

Características, Origen y Tipos de Suelo



Ricardo Anadón
Consolación Fernández



Universidad de Oviedo

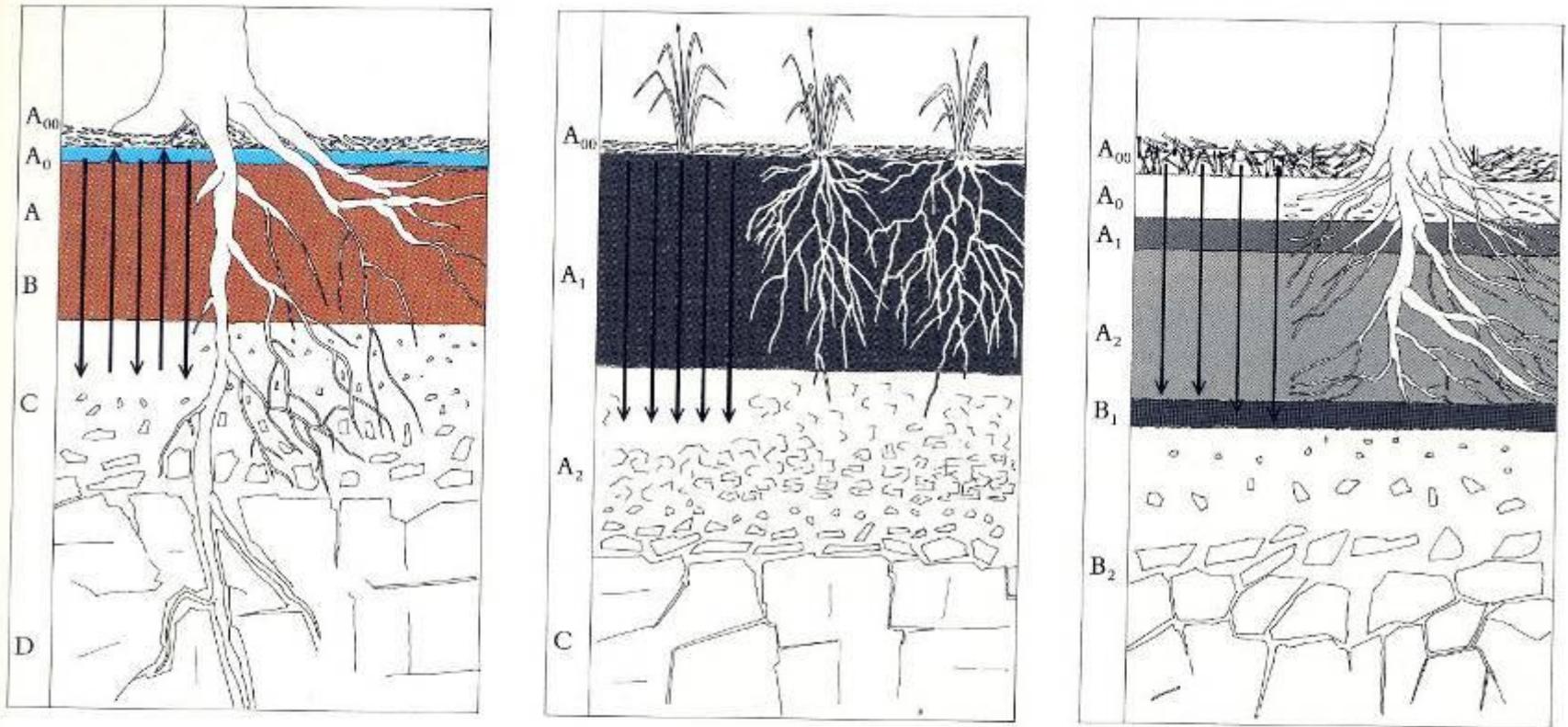
Apoyo a la Lección 6 de Ecología 3^{er} curso de Licenciatura de Biología.

La riqueza de organización de un suelo es muy grande, con variedad de organismos que viven en él; constituye la sede de intensos e importantes flujos y de transformación de materiales

- a) Hormigas
- b) Lombrices
- c) *Rhizobium*
- d) Hongos
- e) Actinomicetes
- f) Bacterias

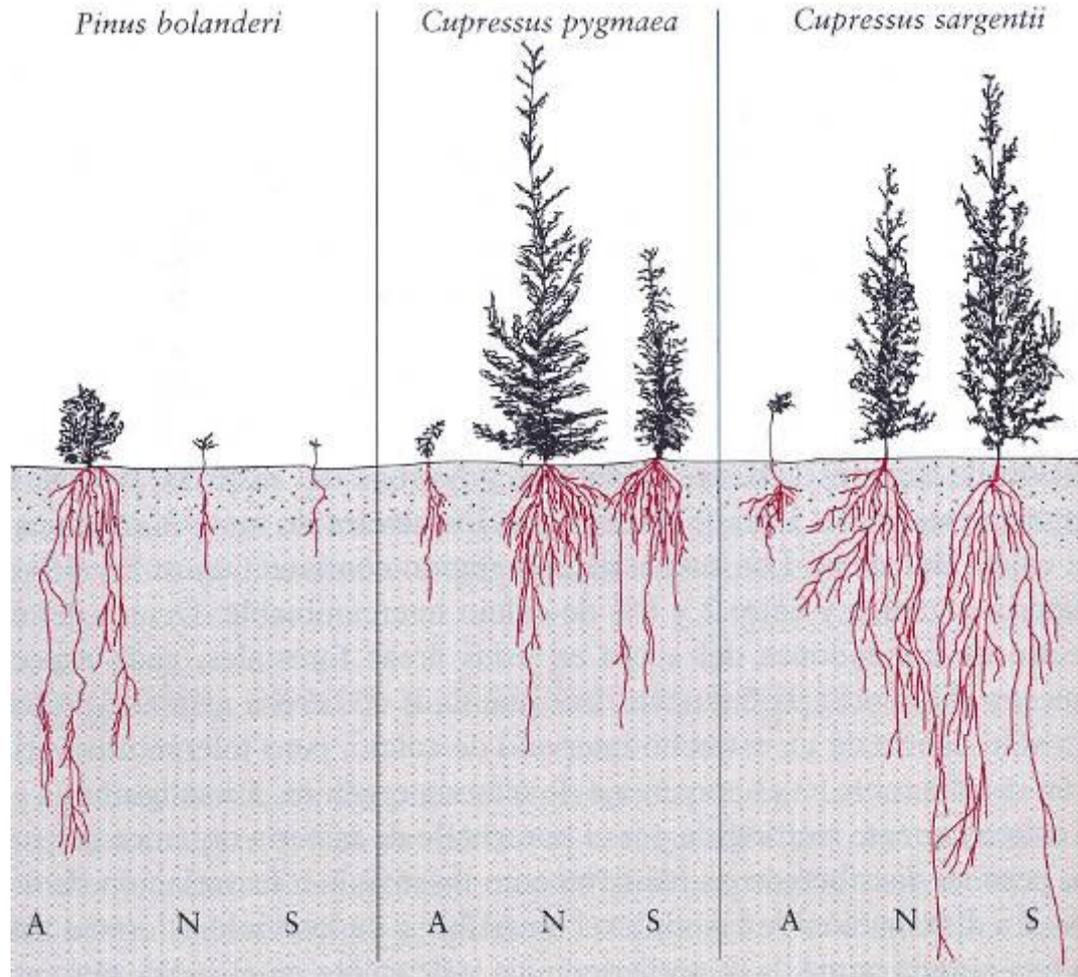


Esquema de la organización general de un suelo



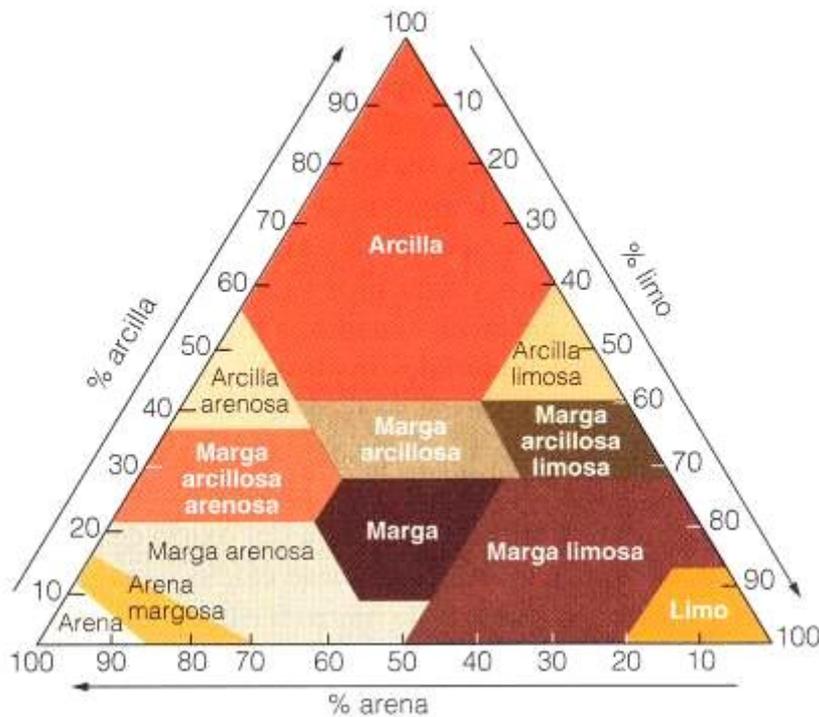
(izq.). Según el grado de avance de la sucesión y de madurez creciente del suelo, éste se diferencia más o menos, apareciendo, por ejemplo, una capa de acumulación (B)

Los Suelos Afectan a los Organismos



Crecimiento de plantas de una especie de pino y dos especies de cipreses en suelos ácidos (A), "normales" (B) y de serpentina (C). Permite apreciar la respuesta específica en distintas condiciones

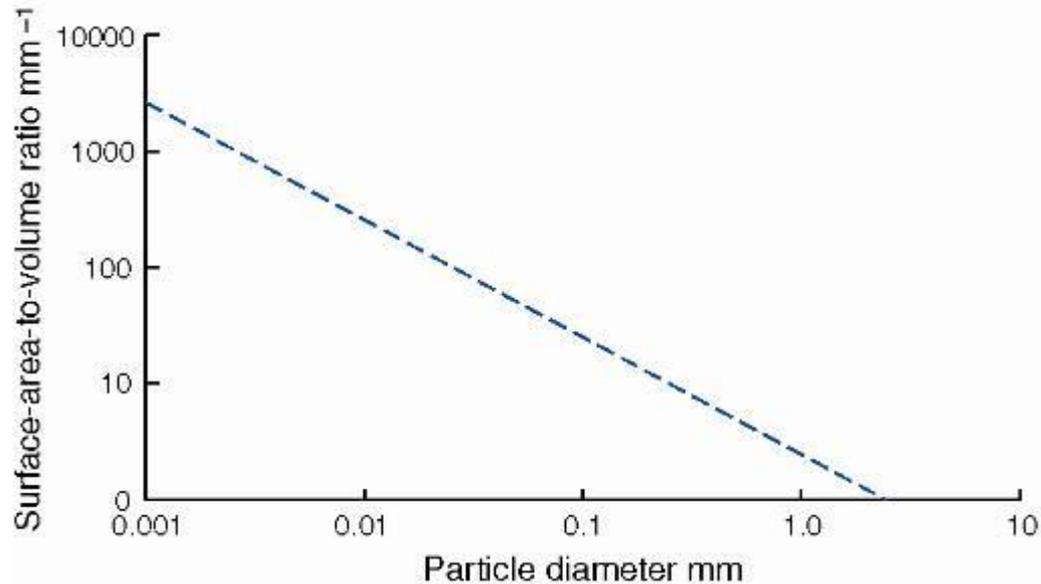
La componente estructural de un suelo. Granulometría



El triángulo textural del suelo de acuerdo a la FAO y el Dep. De Agricultura de USA.

