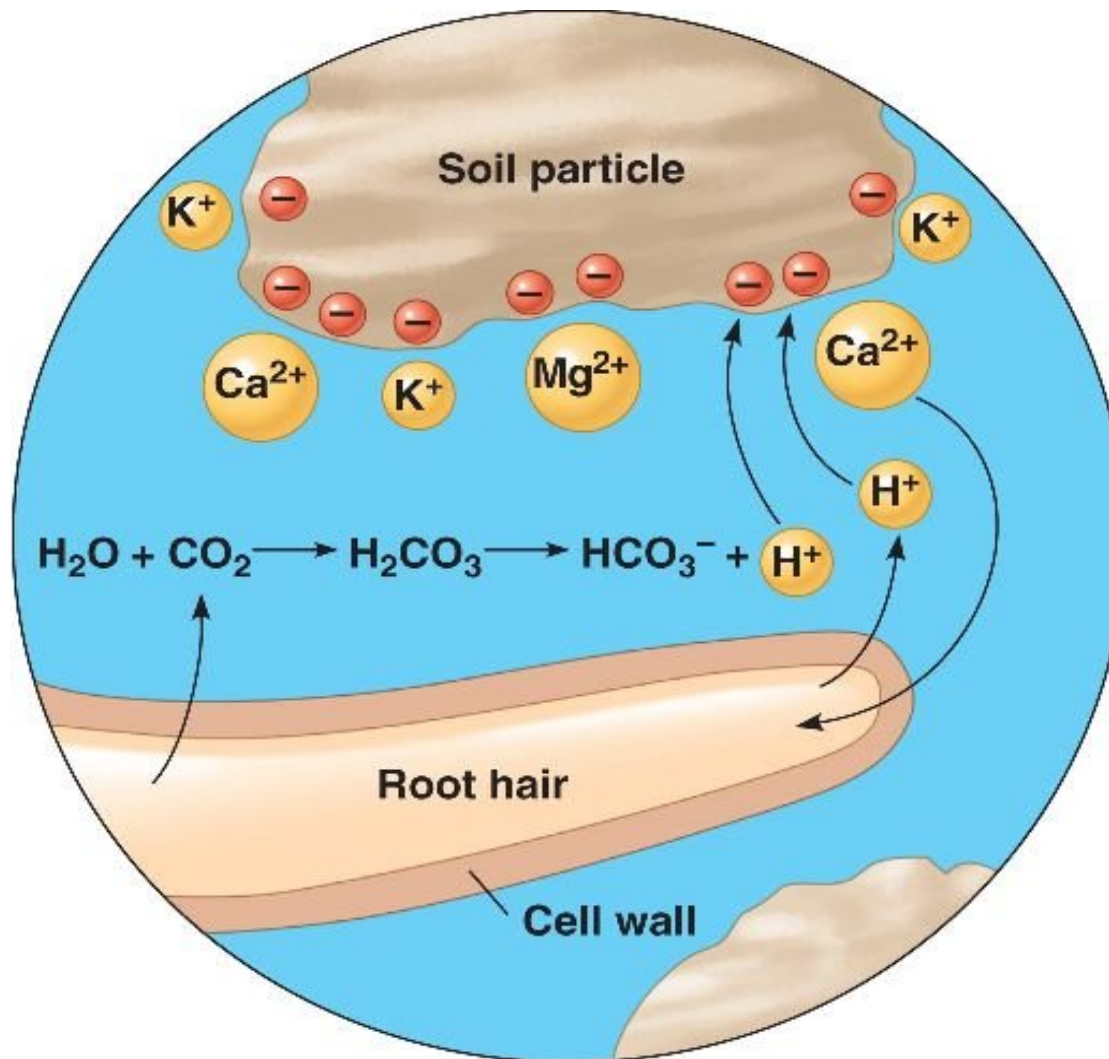
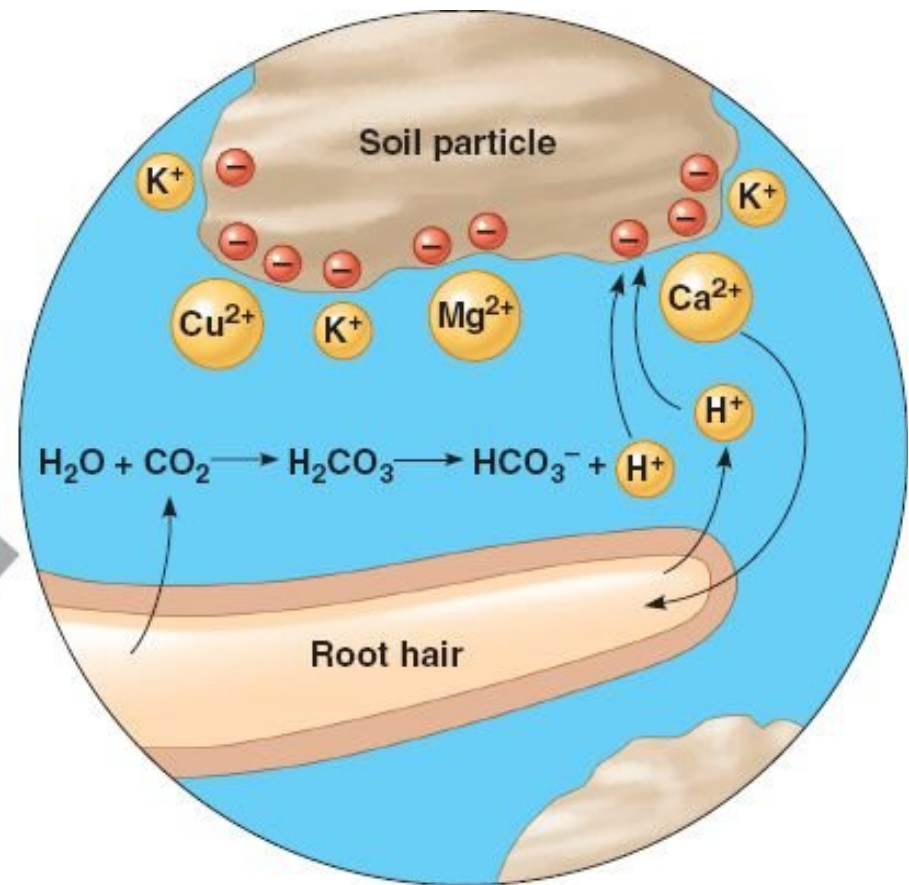
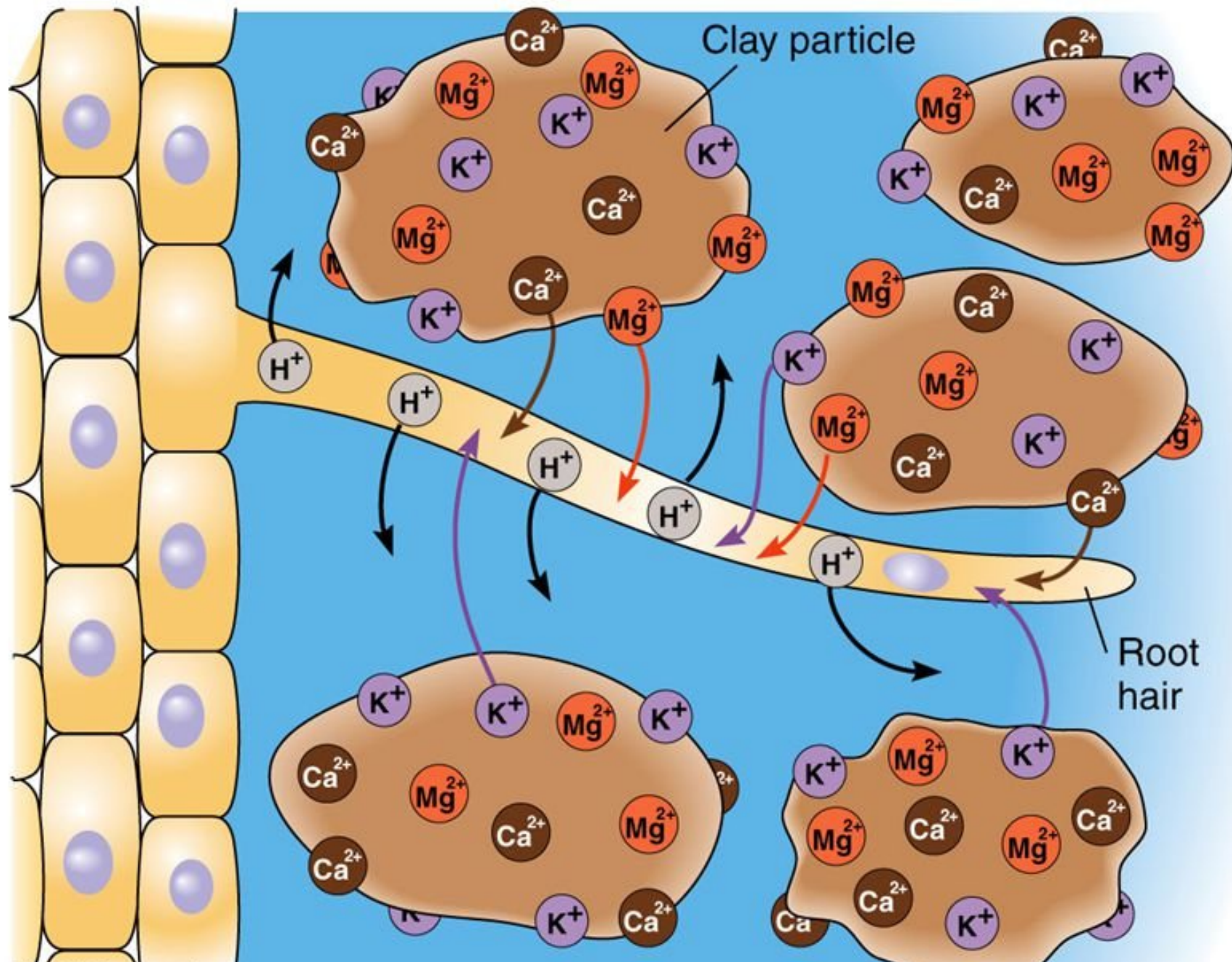


