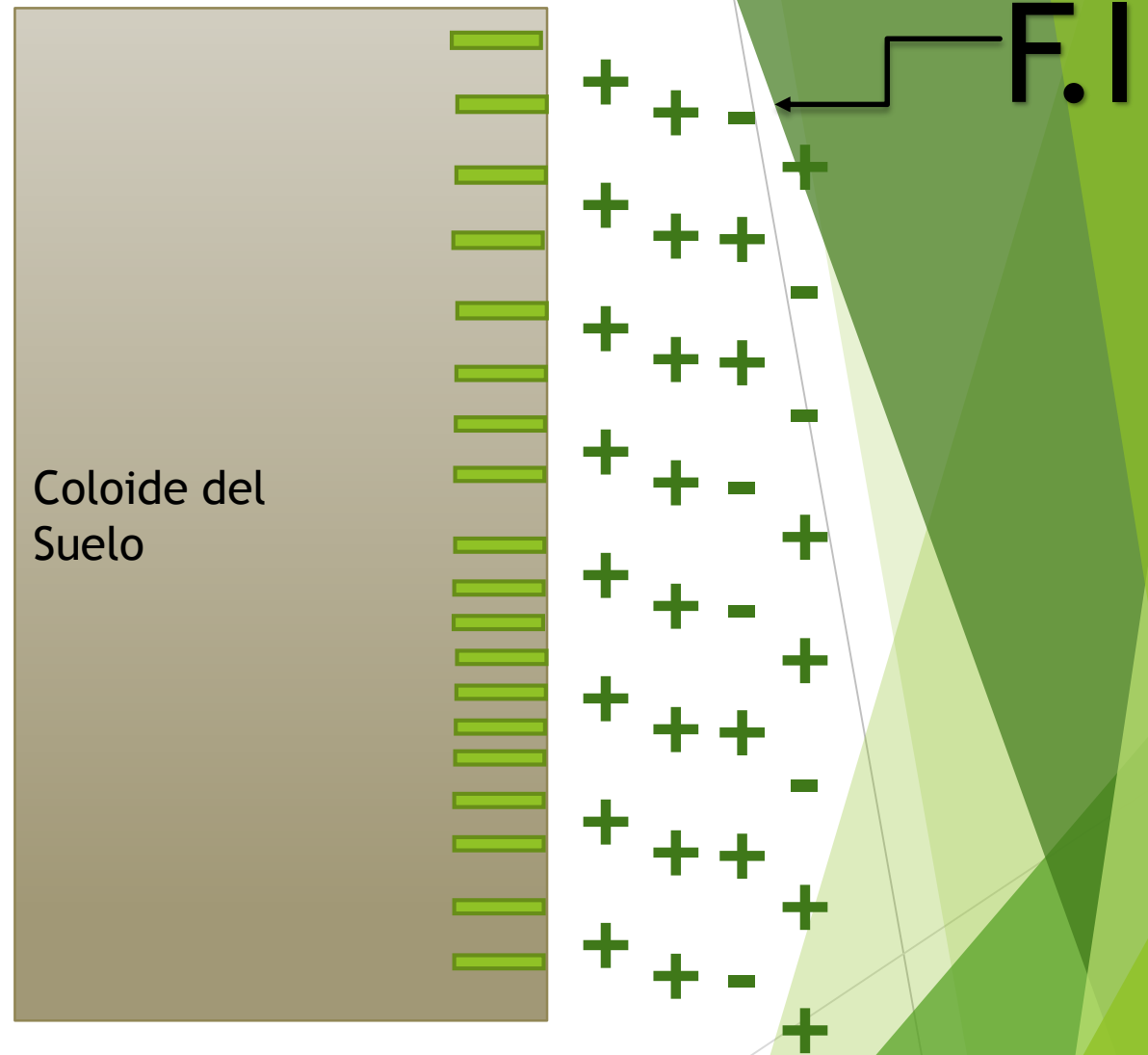
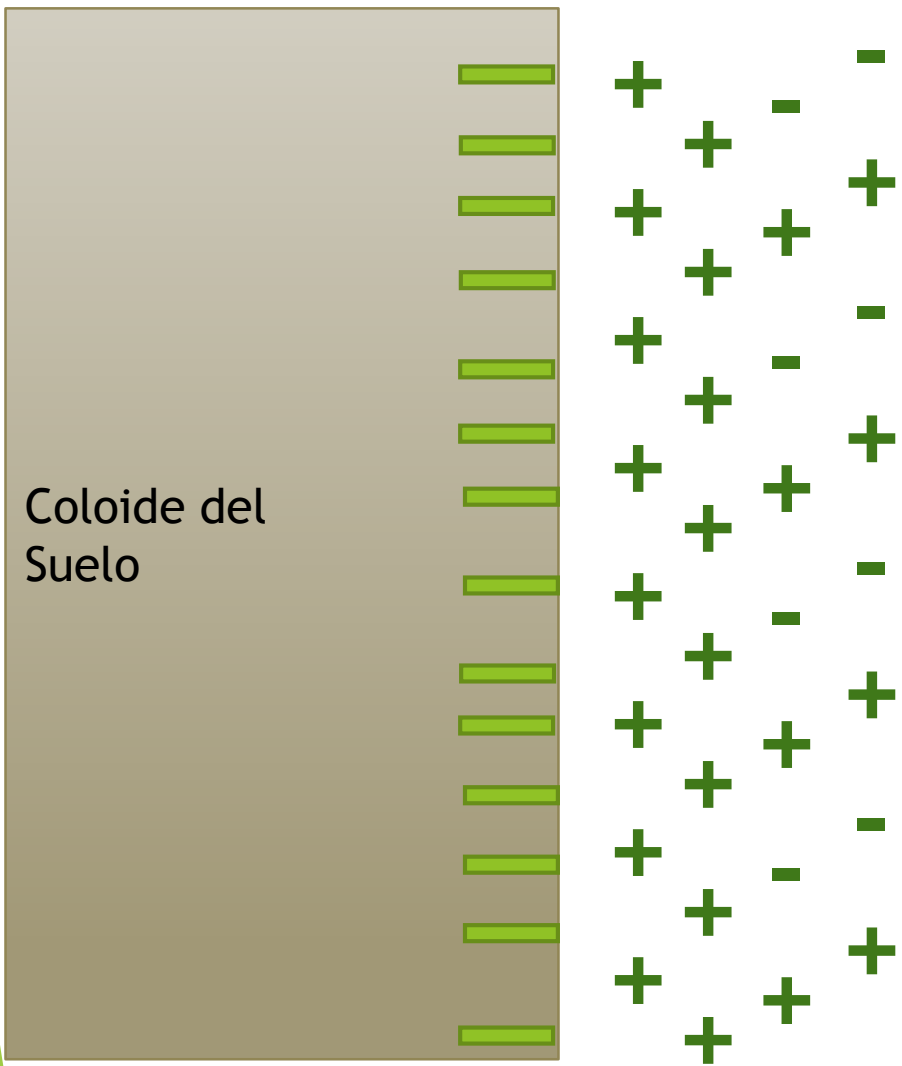