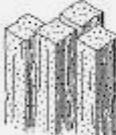
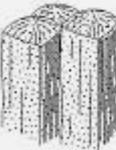
Smith y Smith. 2000. Ecología. Interamericana

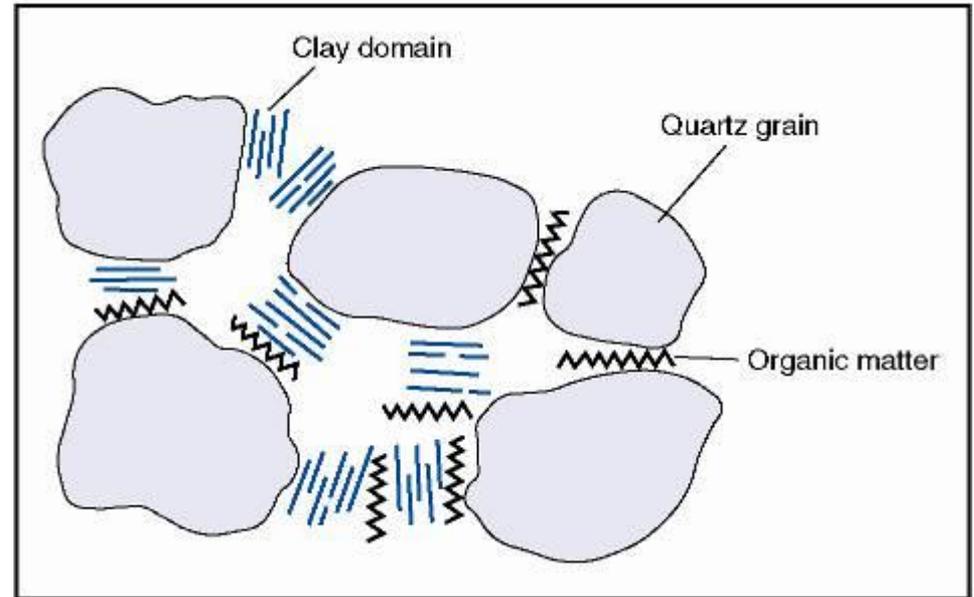
Relaciones entre el diámetro de las partículas minerales del suelo y el área de la superficie reactiva (relación superficie/volumen)



Smithson et al, 2002. Fundamentals of physical environment. Routledge

La componente estructural de un suelo. Granulometría

	Structureless, single grain	Individual grains; characteristic of loose sand.
	Structureless, massive	No structure visible; clods poorly developed.
	Crumb	More or less rounded, fine (<2mm) aggregates.
	Blocky	More or less equi-dimensional peds, either angular or sub-angular in outline.
	Prismatic	Vertically elongated peds with planar faces.
	Columnar	As above, but with rounded tops due to slaking.
	Platy	Horizontally aligned plates.



Disposición de partículas de cuarzo, arcillas y de coloides orgánicos en un agregado de suelo. Fuente: Emerson (1959).

Aspecto de agregados secundarios de partículas comunes en suelos

Relación entre el Sistema radicular de plantas y condiciones del medio: pluviosidad y granulometría del suelo

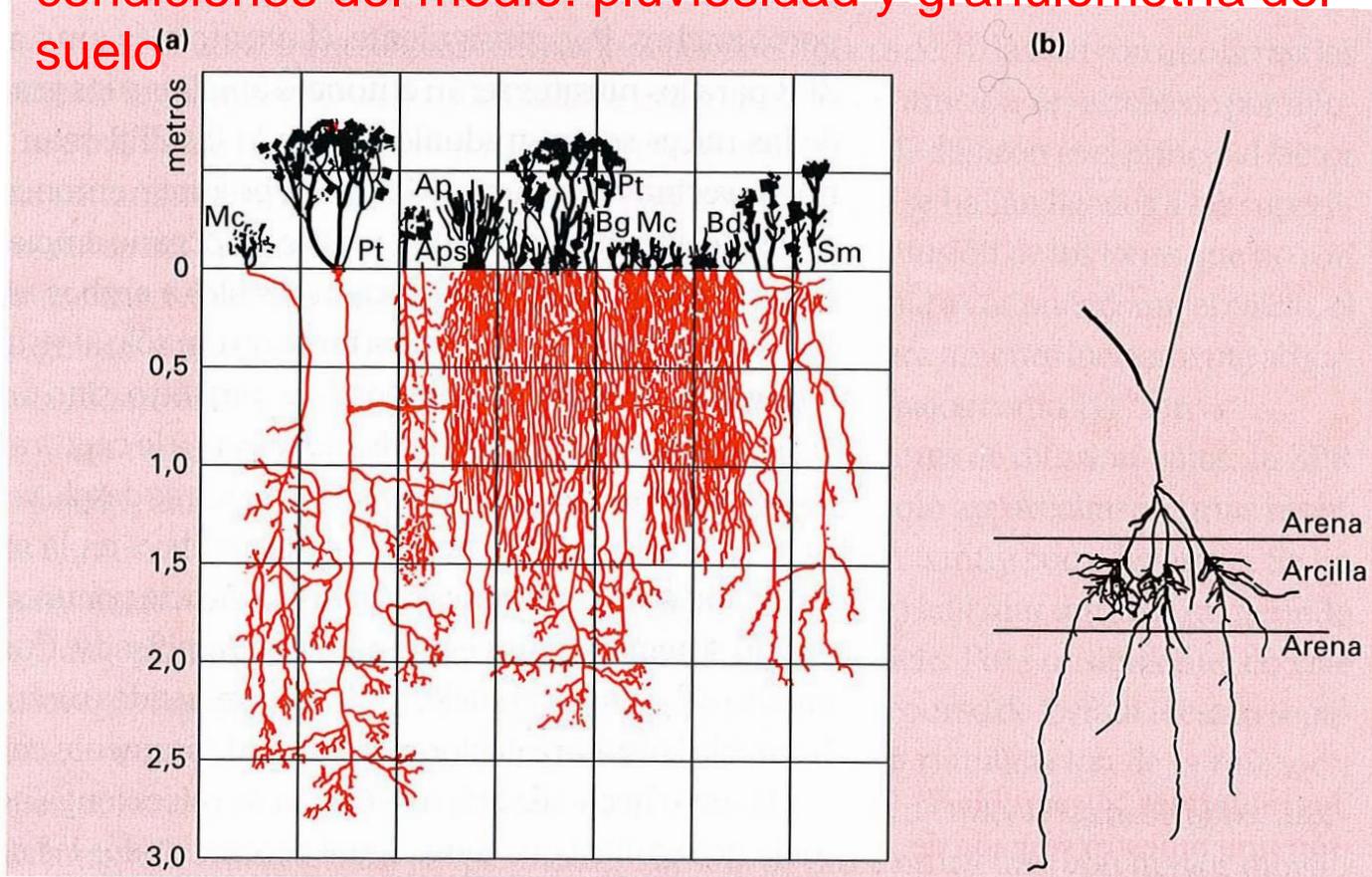
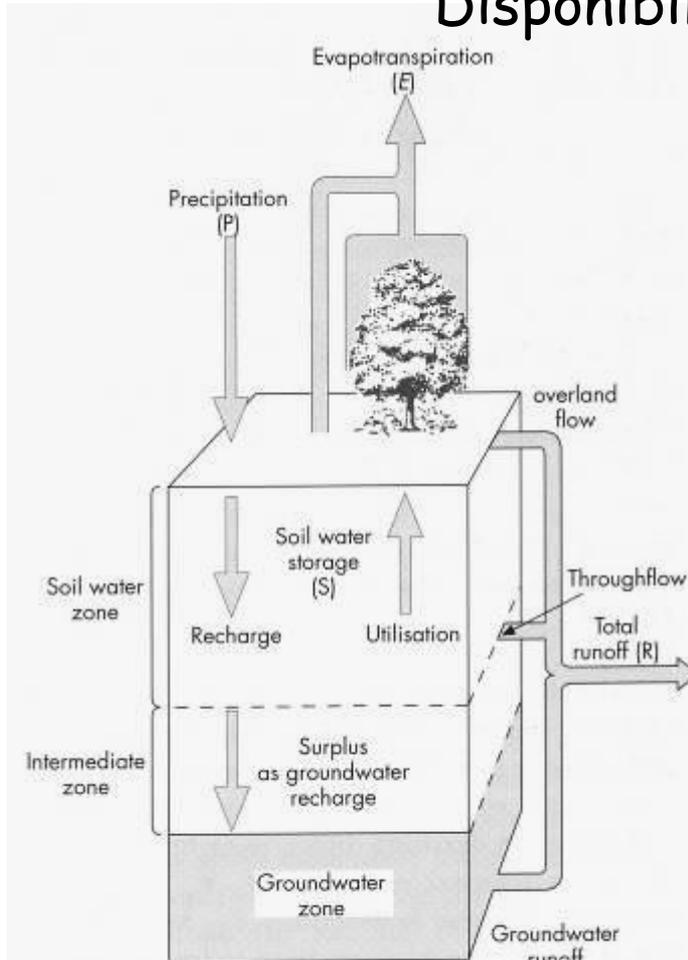


Figura 3.13 (a) El sistema radicular de las plantas de un prado de gramíneas bajas tras una serie de años con pluviosidad media (Hays, Kansas). Ap, *Aristida purpurea*; Aps, *Ambrosia psilostachya*; Bd, *Buchloe dactyloides*; Bg, *Bouteloua gracilis*; Mc, *Malvastrum coccinium*; Pt, *Psoralia tenuiflora*; Sm, *Solidago mollis*. (Según Albertson, 1937; Weaver & Albertson, 1943.) (b) Sistema radicular desarrollado por una planta de trigo cultivada en un suelo arenoso que contiene una capa de arcilla. Obsérvese la capacidad de respuesta del desarrollo radicular ante el ambiente local que encuentra. (Por cortesía de J. V. Lake.)

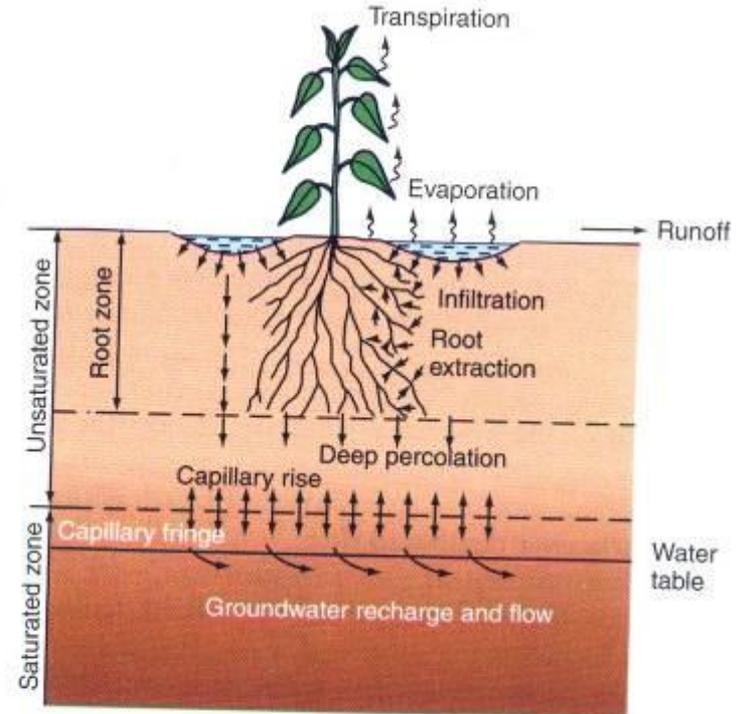
Disponibilidad Hídrica de Suelos



Balance de aguas idealizado

La cantidad de agua en un suelo depende del balance de entradas (precipitación) y de salidas (evapotranspiración, percolación y escorrentía superficial y profunda)

Gerrard, 2000. Fundamentals of soils. Routledge

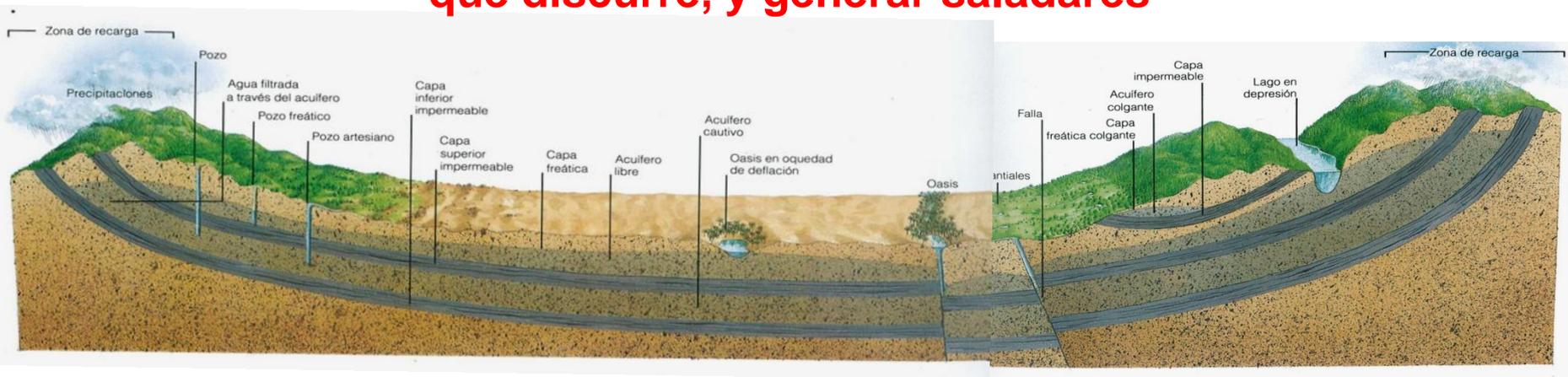


Balance de aguas en la zona radicular

La cantidad de agua en un suelo depende, en este caso, también del ascenso capilar