El intercambio iónico en el suelo

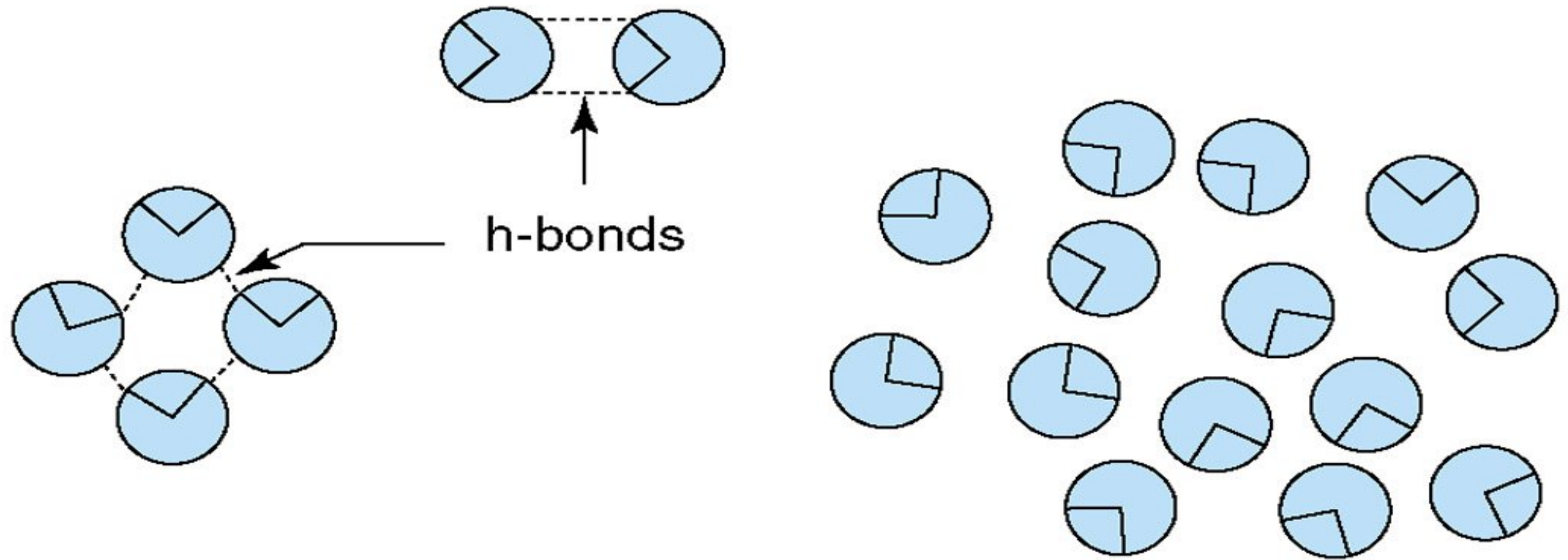




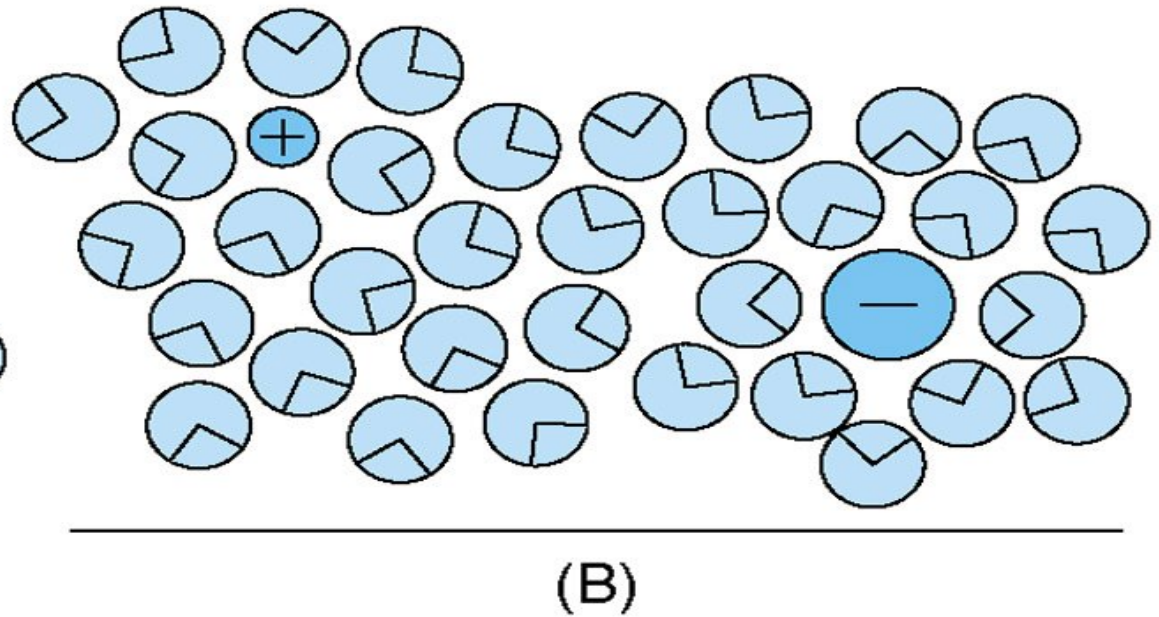
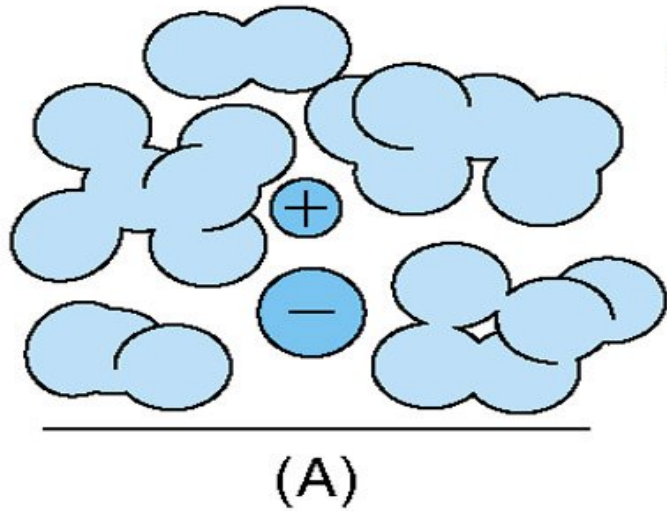
Cation exchange