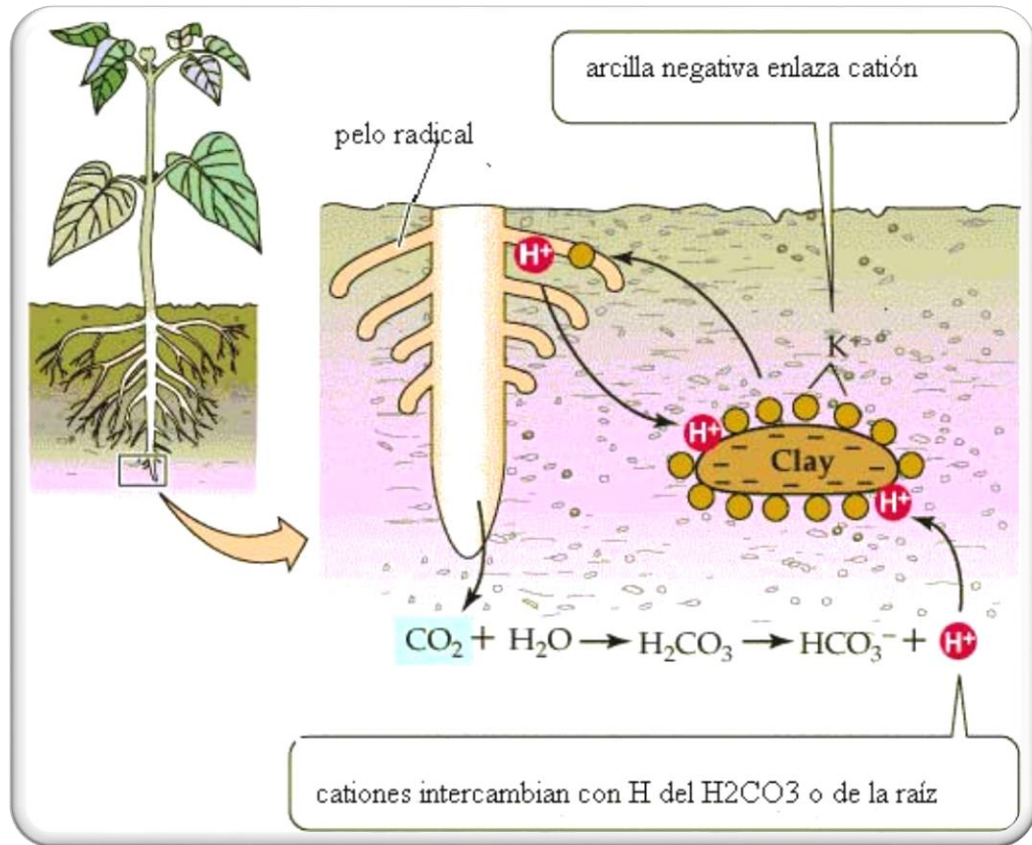