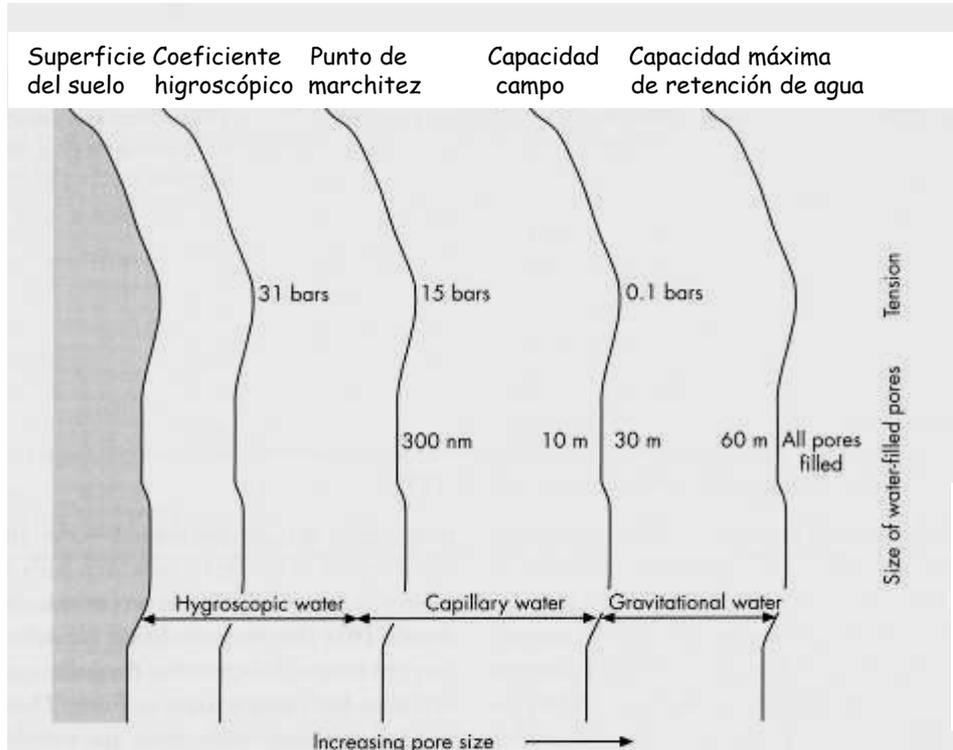
Hillel. 2008. Soil in the Environment. Academic Press

El agua en los suelos puede tener un origen remoto. En zonas áridas pueden existir lugares con aporte de agua que favorezca el desarrollo de la vegetación. En algunas ocasiones estas aguas puede cargarse de sales resultado de la disolución de las rocas por las que discurre, y generar saladares



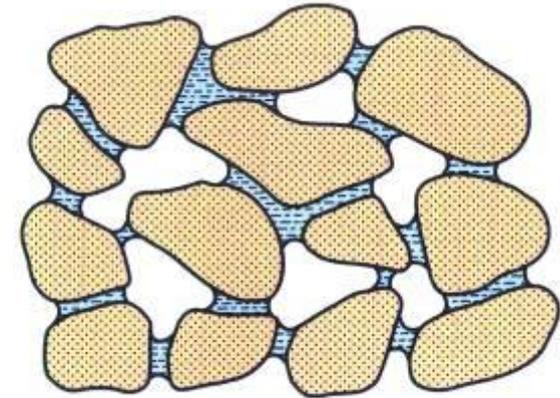
El agua contenida en acuíferos puede tener gran importancia para la vegetación y la fauna local, y también para sostener la actividad humana

Disponibilidad Hídrica de Suelos



Relaciones entre el agua y el tamaño de las partículas de un suelo, que define el tipo de agua.

Se indica la fuerza de succión



Esquema idealizado del estado del agua en un suelo con textura gruesa. Los espacios no ocupados por el agua permiten la difusión de gases

Hillel. 2008. Soil in the Environment. Academic Press

Disponibilidad Hídrica de Suelos

Tipos de agua en el suelo

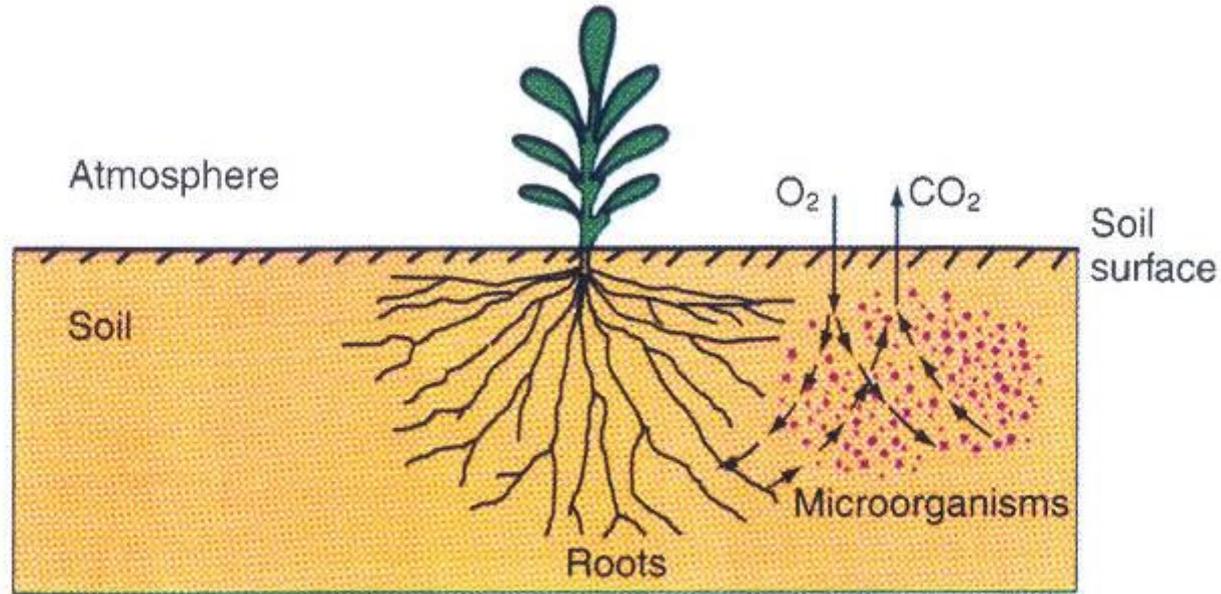
Fuerza de succión (bar)	Constante del agua	Diámetro de poro (mm)	Tipo	Estado Físico	Disponibilidad
10000	Coeficiente higroscópico	0,001	Higroscópica	Seco	No disponible
1000					
31					
15	Coeficiente higroscópico	0,002	Capilar	Húmedo	Disponible
0,33					
0,05					
0,01	Coeficiente higroscópico	0,06	Gravitacional	Mojado	No disponible temporalmente
0,01					
0,01					

10^5 Pascal = 1 atm = 1 bar

Capacidad de almacenamiento de agua en suelos (cm de agua/ 30 cm de espesor de suelo)

Textura del suelo	Capacidad de campo	Punto de marchitez	Agua disponible
Arena y arcilla	5,6	2,8	2,8
Arcilla y arena (50%)	8,4	4,3	4,1
Arcilla y arena	9,9	5,3	4,6
Arcilla	11,9	6,3	5,6

Aireación y Balance de Gases

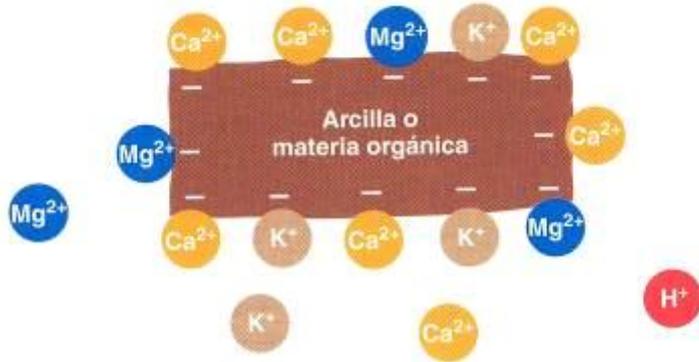


El intercambio de gases entre la fase gaseosa del suelo y la atmósfera exterior es un proceso importante para la actividad orgánica. Depende de la granulometría, la estructura secundaria del suelo, las cavidades producidas por los animales y la cantidad de agua.

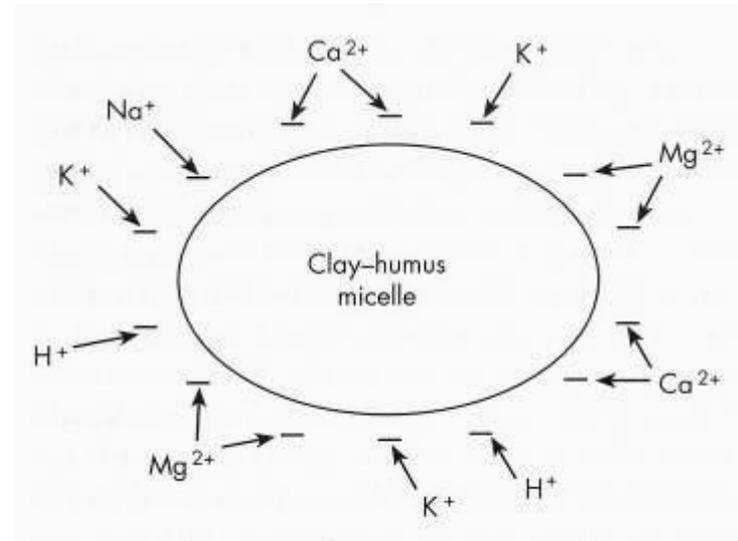
Disponibilidad de nutrientes del Suelo



(a) Suelo ácido (pH bajo)



(b) Suelo neutro o básico (pH más elevado)

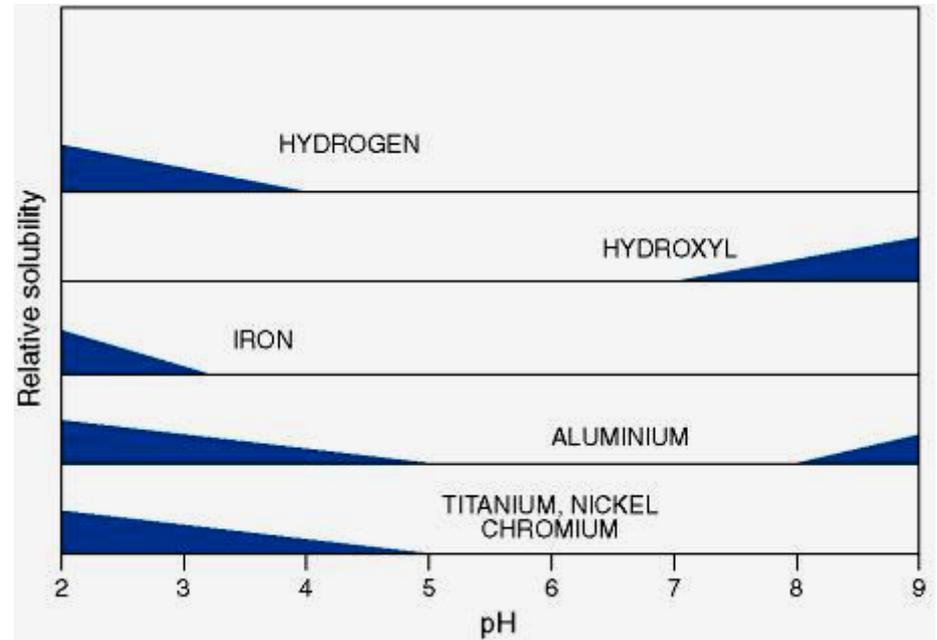
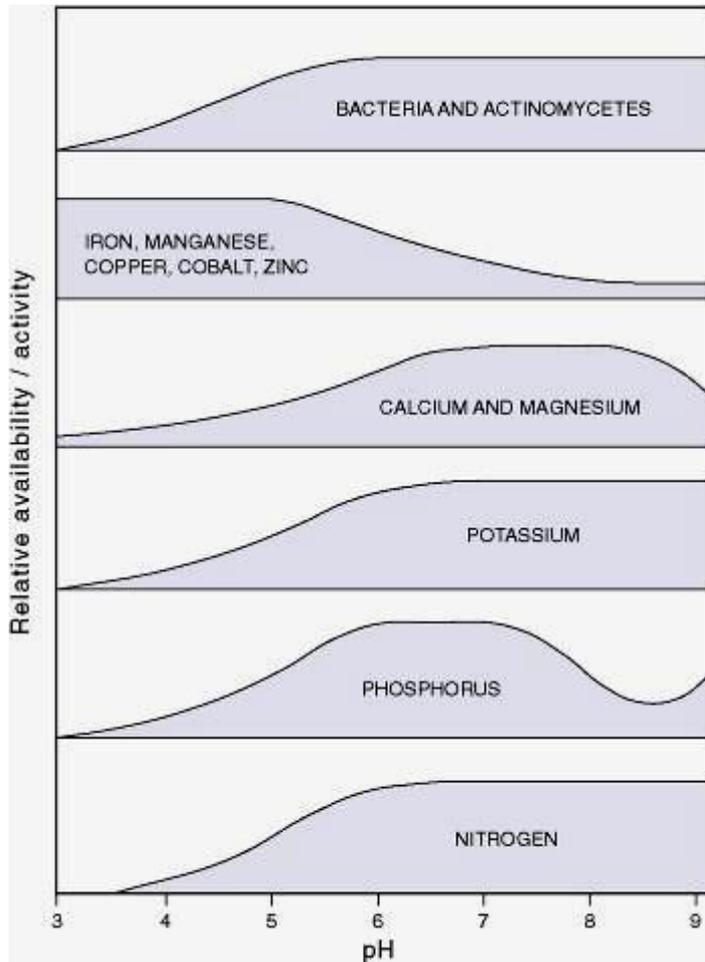