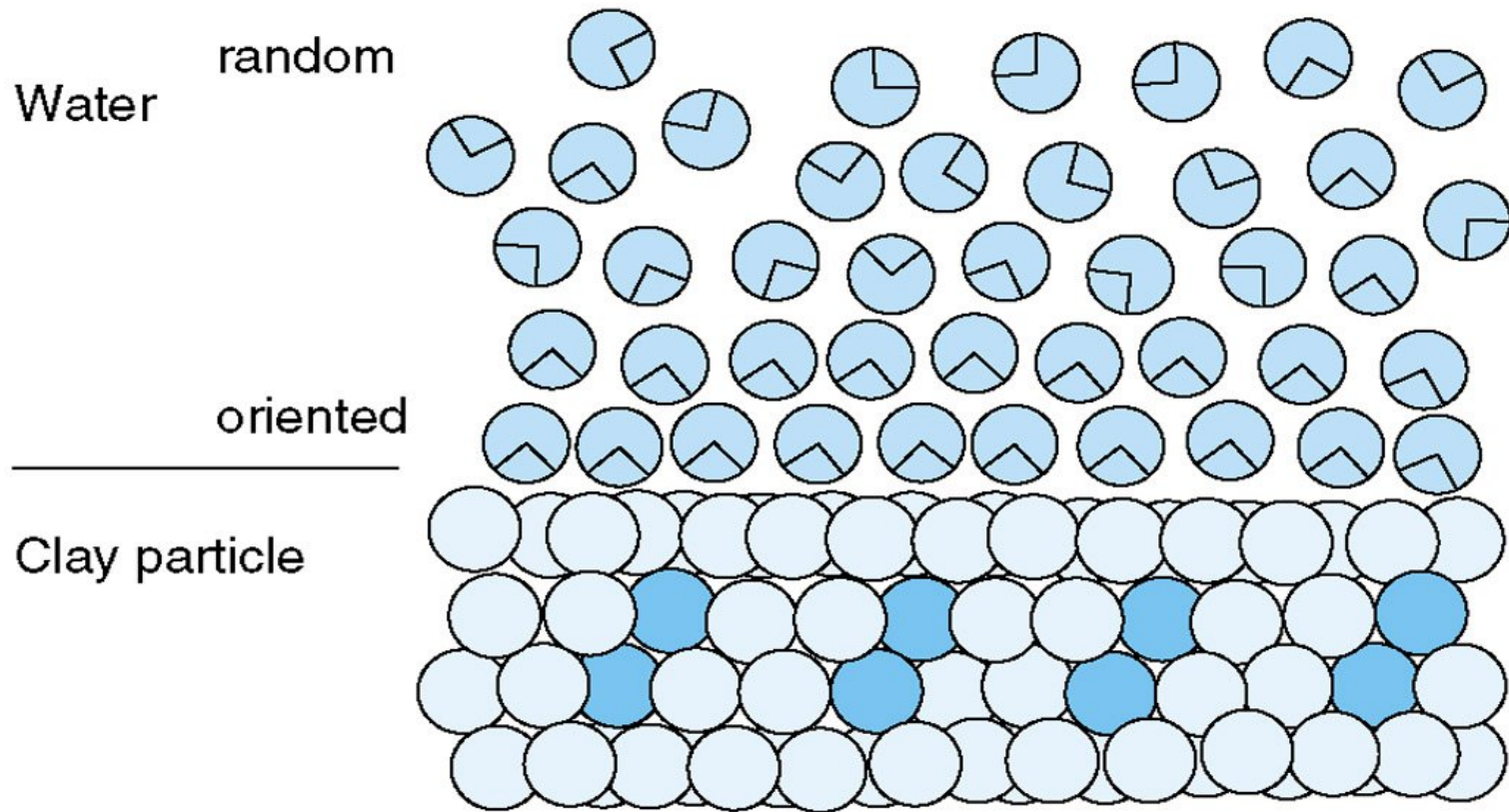
El agua es un dipolo. La electronegatividad del H y O permiten la formación de puentes de hidrógeno. Así las moléculas de agua forman agregados.



Hidratación de los iones. (A) Iones en un solvente no polar están libres y forman un sólido. (B) Iones en agua (solvente polar) se hidratan orientando las moléculas de agua en capas o películas de hidratación. Las sustancias iónicas son más solubles en solventes polares que en solventes no polares.



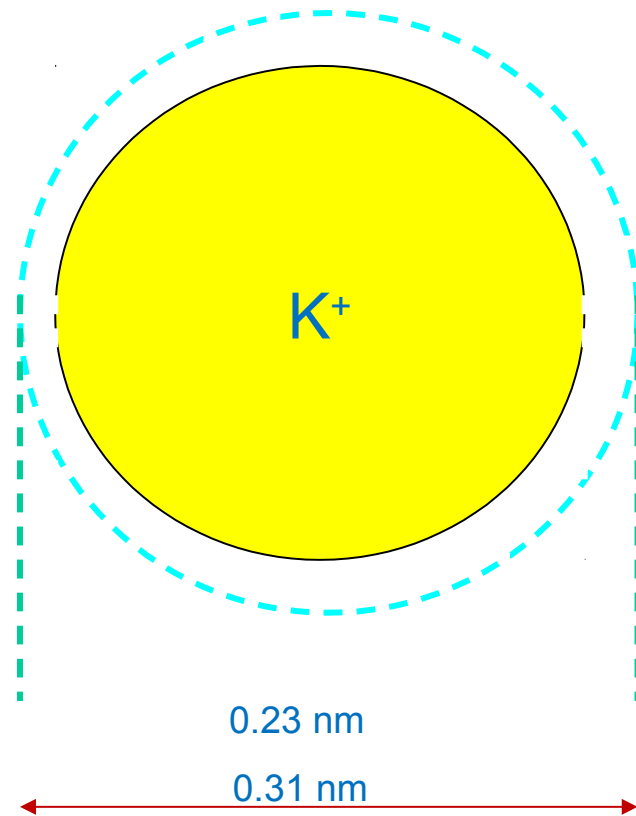
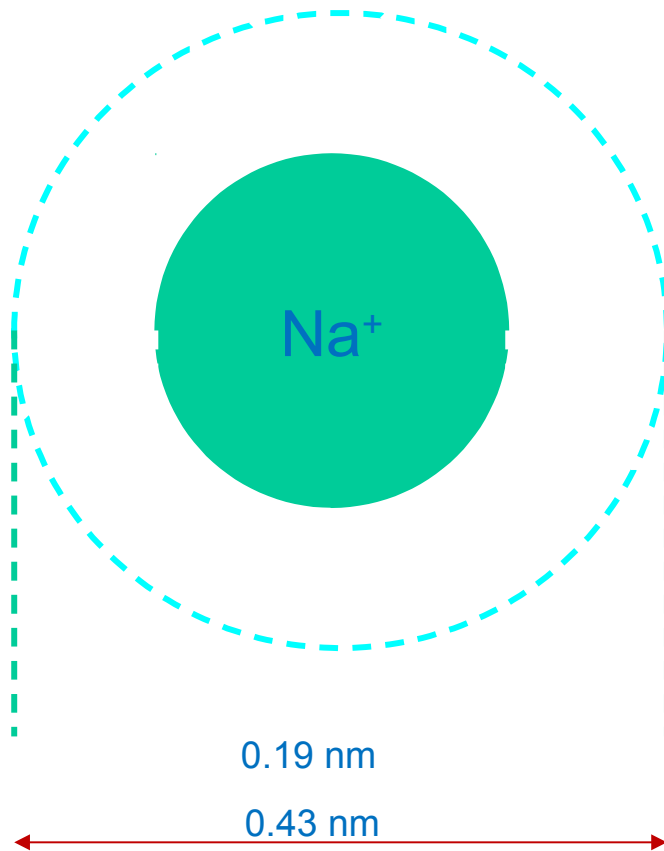
Water molecules near a clay surface. Note that the molecules nearest the surface are oriented with their more positive side toward the negatively charged clay. Those in the bulk solution are randomly oriented.



Densidad de carga superficial

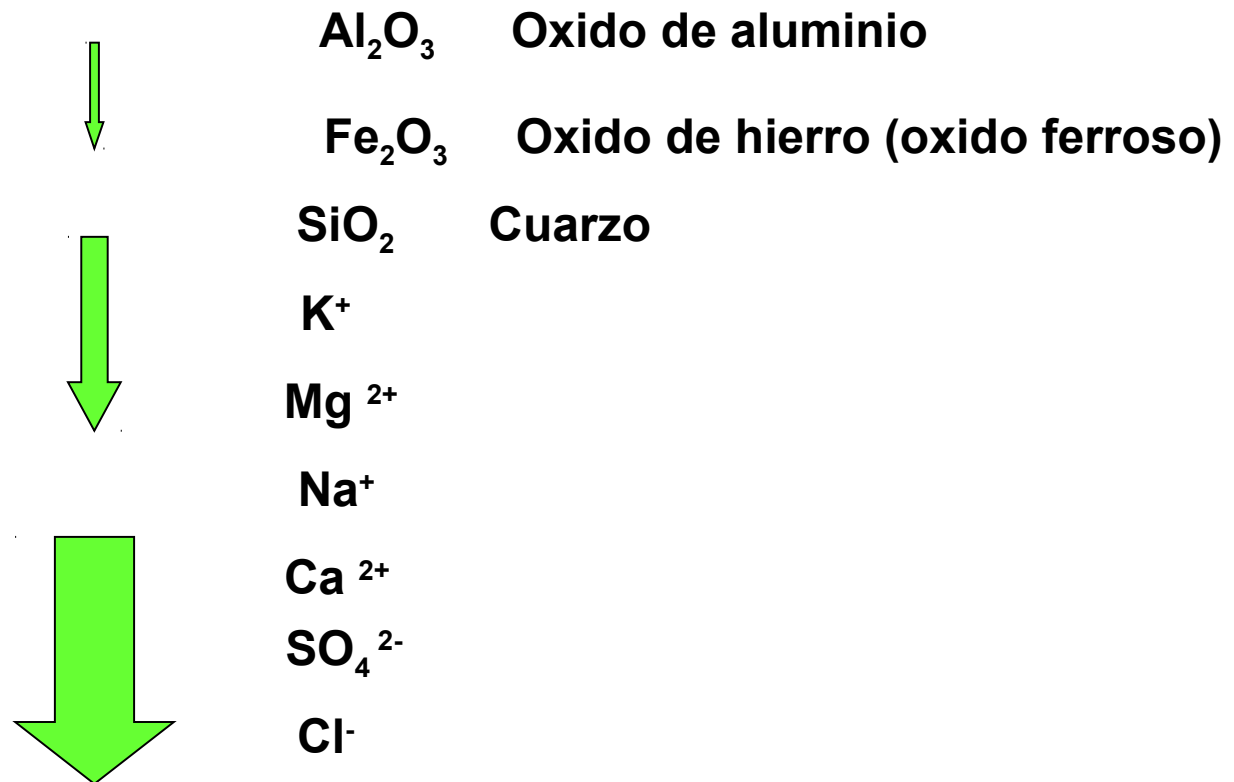
$$\frac{\text{carga}}{\text{superficie}}$$