figura 2



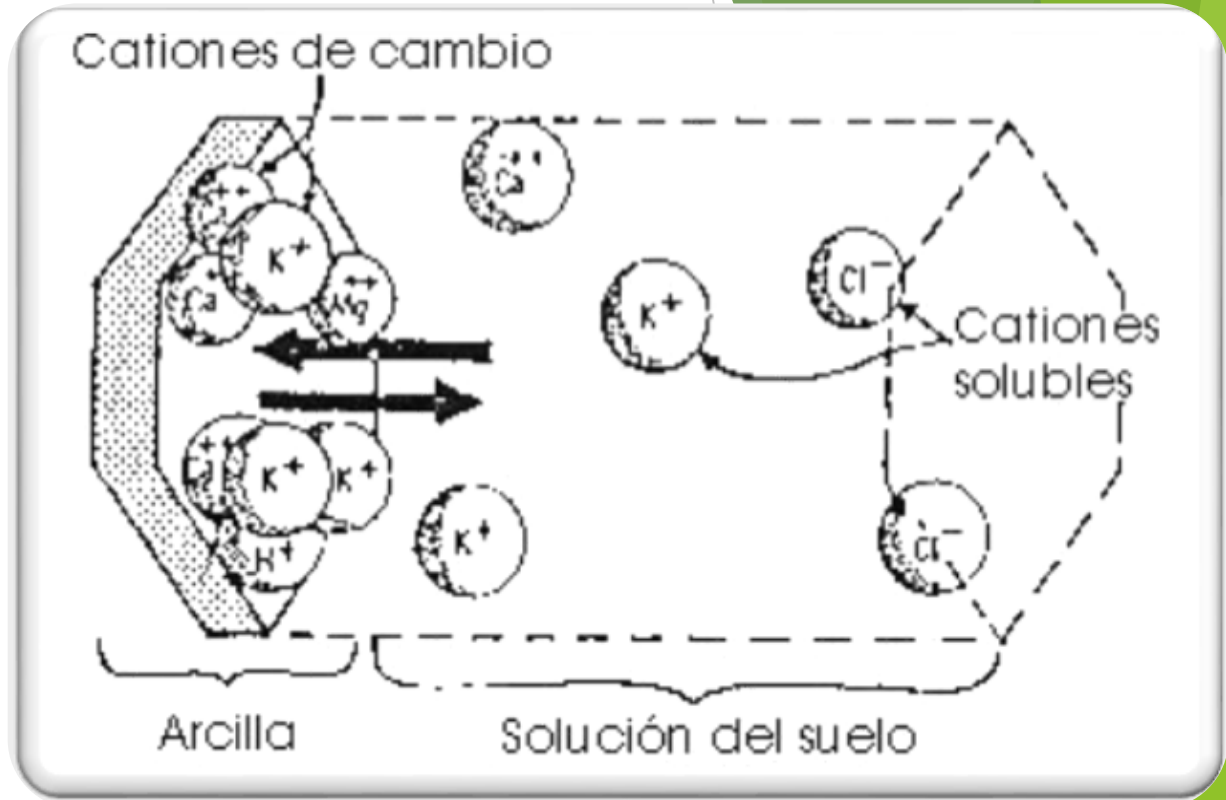
- Las cargas de los coloides generan una distribución desigual de cationes y aniones al rededor de ellos produciendo lo que se conoce como fase de intercambio.