Adsorción de Cationes en micelas de humus y arcilla

Gerrard, 2000. Fundamentals of soils. Routledge

Influencia del pH del suelo sobre la retención de cationes y la fertilidad de un suelo

Disponibilidad de nutrientes del Suelo

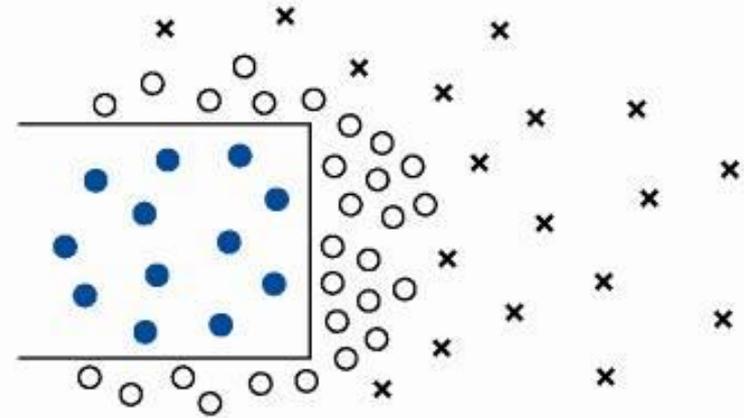


Influencia del pH en la solubilidad (toxicidad) de elementos químicos en suelos.

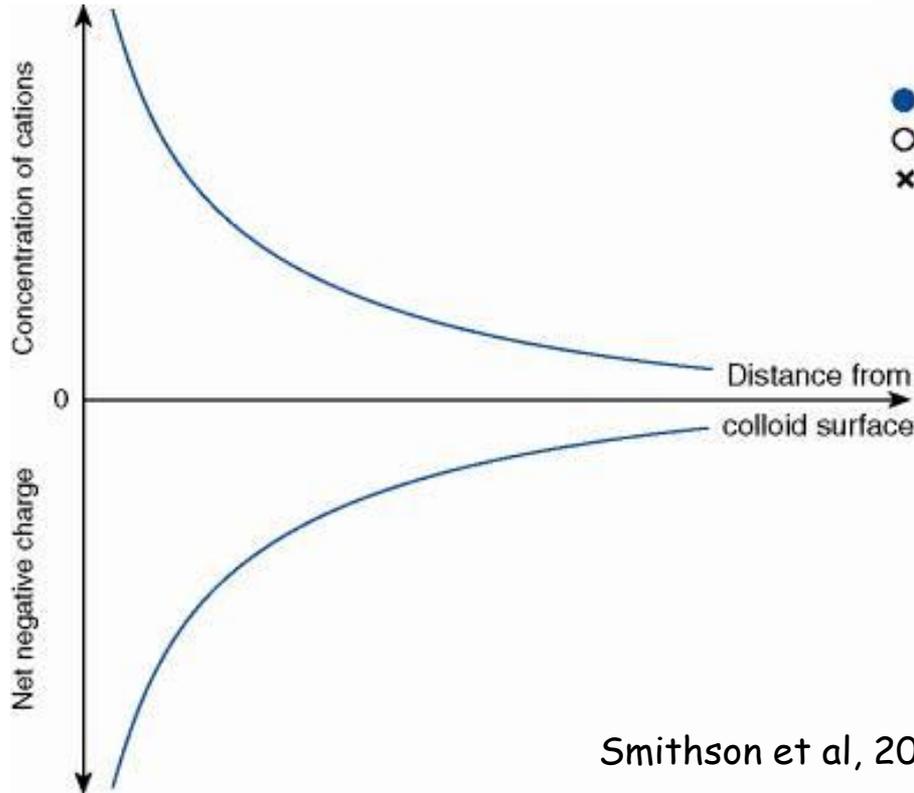
Influencia del pH en la disponibilidad de nutrientes para las plantas y para la actividad de los microorganismos

Disponibilidad de nutrientes del Suelo

Distribución de cationes en relación a los coloides del suelo, y su disponibilidad relativa para las plantas



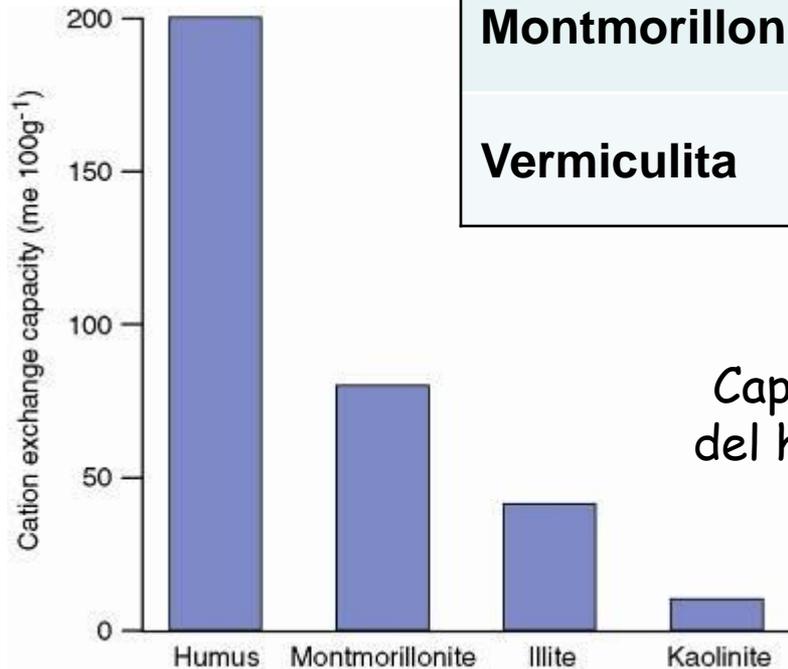
- Ions held in colloidal particles (unavailable)
- Ions adsorbed on colloidal surfaces (exchangeable and available)
- × Ions in solution (available)



Variación en la distribución de los cationes adsorvidos y de la fuerza de la carga eléctrica negativa en relación a la distancia desde la superficie de un coloide del suelo

Carga eléctrica en minerales arcillosos

Mineral arcilloso	Carga (me 100 g ⁻¹)	Fuente de las cargas
Caolinita	5-15	Bandas rotas Ionización de OH
Illita, clorita	20-40	Sustitución de iones
Montmorillonita	80-100	Sustitución de iones
Vermiculita	100-150	Sustitución de iones



Capacidad de intercambio catiónico del humus y algunos tipos de coloides de arcilla de suelos

Efecto de la corta de la Vegetación sobre la concentración de nutrientes en el agua de escorrentía: El experimento de Hubbard Brook

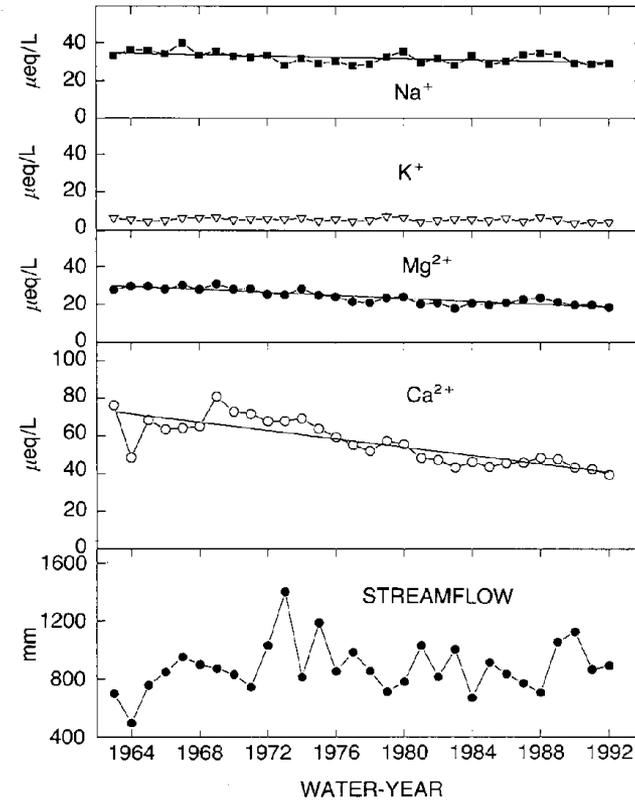
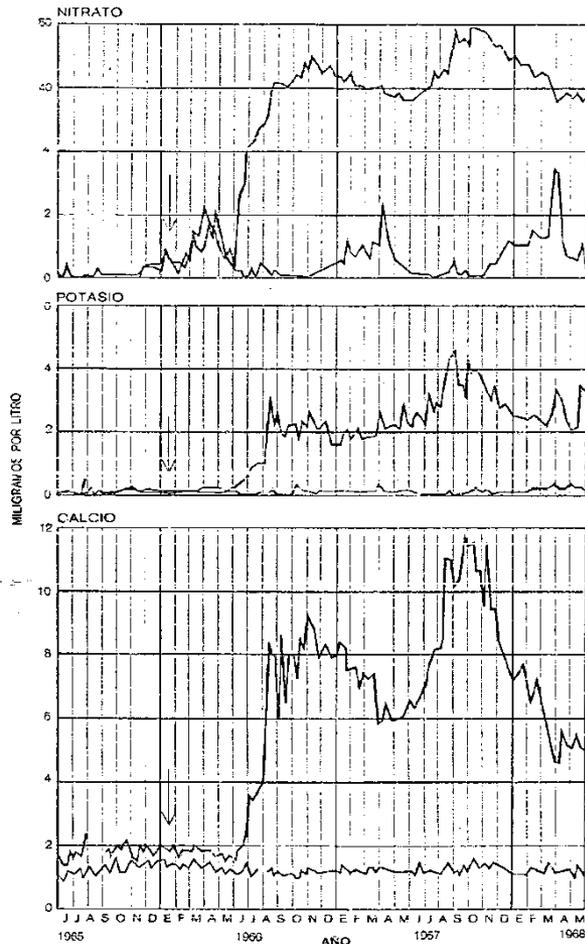


FIGURE 28. Long-term changes in concentrations of Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , and Ca^{2+} in stream water and in amount of stream water for Watershed 6 of the Hubbard Brook Experimental Forest between 1963–1964 and 1992–1993. The probability for a larger F -ratio for all linear regression lines is <0.006 , and correlation coefficients of: Na^+ , 0.24; Mg^{2+} , 0.77; Ca^{2+} , 0.68.

Los efectos de la deforestación queda patentizados por las salidas de tres nutrientes en el agua de la corriente de drenaje, que aparecen aquí comparados, los de la cuenca n.º 6 (en negro) que no fue perturbada y los de la cuenca n.º 2 (de color) que fue deforestada. Las fechas indican el momento de la deforestación.

Bormman y Likens, 1998)

Efecto de la corta de la Vegetación sobre la concentración de nutrientes Protones: El experimento de Hubbard Brook

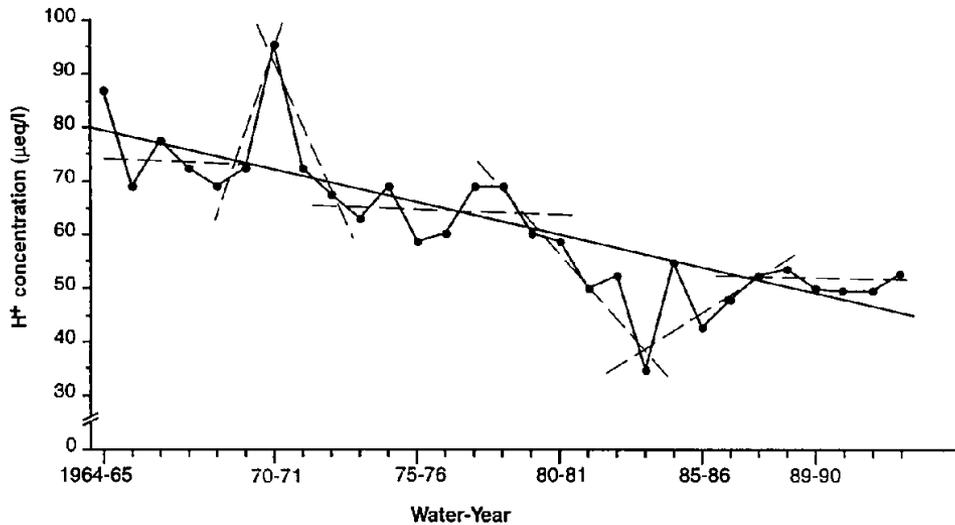


FIGURE 27. Annual, volume-weighted concentration ($\mu\text{eq/liter}$) of hydrogen ion for Watershed 6 of the Hubbard Brook Experimental Forest from 1964–1965 to 1992–1993. The linear regression line has a probability for a larger F -value of <0.001 and a correlation coefficient of 0.66. The shorter, dashed lines are fitted by eye. Updated from Likens, 1989.