Capa de hidratación menor
en K que en Na

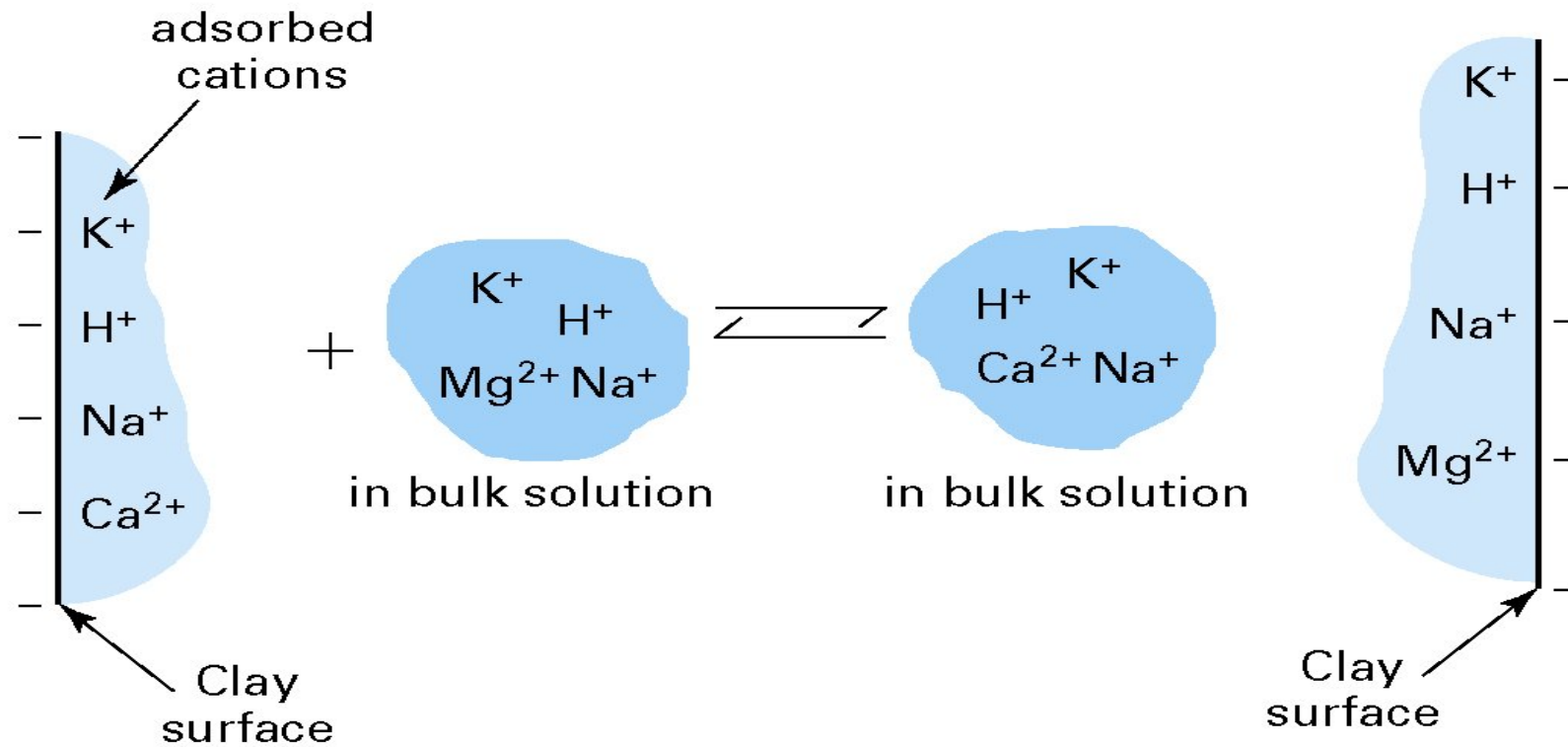


Los elementos más fácilmente lixiviables son las sales (carbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, bicarbonatos).

Velocidad relativa o facilidad de remoción por lixiviación



Cation exchange occurs when a loosely held cation in soil solution very near a charged surface changes places with a cation from the bulk soil solution. Here a Mg^{2+} in the bulk solution is exchanged with a Ca^{2+} at the clay surface. The reaction is reversible.



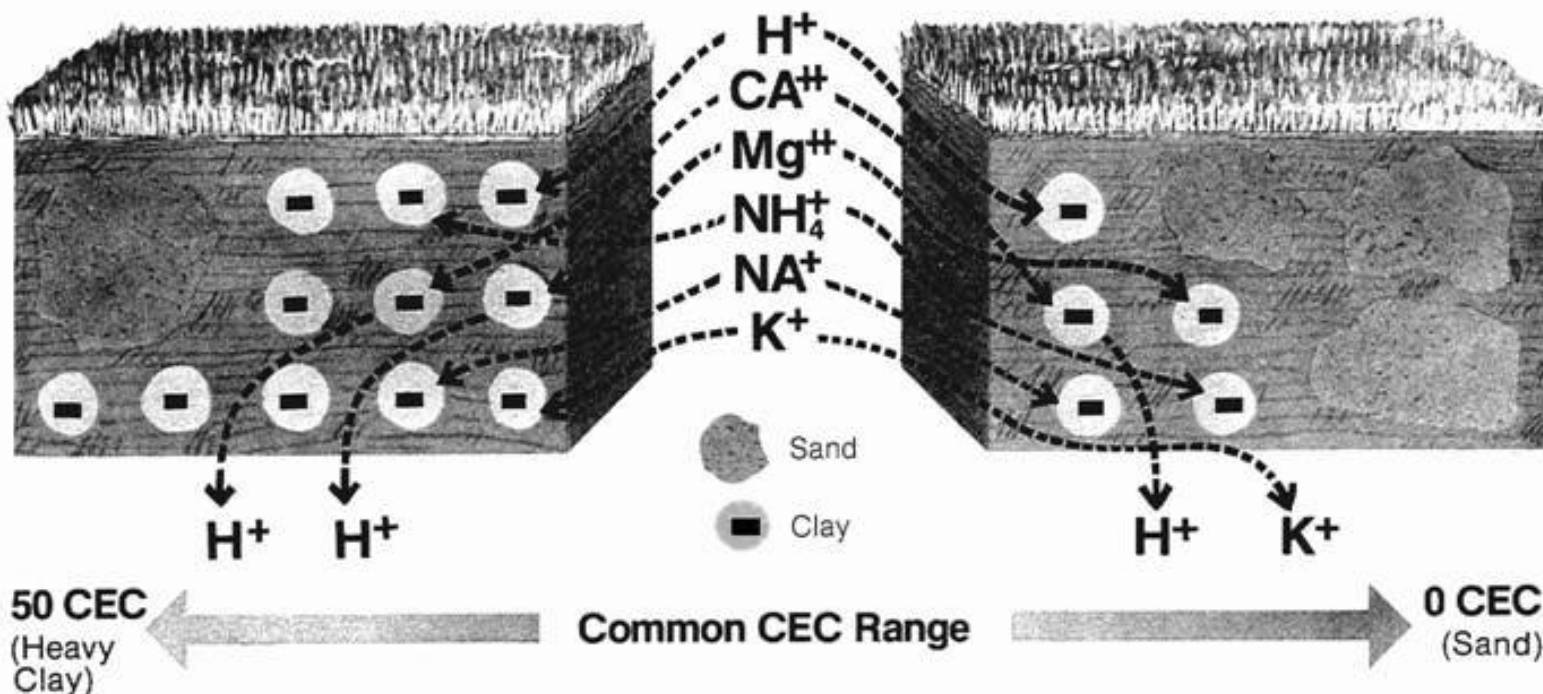
A SCHEMATIC LOOK AT CATION EXCHANGE

CEC 25

MORE CLAY, MORE POSITIONS
TO HOLD CATIONS

CEC 5

LOW CLAY CONTENT,
FEWER POSITIONS TO HOLD CATIONS



SOME PRACTICAL APPLICATIONS

Soils with CEC 11-50 Range	Soils with CEC 1-10 Range
• High clay content • More lime required to correct a given pH • Greater capacity to hold nutrients in a given soil depth • Physical ramifications of a soil with a high clay content • High water-holding capacity	• High sand content • Nitrogen and potassium leaching more likely • Less lime required to correct a given pH • Physical ramifications of a soil with a high sand content • Low water-holding capacity

The charge on some humus particles and on nonsilicate clays is often determined by the pH of the soil solution. On the left side of these equations is the protonated species, and on the right is the deprotonated species. Deprotonation results in a net negative charge. Protonation adds an extra H^+ to the particle, reducing the negative charge or creating a net positive charge.