# Fassbender W. H. (1980)

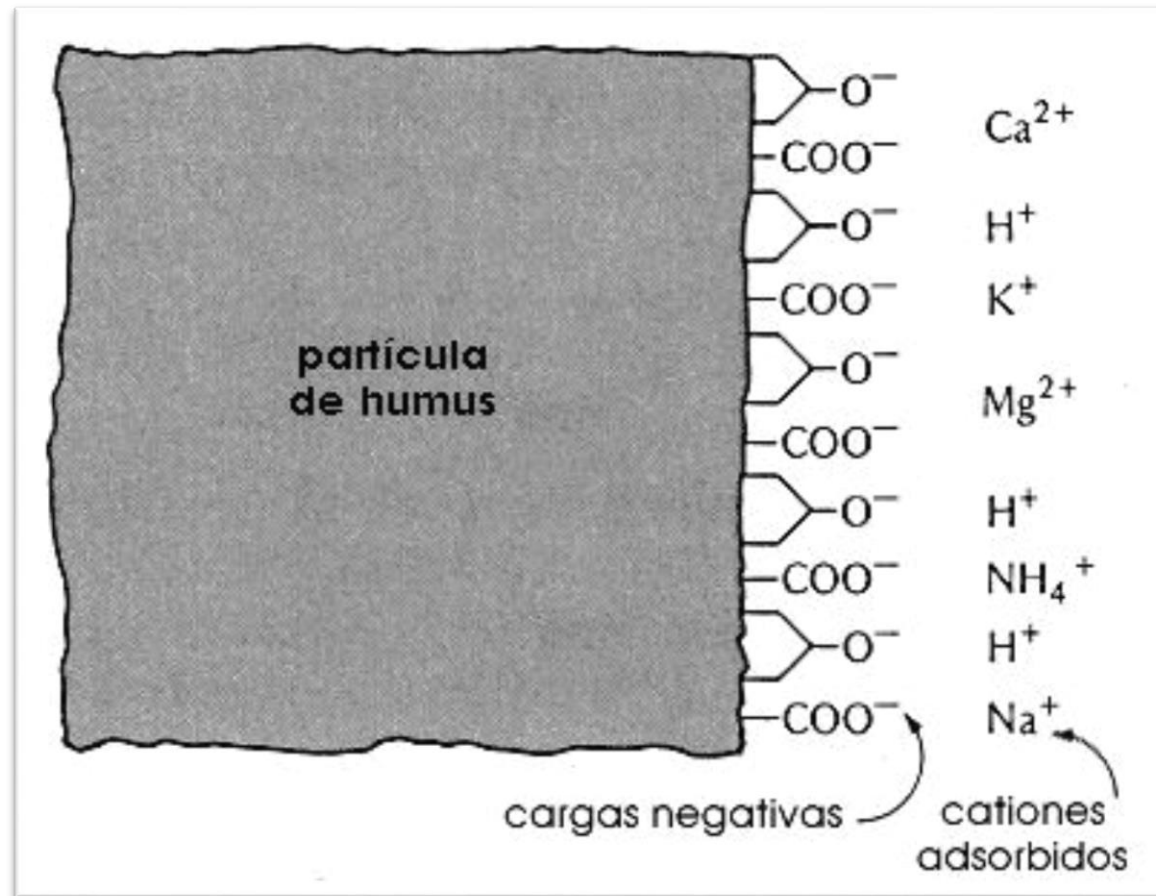


- Se entiende por CIC, los procesos reversibles por los cuales las partículas del sólidas del suelo absorben iones de la fase acuosa, desabsorben al mismo tiempo cantidades equivalentes de otros cationes y establecen un equilibrio entre ambas fases.

Estos fenómenos se deben a las propiedades específicas el complejo coloidal del suelo que tienen cargas electrostáticas y una gran superficie.



Esquemas tomados de:  
<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/05/30/66696>