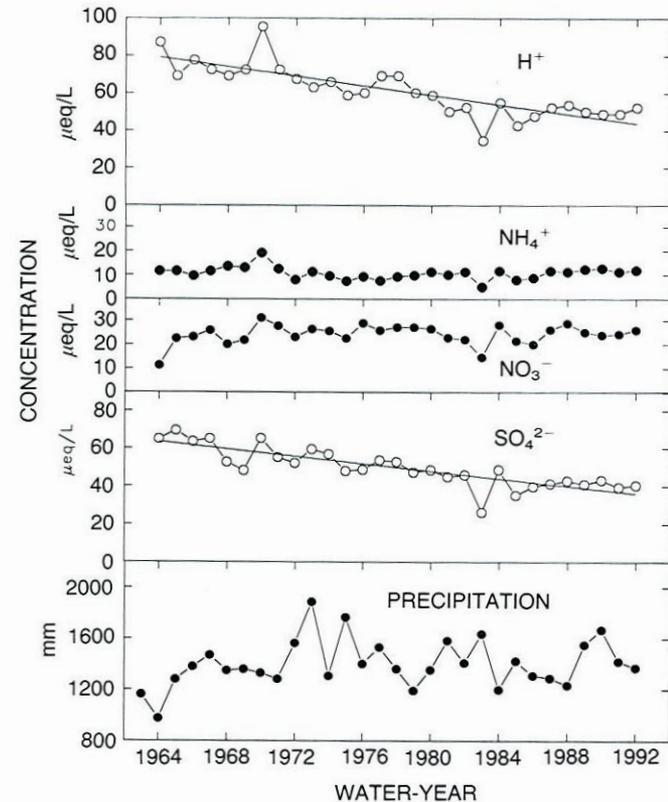
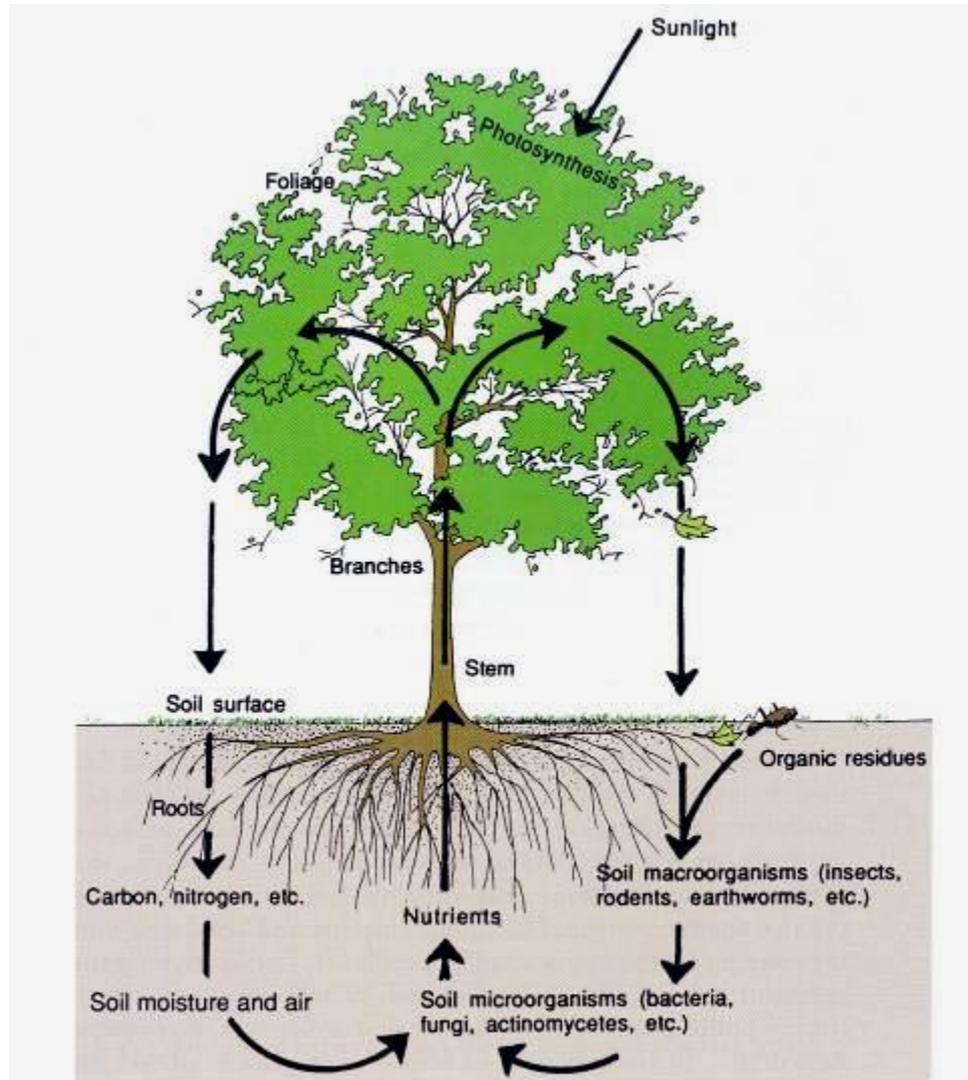


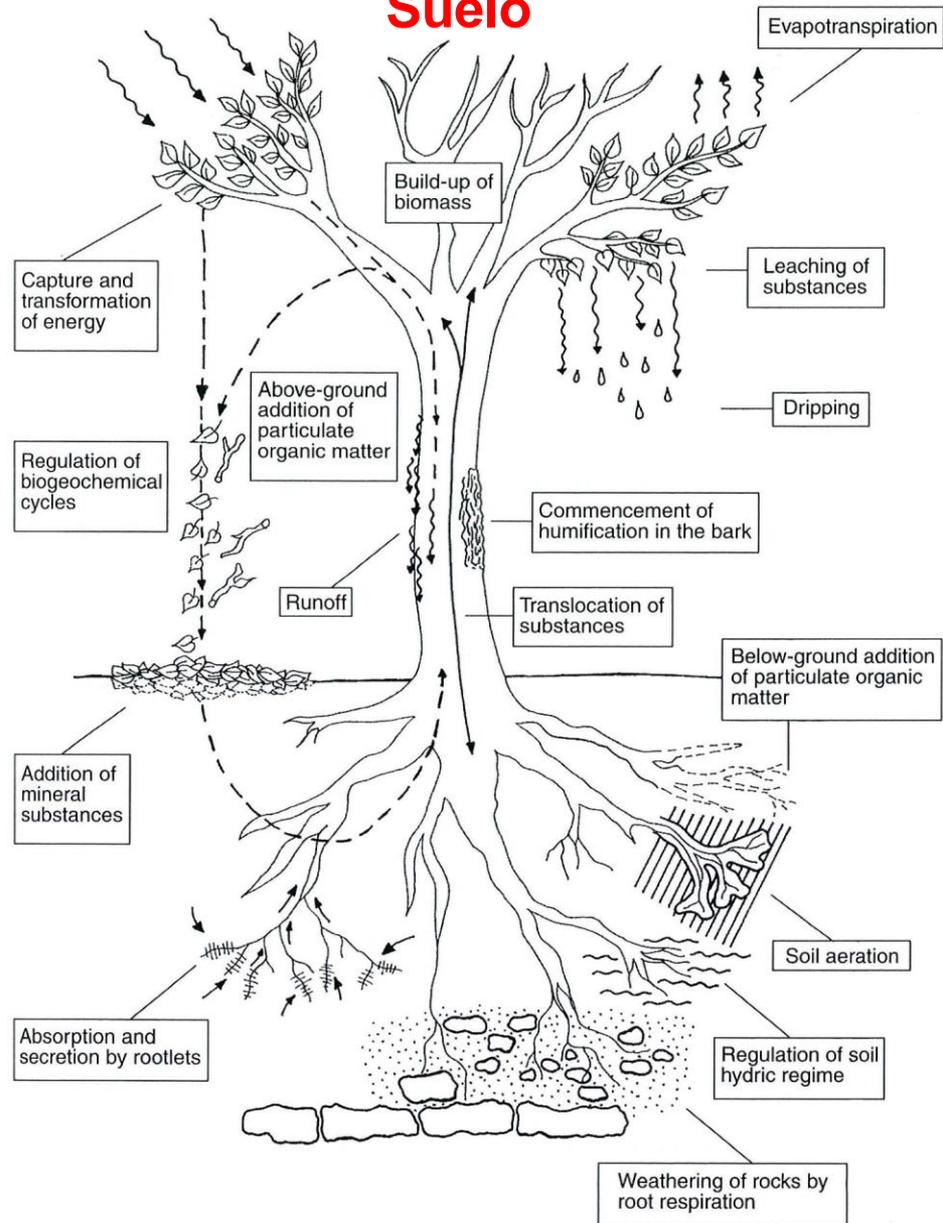
FIGURE 25. Annual volume-weighted concentration of H^+ , NH_4^+ , NO_3^- , and SO_4^{2-} in precipitation and amount of precipitation for Watershed 6 of the Hubbard Brook Experimental Forest between 1963–1964 and 1992–1993. The linear regression lines have a probability for a larger F -value of <0.001 and correlation coefficients of H^+ , 0.66; SO_4^{2-} , 0.69.