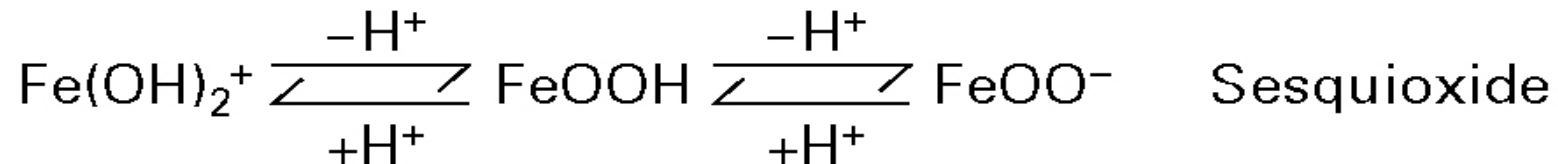
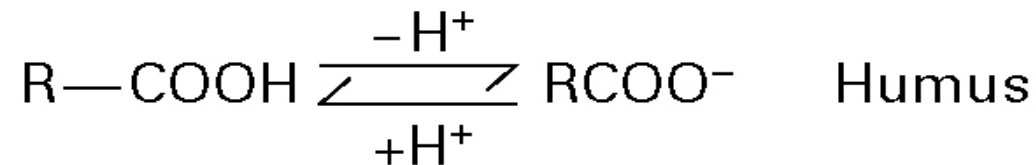
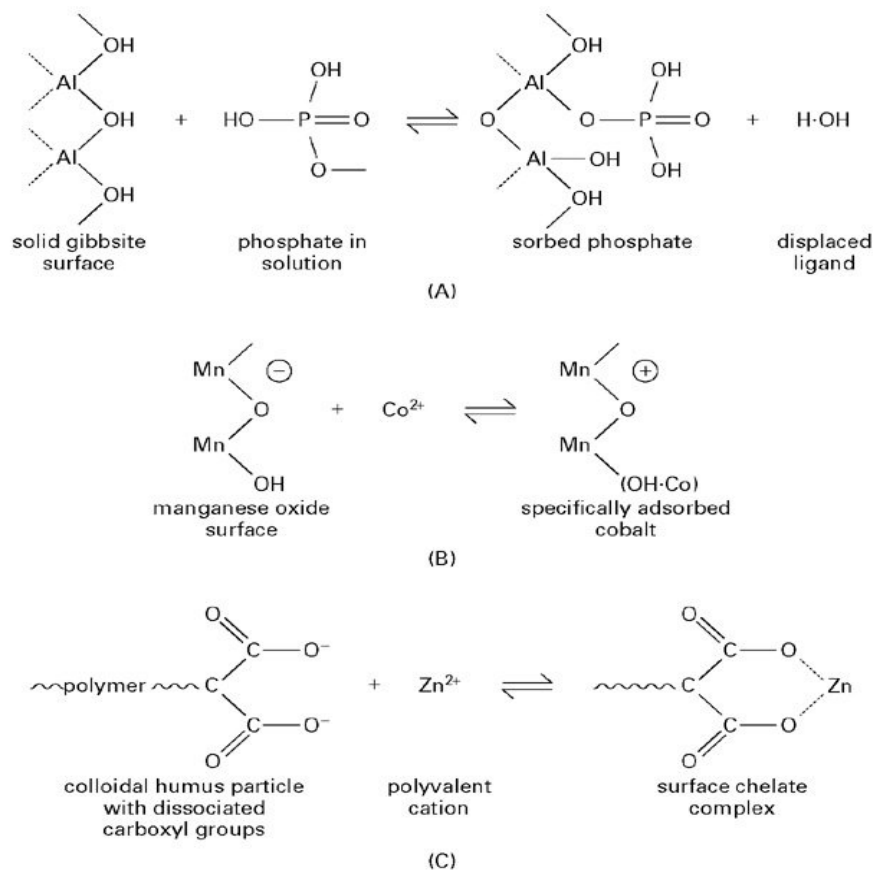
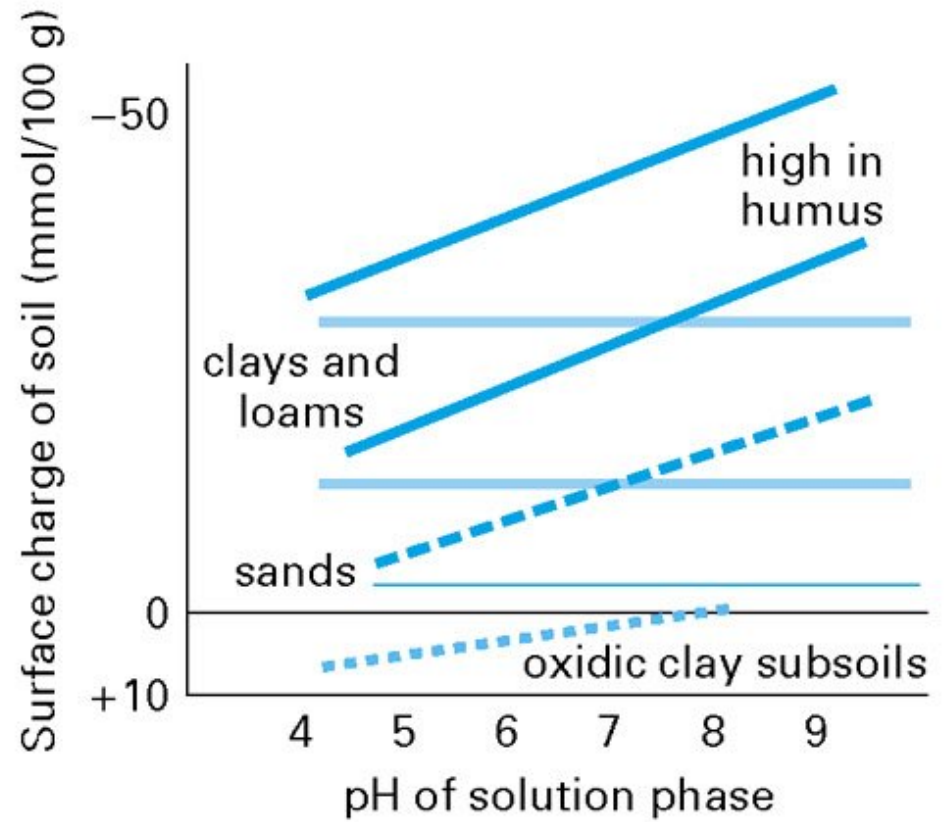
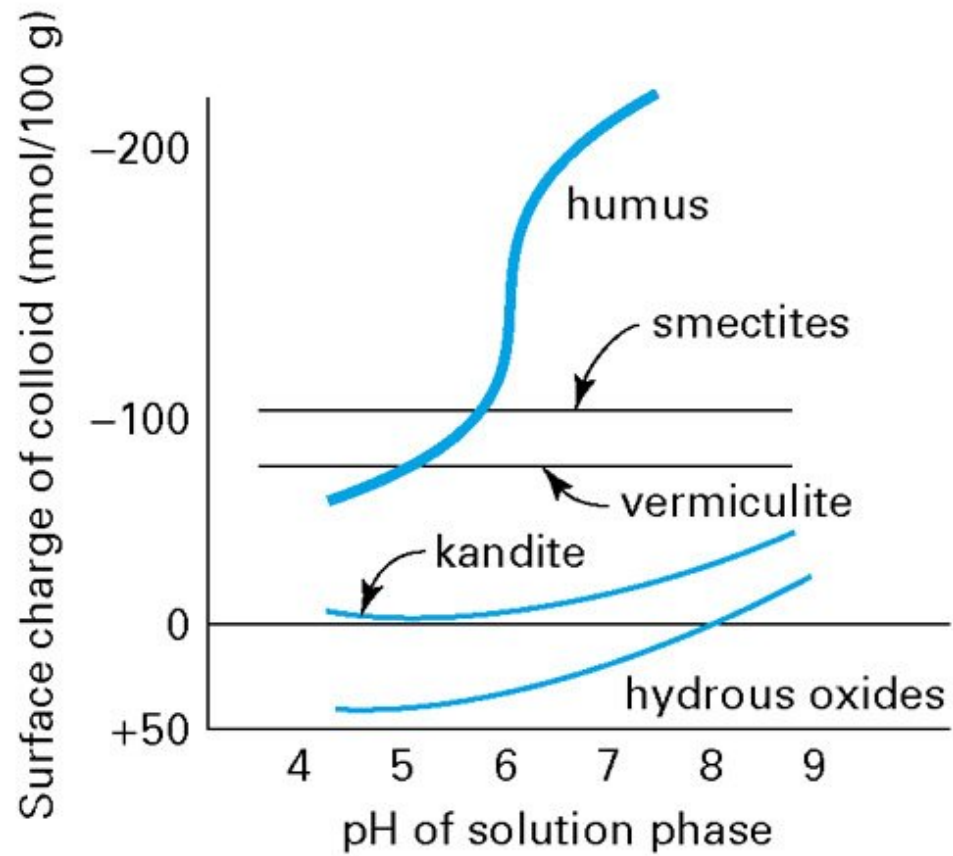