Intercambiadores: las arcillas y la materia orgánica

# Principio Teórico del Proceso de Intercambio

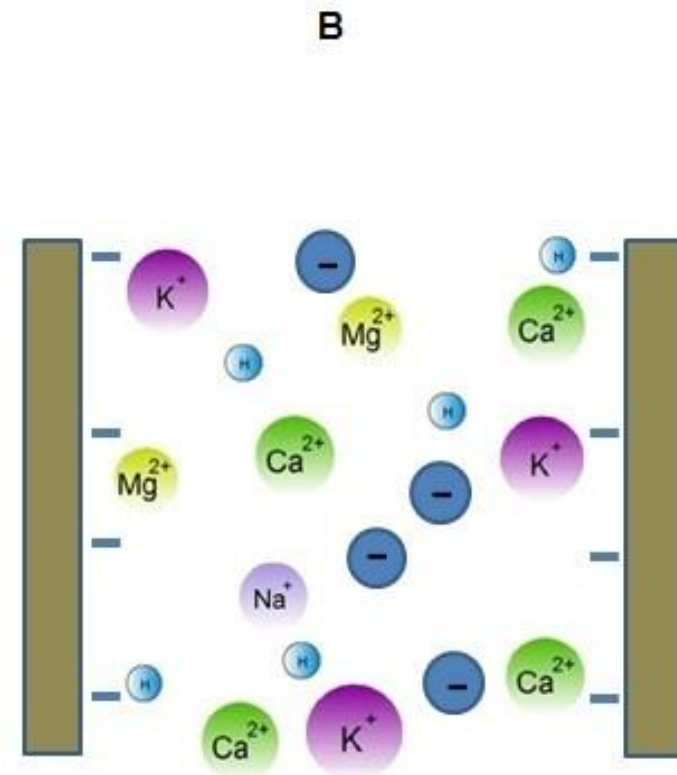
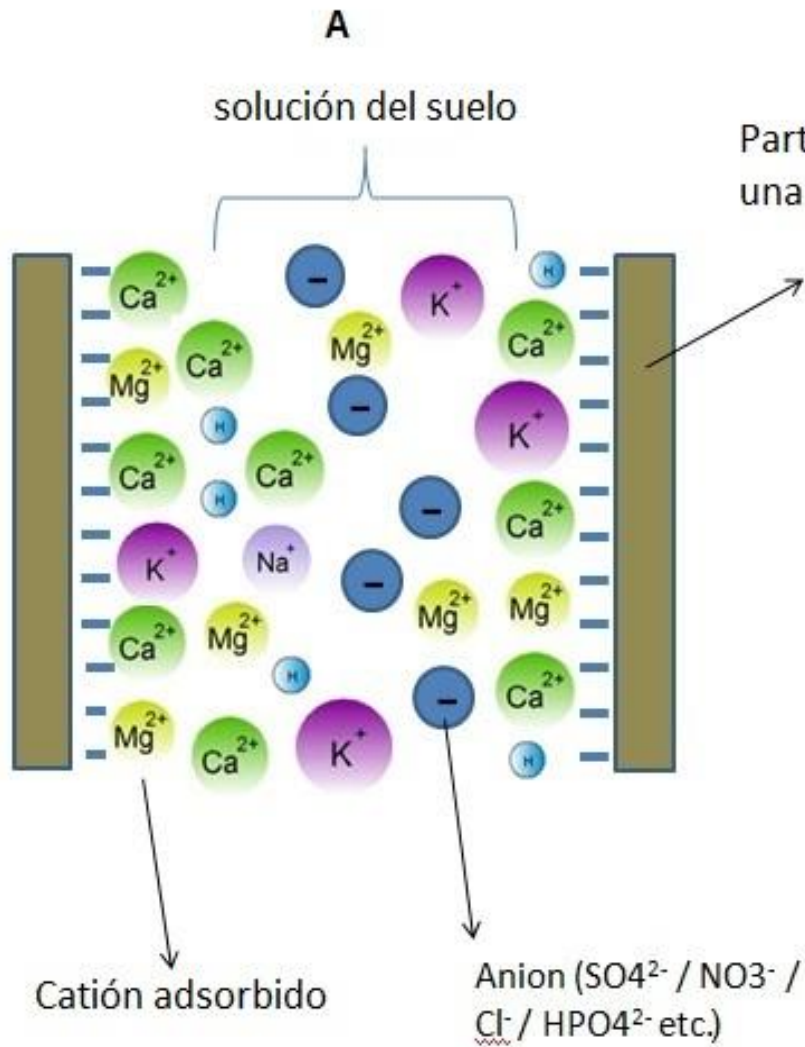
Para que un catión salga de la fase de intercambio es imprescindible que entre otro a sustituirlo satisfaciendo estrictamente las cargas eléctricas del proceso.

Principales Cationes intercambiables en suelo:

$H^+$ ,  $Fe^{+3}$ ,  $Mn^{+2}$ ,  $Al^{+3}$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$  y  $NH_4^+$