Contribución de la comunidad biótica en la formación del suelo

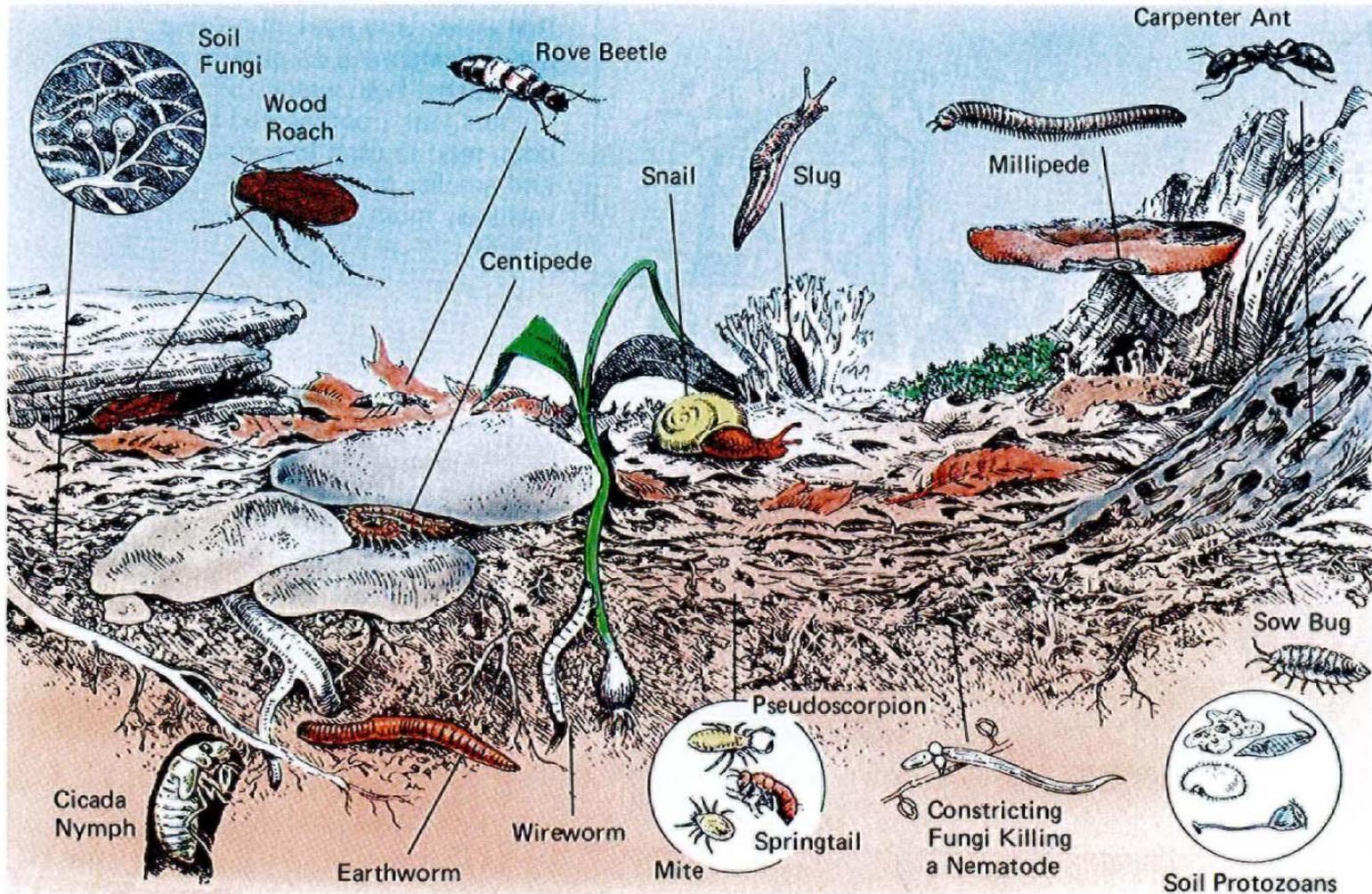


Componentes e intercambios de materiales entre la comunidad biótica y los suelos

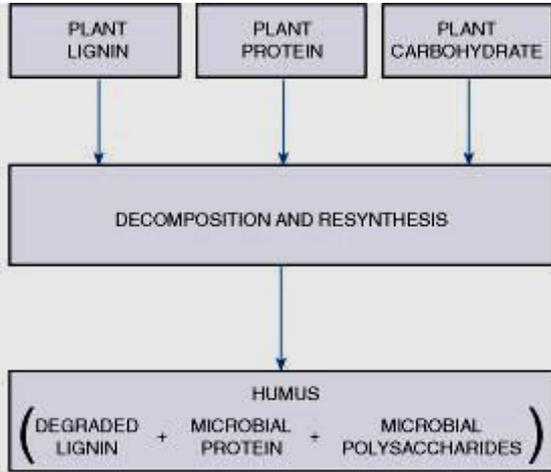
Papel de la Vegetación en la Formación y dinámica del Suelo



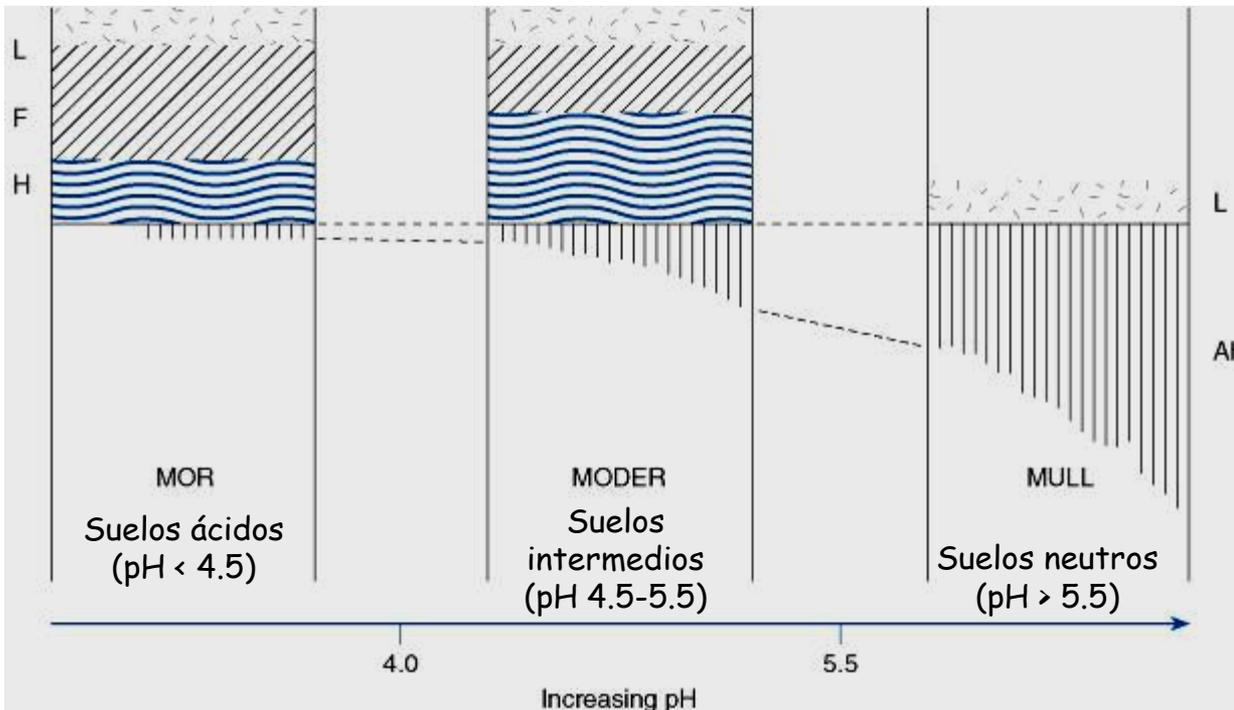
Papel de la Fauna en la Formación y dinámica del Suelo



Transformación de los materiales orgánicos en el suelo: Humificación

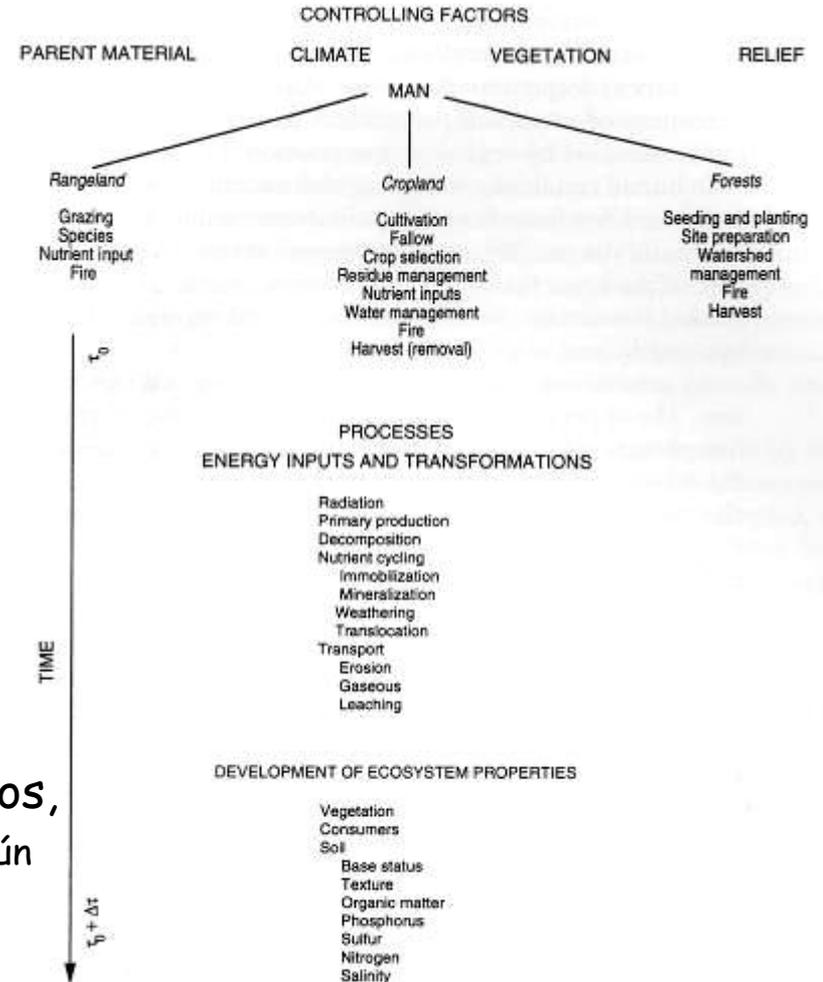
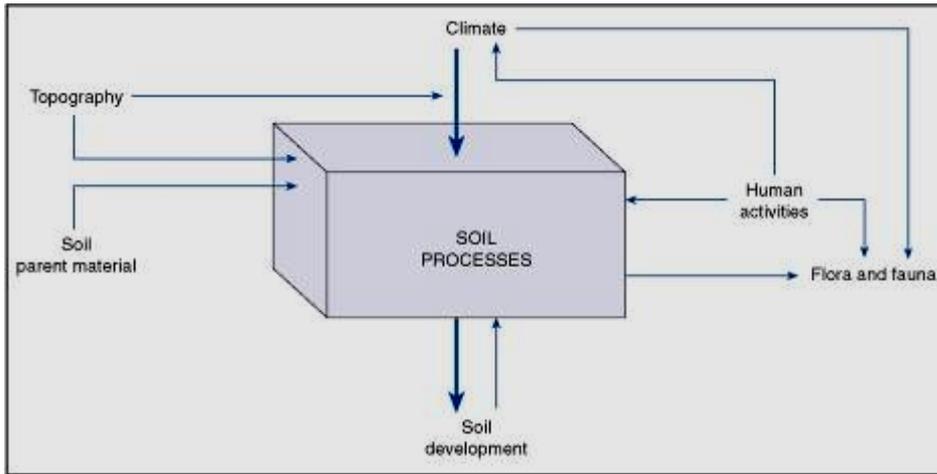


Formación de Humus por descomposición de constituyentes de las plantas y la síntesis de productos microbianos



Los tres tipos principales de materia orgánica superficial en suelos. Según: Avery (1990).
L: Desfronde
F: Desfronde fermentado
H: Humus
Ah: Horinzonte de acumulación

Factores que controlan la formación de Suelos



Smithson et al, 2002. Fundamentals of physical environment. Routledge

Factores implicados en la formación de suelos, con indicación de actividades humanas. Según Coleman y Crosley, 1996