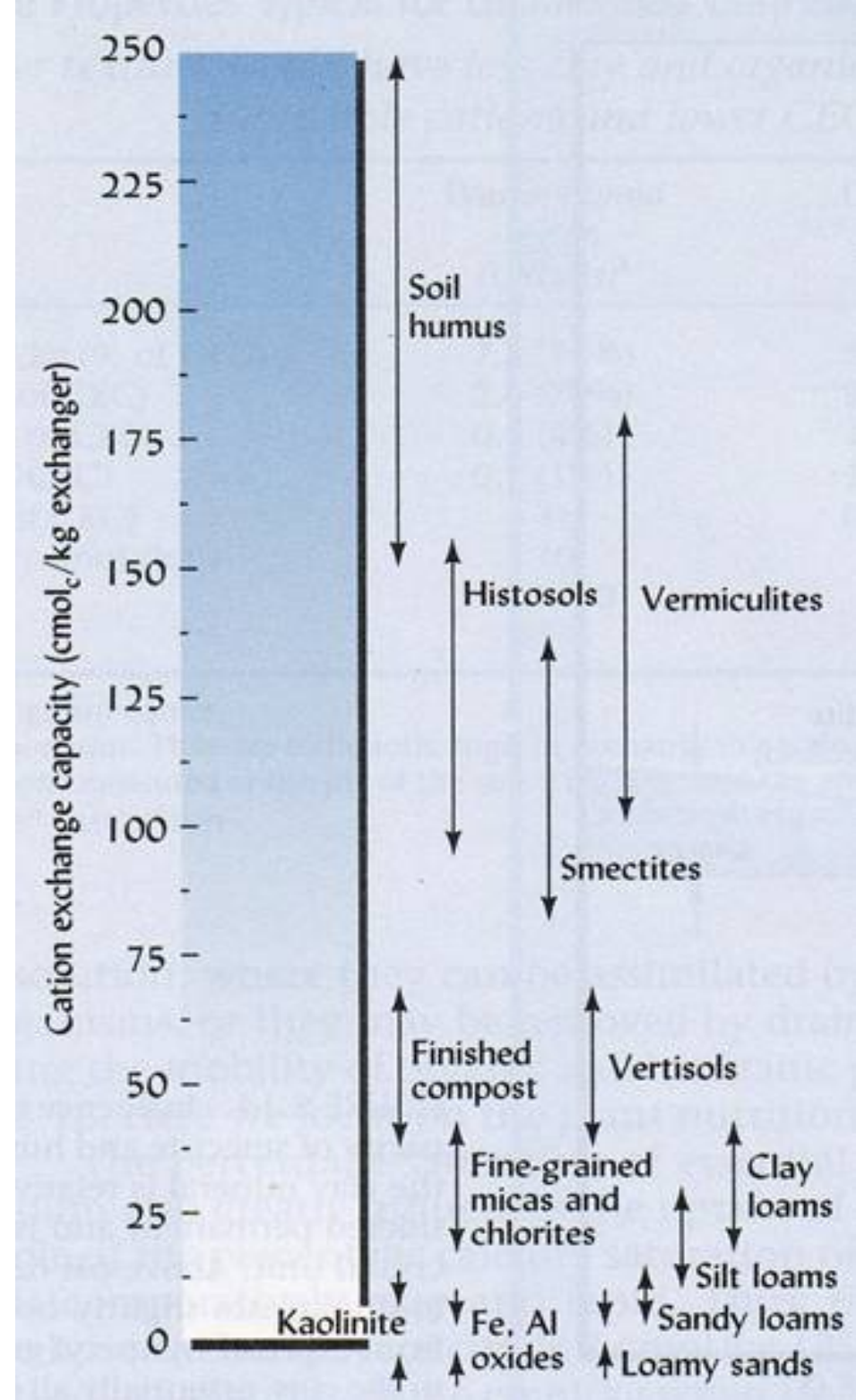
Figure 3–16 Some representative specific adsorption reactions. (A) Adsorption of phosphate on aluminum hydroxide (ligand exchange). (B) Adsorption of cobalt on manganese oxide. (C) Adsorption of zinc on humus (surface chelation).





Surface Charge/Exchange Capacities of Colloids and Soils

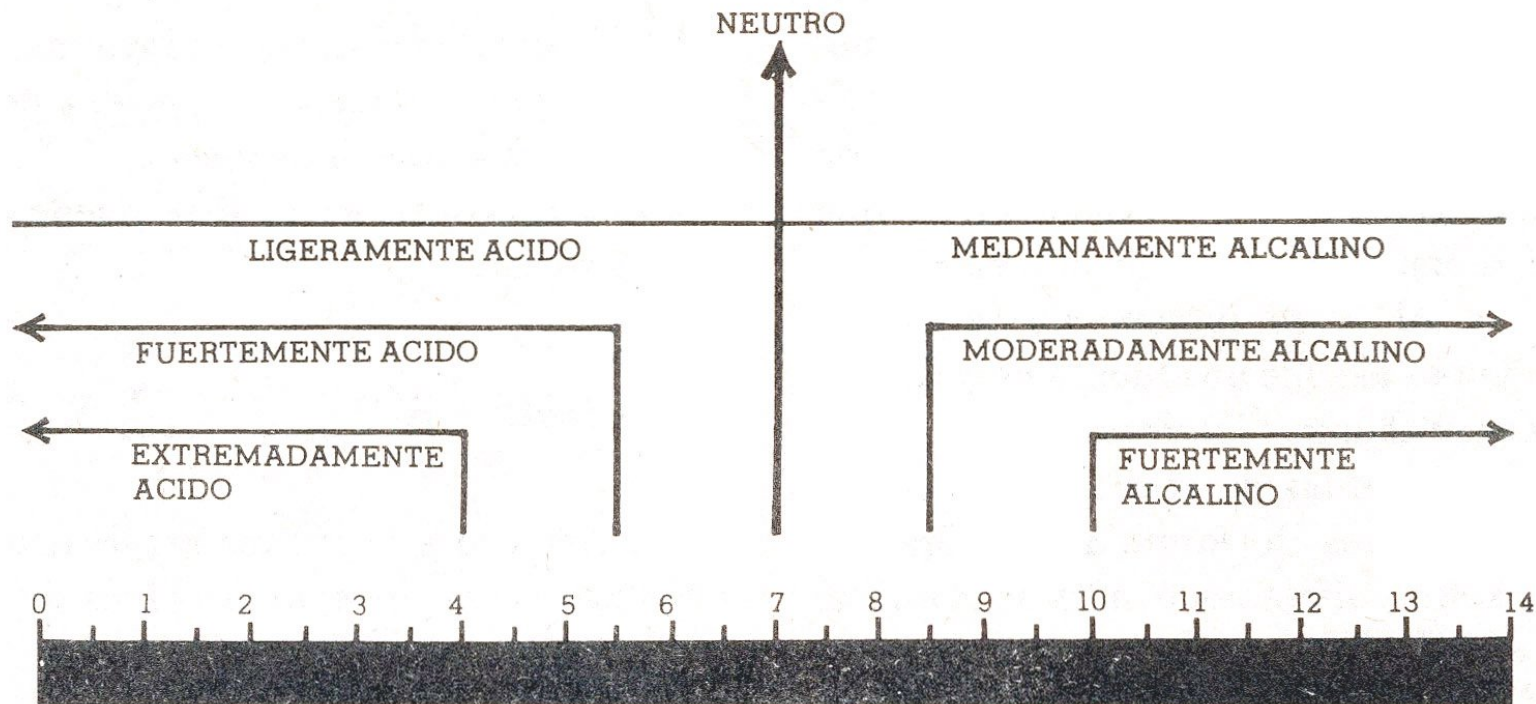
Valores generales de CIC



La Acidez del suelo y sus efectos ecológicos

La acidez del suelo

$$\text{pH} = \log 1/[\text{H}^+]$$



Ambito de variación e interpretación en la escala de pH respecto a la solución del suelo. (oscila generalmente

entre 4 y 10).