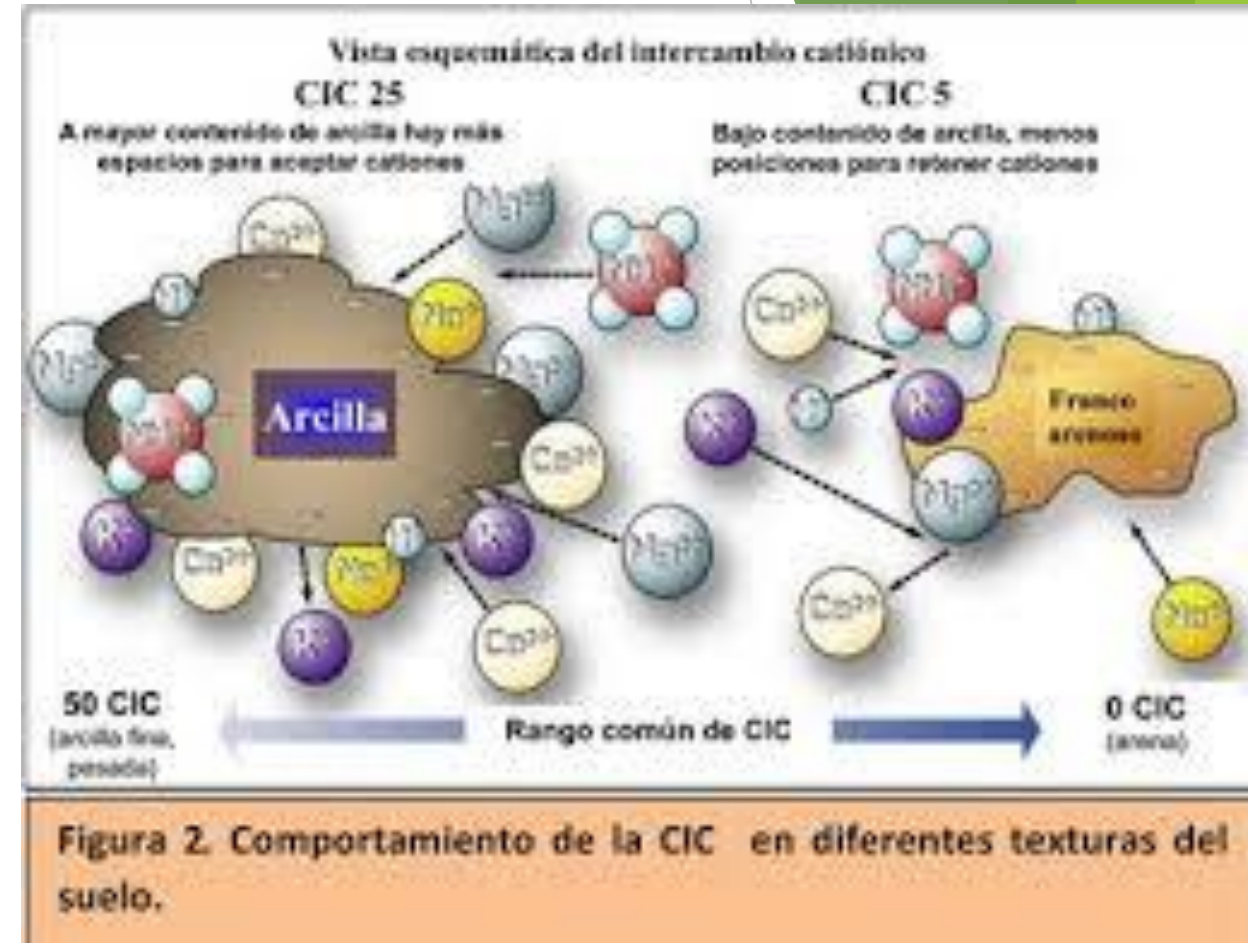
No olvidar que pueden estar otros cationes en muy pequeñas cantidades o de poco interés para fines agrícolas

CIC (A) > CIC (B)



# La capacidad de un suelo para retener cationes depende básicamente de:

- ▶ Tipo de coloides,
- ▶ Tipo y cantidad de cationes,
- ▶ Reacción de la solución del suelo,
- ▶ Cantidad y tipo de material orgánico



Esquema tomado de: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo>

La suma de cationes  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^{+}$  y  $\text{Na}^{+}$ , cambiables se denomina:

## **BASES INTERCAMBIABLES;**

Y su porcentaje dentro de la capacidad total de intercambiable se llama:

**Porcentaje de Saturación de Bases o Valor V.**

**Es decir:  $\text{PSB} \{ (\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+}) / \text{CIC} \} \times 100$**

# Origen de las cargas electrostáticas del complejo de intercambio

- ▶ Según Fassbender W.H. 1980, todos los cationes sorbidos (absorbidos) en la superficie externa de los minerales arcillosos son cambiables, en cambio, los sorbidos en la superficie interna de las arcillas trilaminares son cambiables cuando se expanden por acumulación de agua entre paquetes

# REACCIÓN DEL pH DEL SUELO

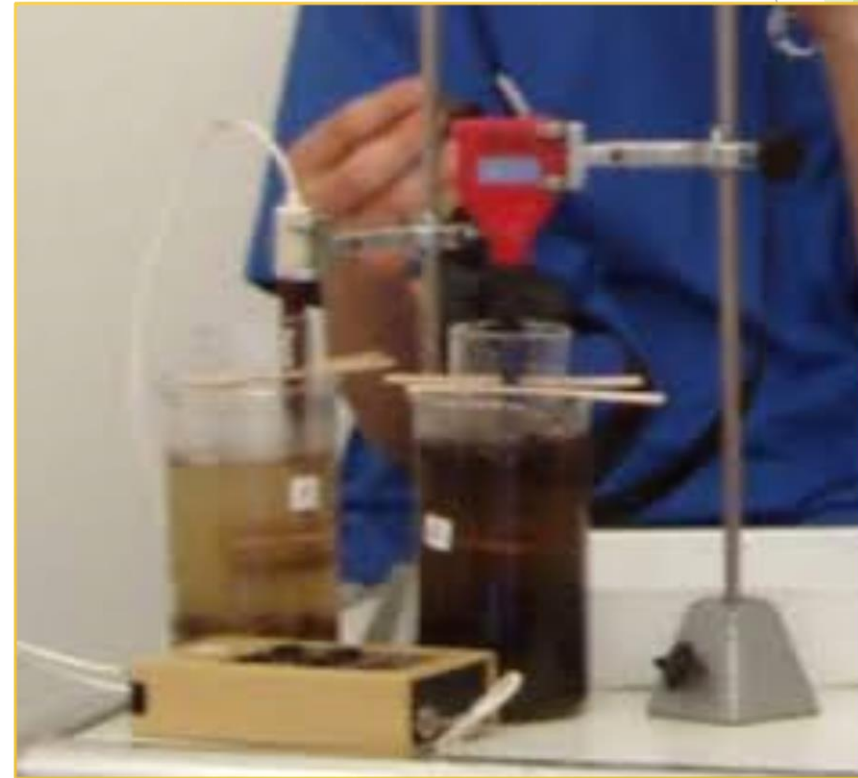
1. Propiedad química del suelo más importante como un medio para el desarrollo vegetal
2. Matemáticamente el pH del suelo significa potencial hidrógeno debido a que en el suelo el  $H^+$  ionizado en pequeñas cantidades y resultaría complejo expresarlo en sistema decimal.
3. La importancia agrícola radica en conocer la disponibilidad de los nutrimentos y limitantes en la nutrición vegetal.