Diagrama de procesos asociados a la formación de suelos

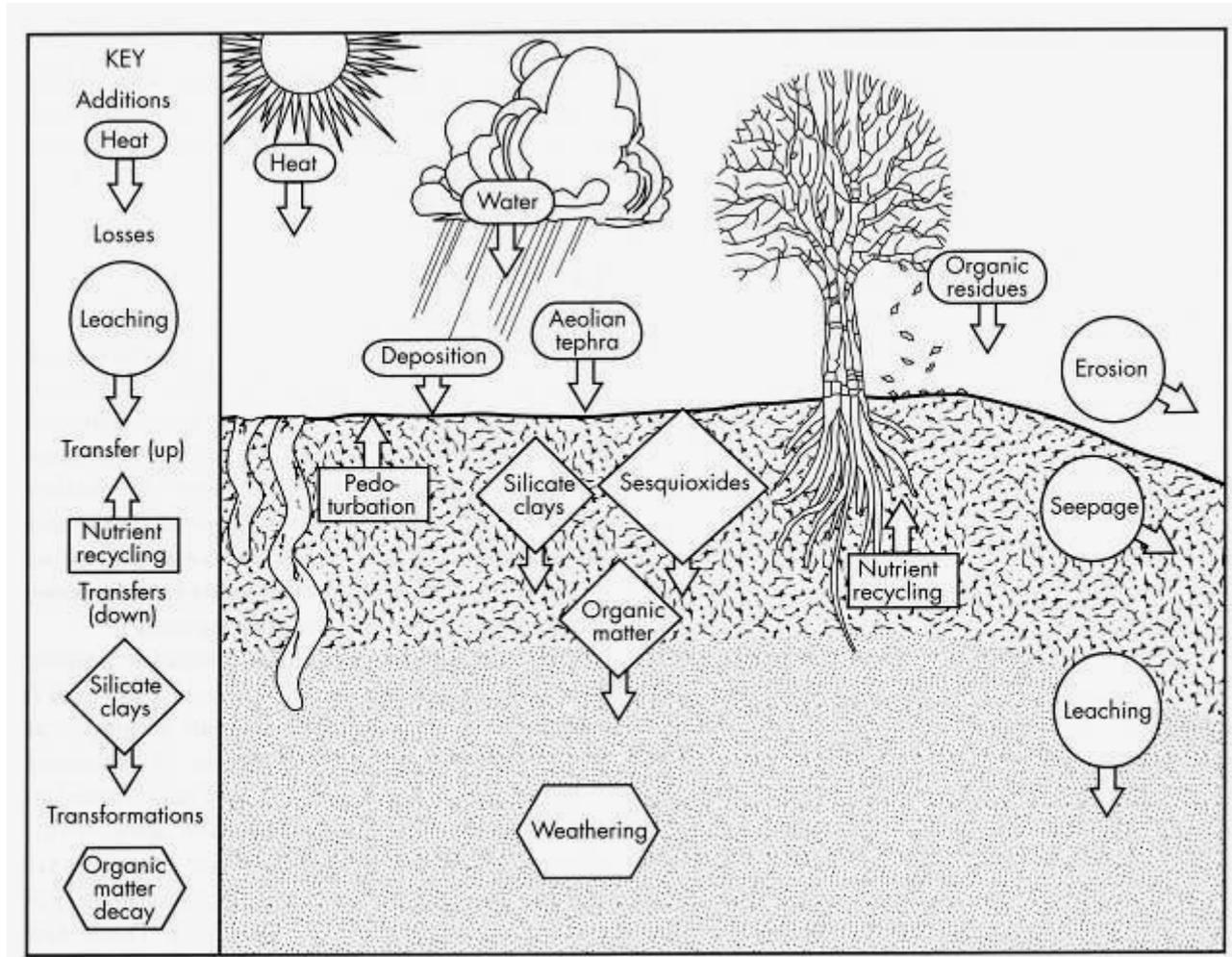
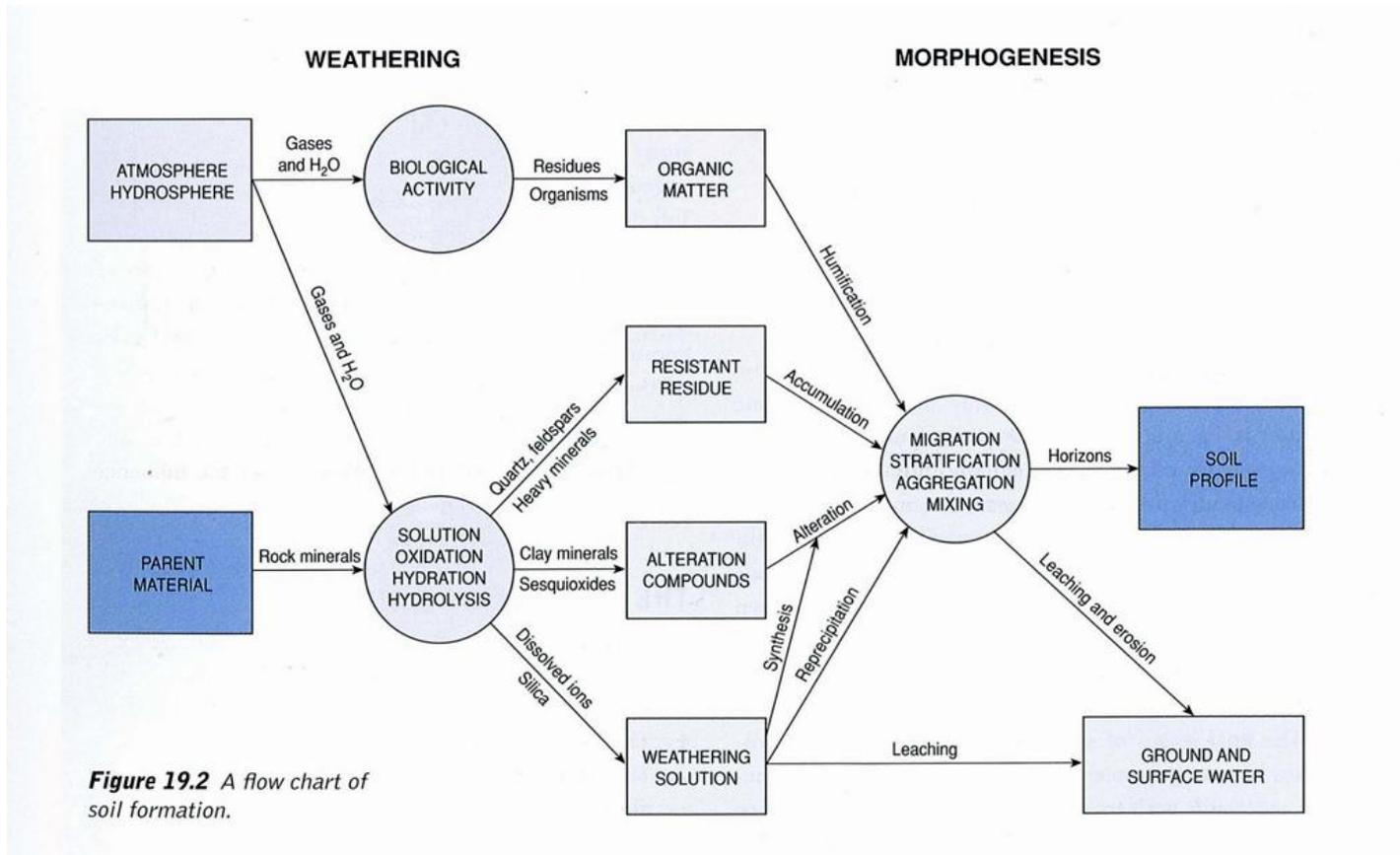
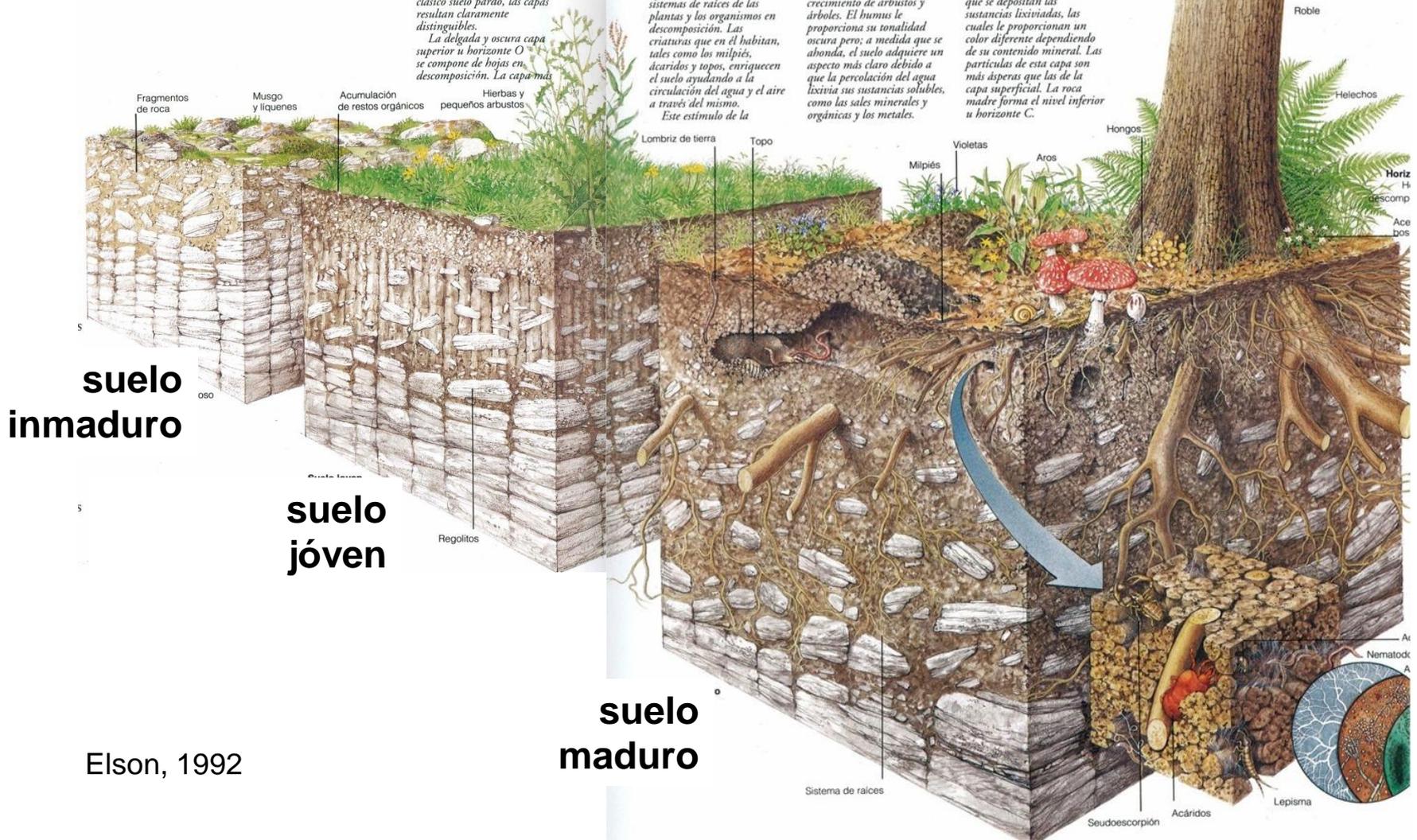


Diagrama esquemático en el que se indican procesos relacionados con la formación de suelos, como combinación de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones

Esquema de procesos asociados a la formación del suelo



La pedogénesis es el proceso de formación de un suelo, que implica muchos procesos físicos, químicos, geológicos y biológicos



En suelos maduros y bien desarrollados, tales como el clásico suelo pardo, las capas resultan claramente distinguibles.

La delgada y oscura capa superior u horizonte O se compone de hojas en descomposición. La capa más

superficial, dominado por los sistemas de raíces de las plantas y los organismos en descomposición. Las criaturas que en él habitan, tales como los milpiés, ácaridos y topos, enriquecen el suelo ayudando a la circulación del agua y el aire a través del mismo. Este estímulo de la

capacidad de fertilidad del horizonte A permite el crecimiento de arbustos y árboles. El humus le proporciona su tonalidad oscura pero; a medida que se abunda, el suelo adquiere un aspecto más claro debido a que la percolación del agua lixivía sus sustancias solubles, como las sales minerales y orgánicas y los metales.

La siguiente capa es el horizonte B o subsuelo, en el que se depositan las sustancias lixivias, las cuales le proporcionan un color diferente dependiendo de su contenido mineral. Las partículas de esta capa son más ásperas que las de la capa superficial. La roca madre forma el nivel inferior u horizonte C.