En forma general, la acidez predomina en suelos de zonas de alta precipitación, en que las bases de cambio se han lixiviado. Al ocurrir esto, las arcillas se saturan con iones H^+ y Al^{3+} .

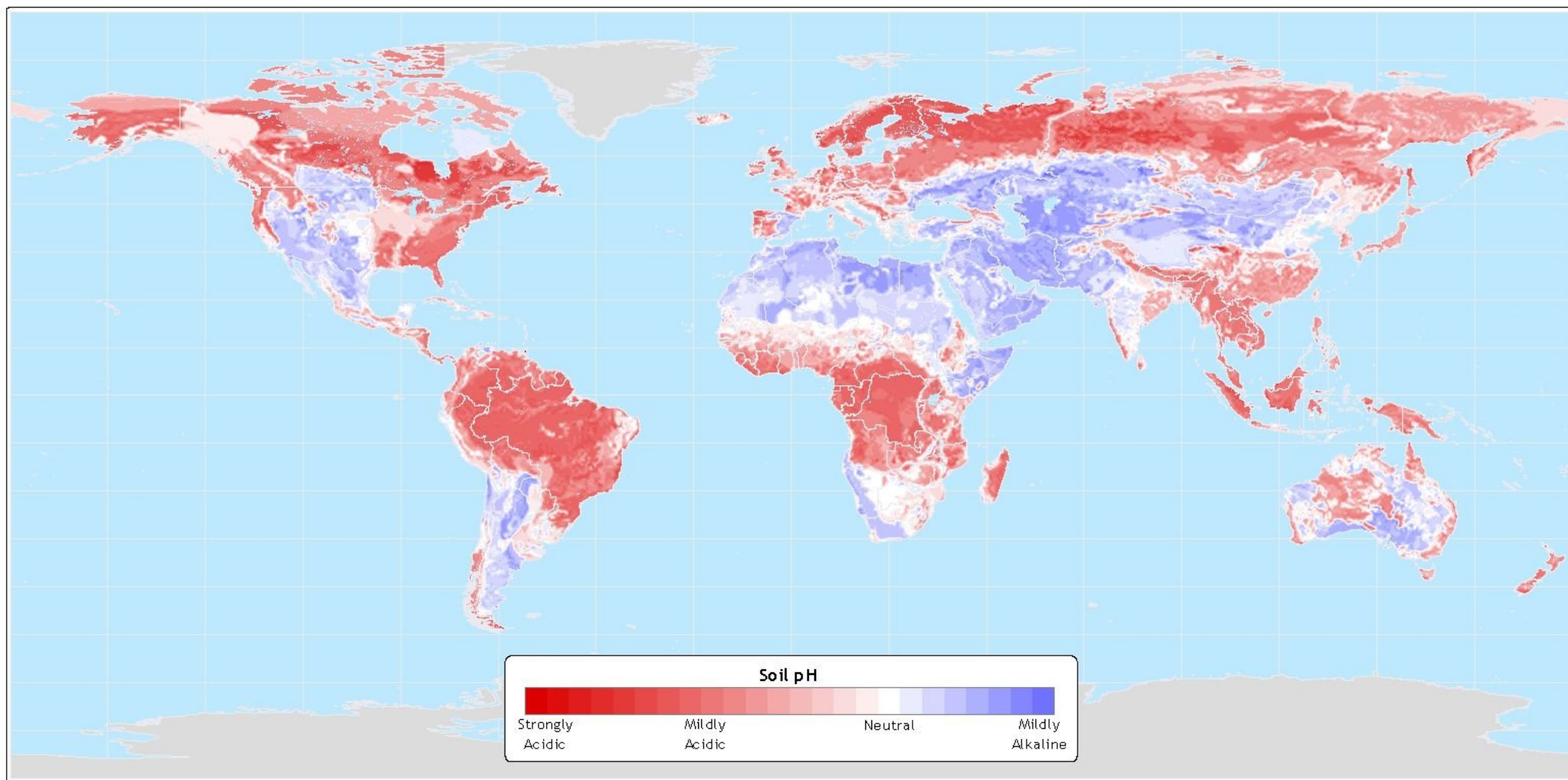
La alcalinidad predomina cuando la saturación de bases es muy alta. Generalmente hay presencia de sales carbonatadas de Ca, Mg, Na.

Nota: El porcentaje de saturación de bases (%SB) se define como la proporción de la CIC que está ocupada por los cationes no ácidos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} y K^{+}).

Causas de la acidez:

- Clima (lixiviación de bases)
- Material parental y edad del suelo
- Producción de CO_2 por la actividad de los microorganismos del suelo y raíces de las plantas
- Producción de H^+ por las raíces de las plantas y posterior intercambio por bases adsorbidas a los coloides o en solución.
- Humificación de la materia orgánica
- Procesos de oxidación
 - $\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NO}_2^- \longrightarrow \text{NO}_3^-$
 - $\text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{SO}_2^- \longrightarrow \text{SO}_4^{2-}$
- Fertilización con productos acidificantes (ejemplo Urea)