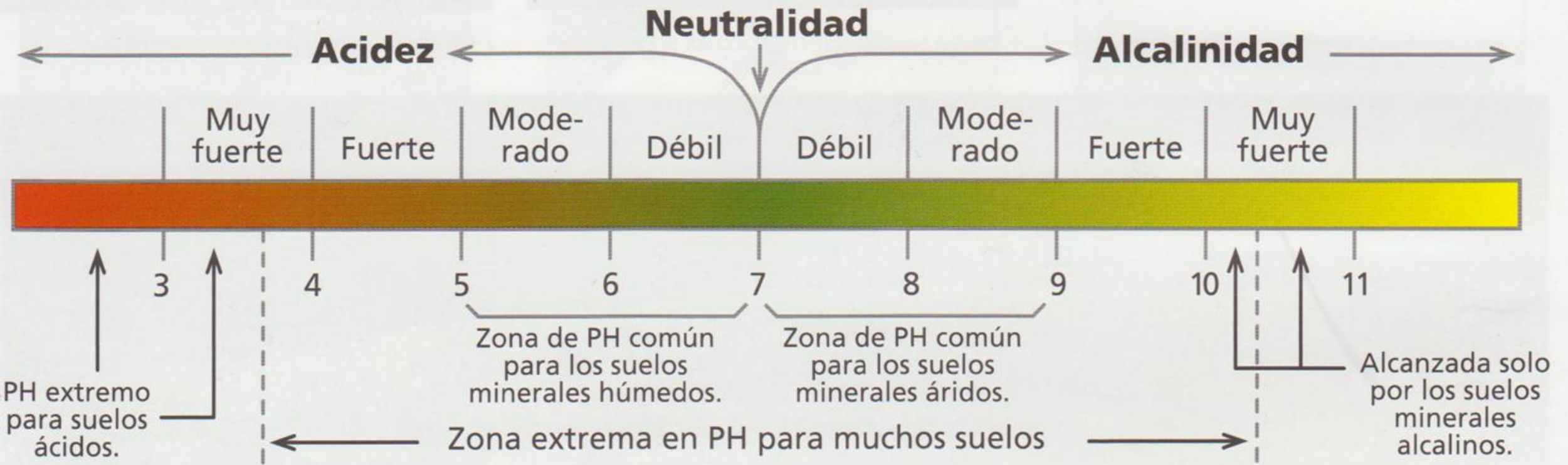
$pH$  se define mediante la ecuación siguiente:

$$pH = \frac{\log 1}{aH^+} = -\log 10 aH^+$$

Se define como: el logaritmo negativo de la actividad de los iones H en solución

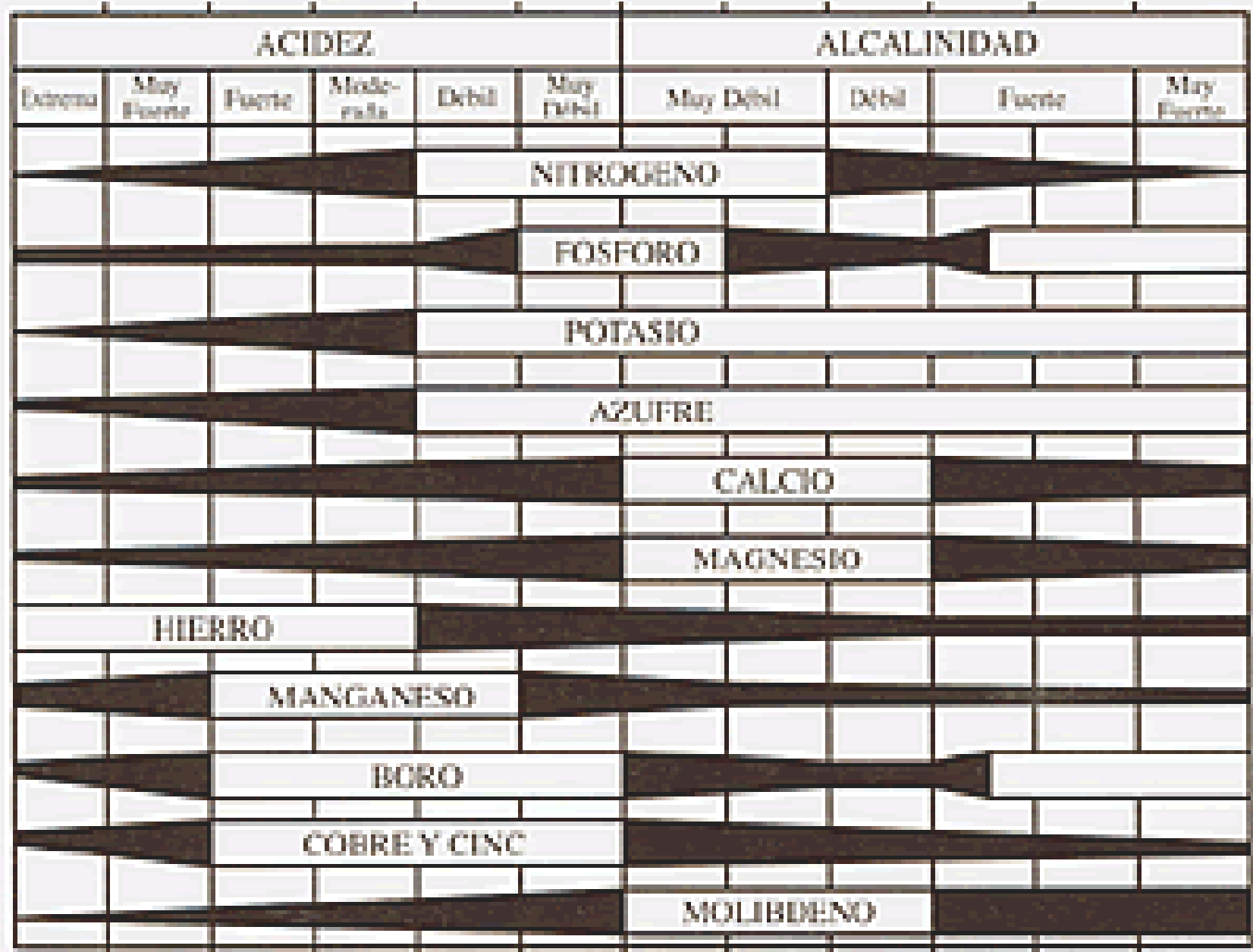
Su actividad está relacionada en cuanto a su concentración





La escala de pH es logarítmica, por lo tanto el valor de 6 es 10 veces más ácido que el valor superior de 7.

pH 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10 pH



pH 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10 pH

Determinación de  
pH

Colorimétricos

Uso de colorantes orgánicos de tipo ácido o básico que cambian de color con la actividad

Electrométrico

Se mide el potencial de un electrodo sensitivo a los iones H (electrodo de vidrio) presentes en una solución problema usando como referencia un AgCl

# Conductividad eléctrica

- ▶ Se mide con un conductímetro
- ▶ Se registra la presencia de sólidos disueltos
- ▶ A mayor contenido de sólidos totales más alto es el valor
- ▶ y se expresa en:
  - ▶  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ,  $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ,  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ,  $\mu\text{mhos}\cdot\text{cm}^{-1}$ , o  $\text{mmhos}\cdot\text{cm}^{-1}$ ,

De aquí se puede derivar el contenido de sólidos totales disueltos STD en (ppm), Contenido de sales en me L y P.O en atm.

►  $STD \text{ (ppm)} = 0.64CE \times 10^6$

$100 < CE \times 10^6 < 5000$

►  $Sales \text{ meq L}^{-1} = 10 CE \times 10^3$

Cuyo rango de validez es :  $0.1 < CE \times 10^3 < 5$

►  $P.O \text{ } 0.36(CE \times 10^3)$

Cuyo rango de validez es :  $3 < CE \times 10^3 < 30$

# BIBLIOGRAFÍA

- ▶ Fitzpatrick, E.A. 2011. Introducción a la ciencia de los suelos. Editorial Trillas. México, D.F. 288 p.
- ▶ Graetz, H.A. 2008. Suelos y fertilización. Editorial Trillas. México, D.F. 103 p.
- ▶ Ortiz V, B. y Ortiz S, C. A. 1980. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 331 p.
- ▶ Consultado en:
- ▶ <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo>
- ▶ <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/05/30/66696>