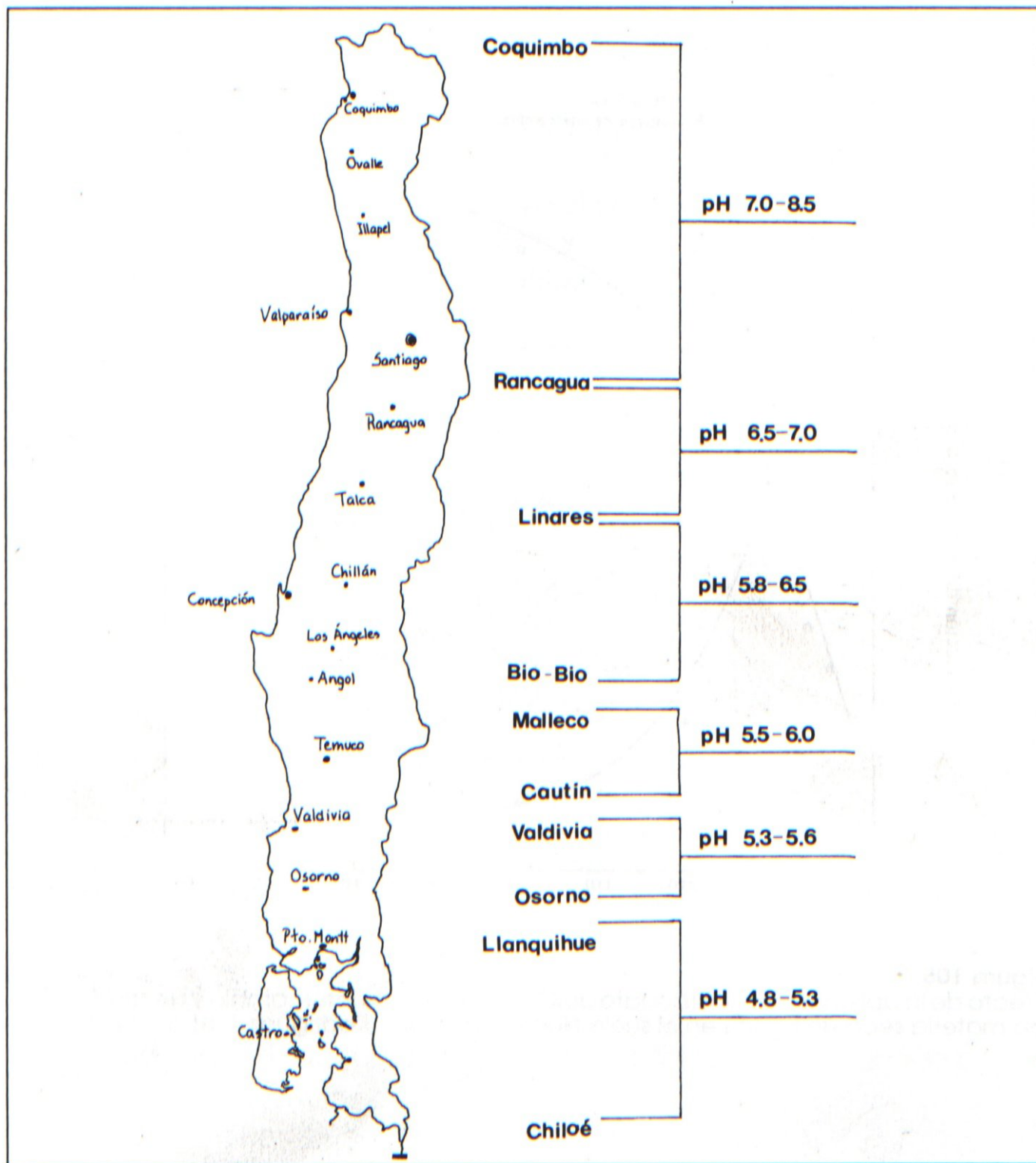
Soil pH



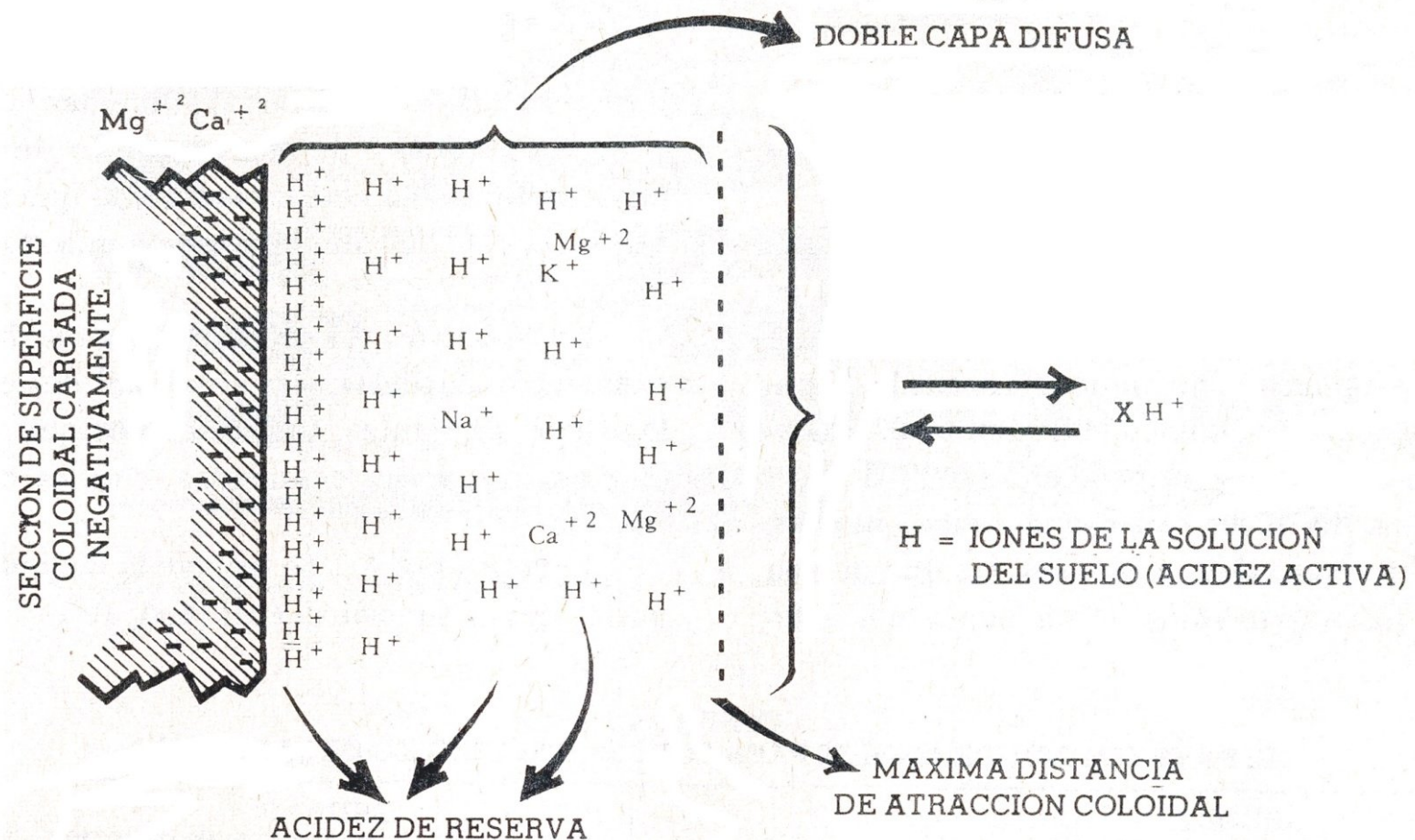
Data taken from: IGBP-DIS Global Soils Dataset (1998)

Atlas of the Biosphere
Center for Sustainability and the Global Environment
University of Wisconsin - Madison

Cambio en el pH del suelo en diferentes zonas del país



Clases de acidez en los suelos



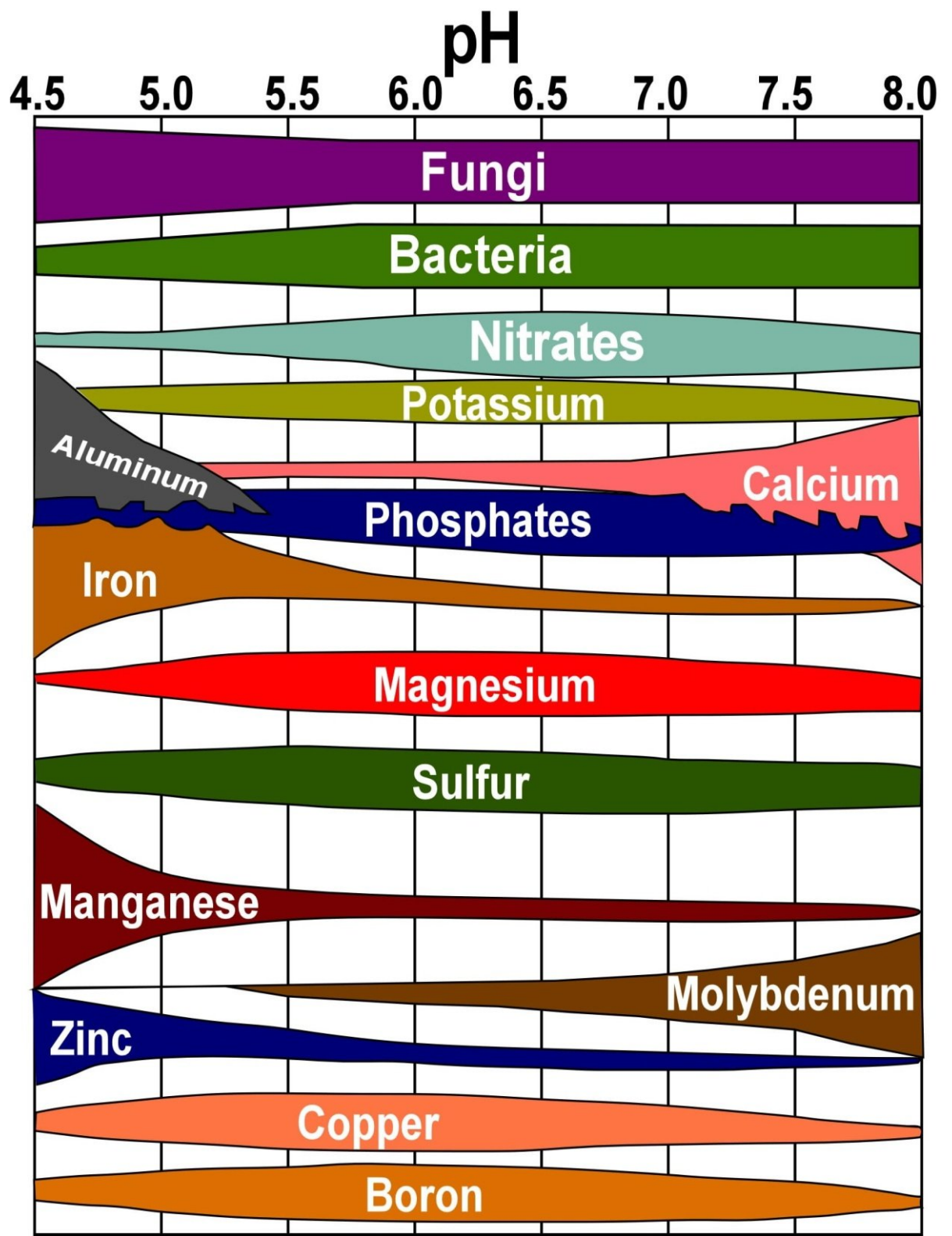
Esquema de la acidez activa y de la acidez de reserva en los suelos. Se indica la "doble capa difusa" con respecto a los cationes. Modificado [10].

Acidez activa y la acidez de reserva, acidez potencial (también llamada acidez pasiva)

La acidez activa es el pH que se determina usualmente cuando se analiza una muestra de suelo con agua destilada.

La acidez de reserva corresponde a los iones H^+ retenidos en la superficie de las arcillas. Cuando se utiliza KCl para el análisis de pH, el K desplaza a los iones H^+ adsorbidos a las arcillas y por lo tanto los iones H^+ pasan a la solución del suelo. De esta forma cuando uno determina el pH con KCl, se tiene un valor de acidez activa y pasiva a la vez. Se considera que la acidez de reserva es 1000 a 100000 veces mayor que la acidez activa.

Efecto del pH en la disponibilidad de nutrientes en el suelo



La capacidad buffer de los suelos

Capacidad de resistir a cambios en el pH de la solución suelo.

La capacidad buffer varía entre los suelos y es función de:

- CIC
- Saturación de H^+ y Al^{3+} o bien su opuesto el porcentaje de saturación de bases.
- Contenido de materia orgánica