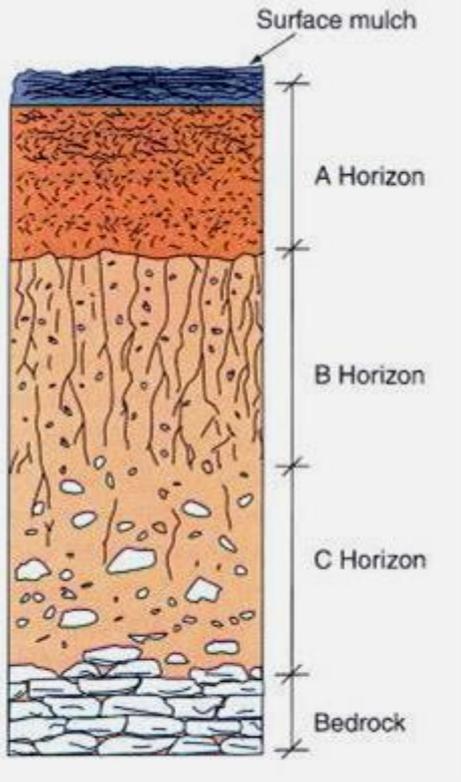
suelo inmaduro

suelo joven

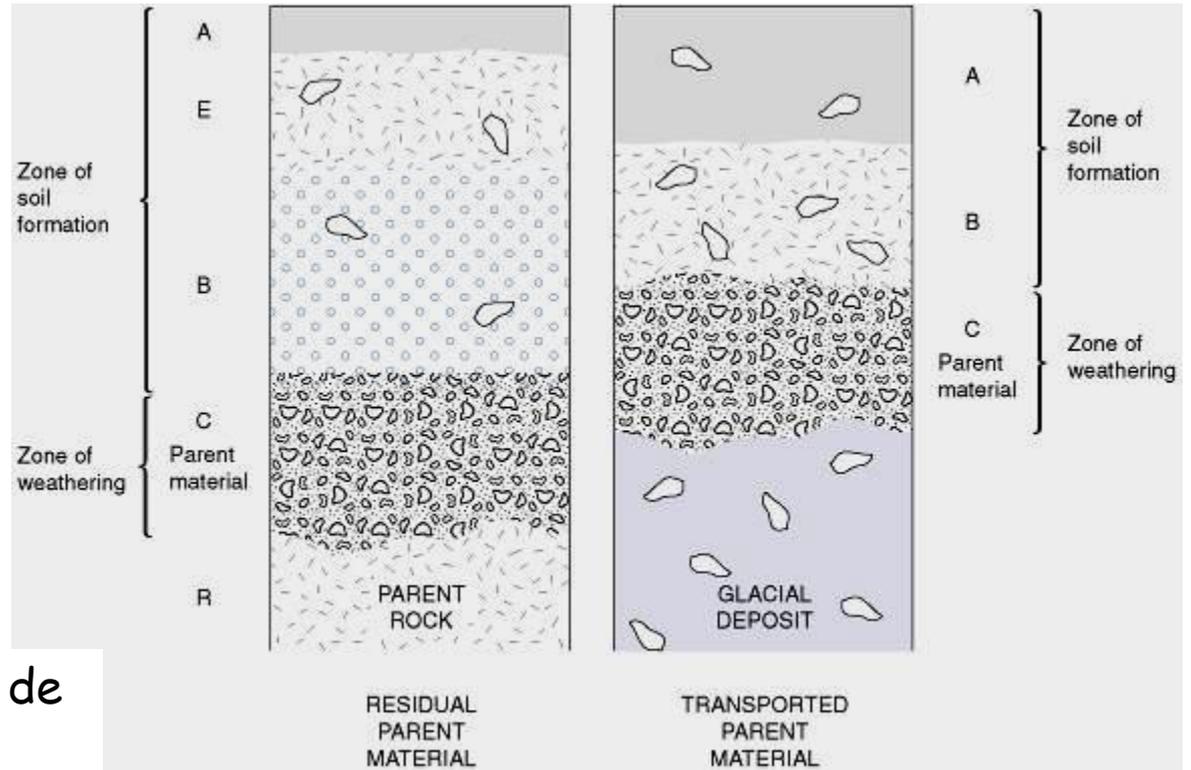
suelo maduro

Elson, 1992

Perfiles de suelos

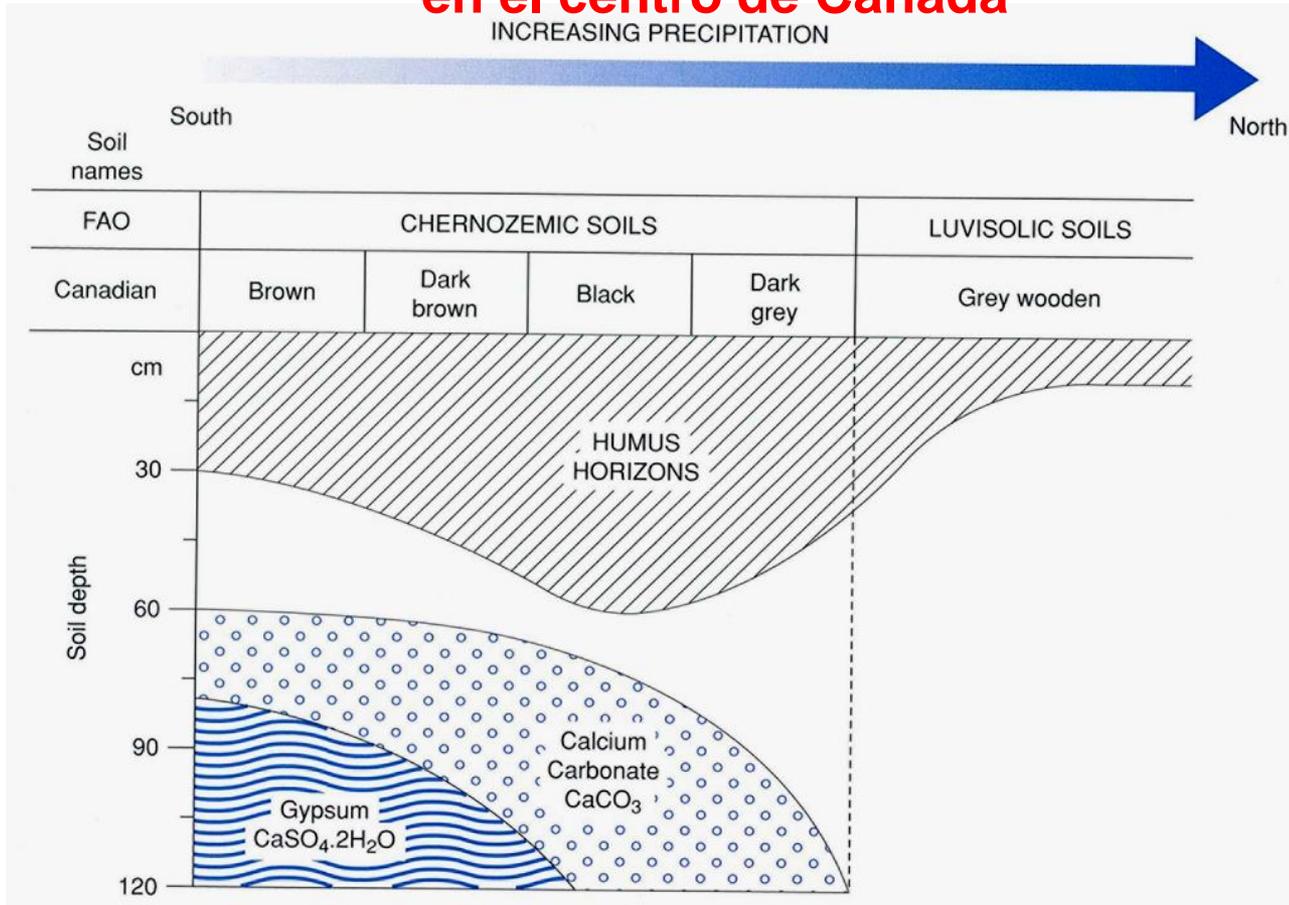


Representación esquemática de un perfil hipotético de suelo mostrando los horizontes. El horizonte orgánico (O) se indica como mulch

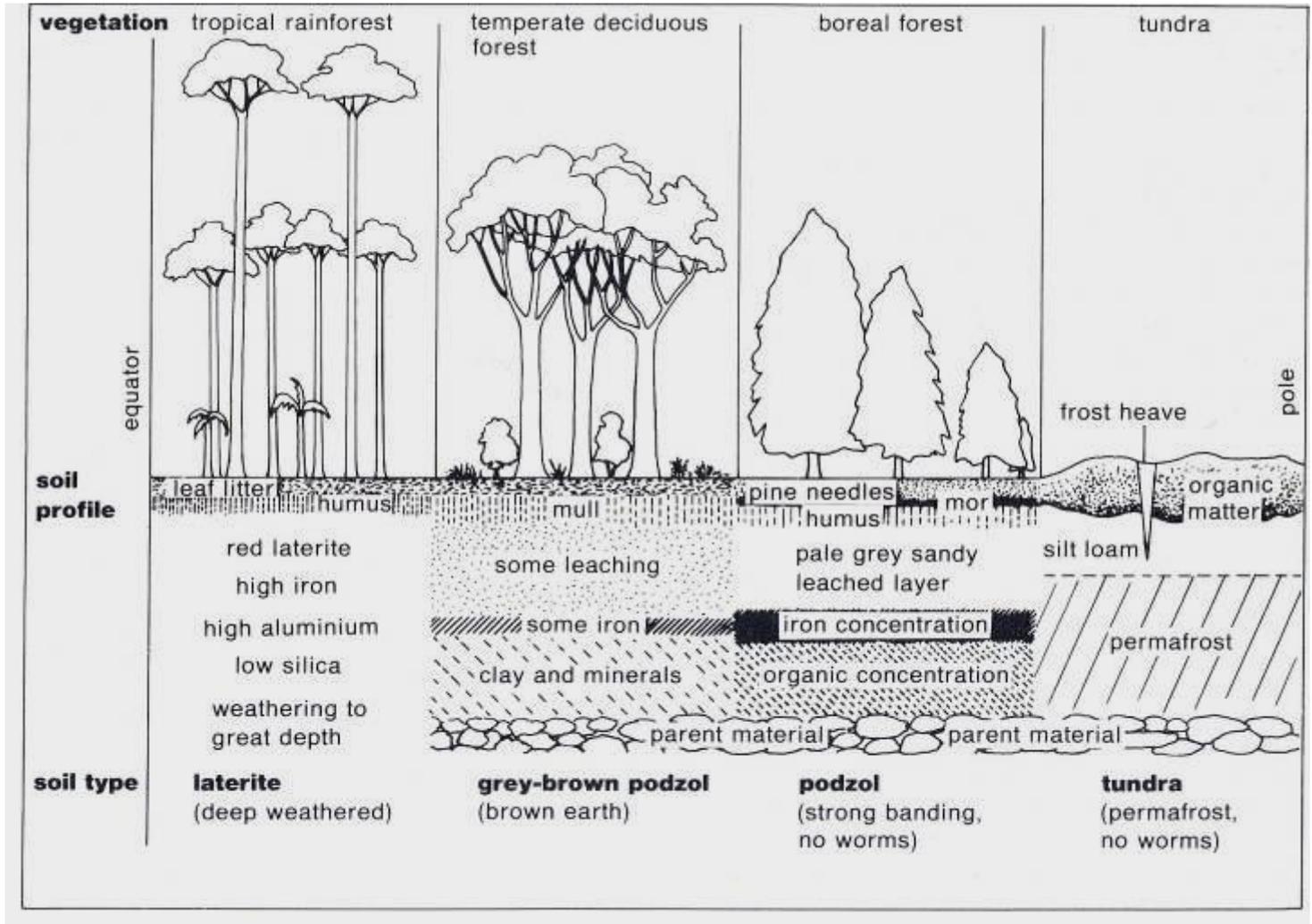


Perfiles de suelos formados sobre roca madre o sobre materiales transportados

Efecto de la Pluviosidad en el depósito de carbonato cálcico (CO_3Ca) y yesos (CaSO_4) al incrementarse la aridez en el centro de Canada

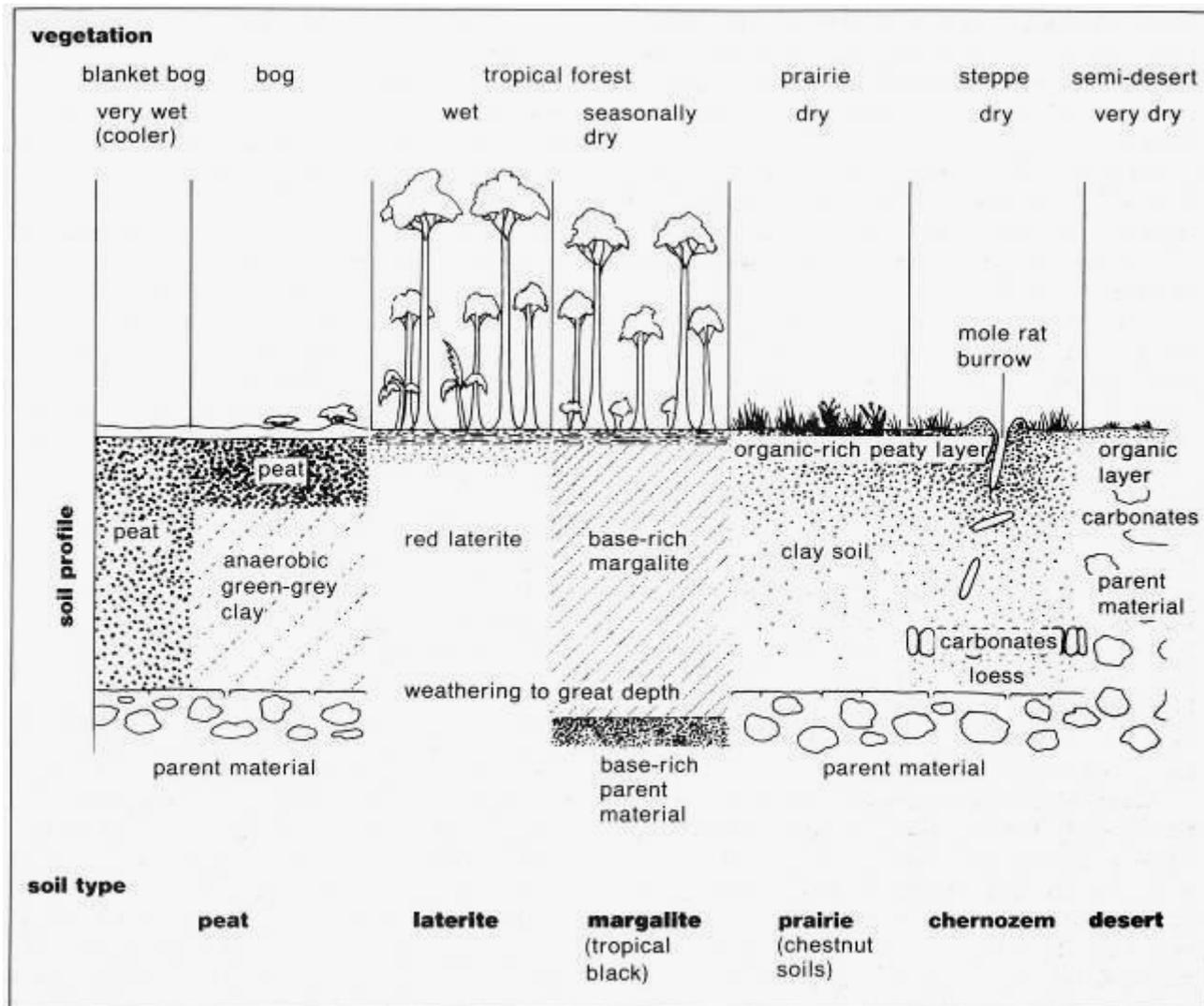


Regímenes Pedogénicos en un gradiente de temperatura



Tipos de suelo y de vegetación en una clina de temperatura (cálido - frío)

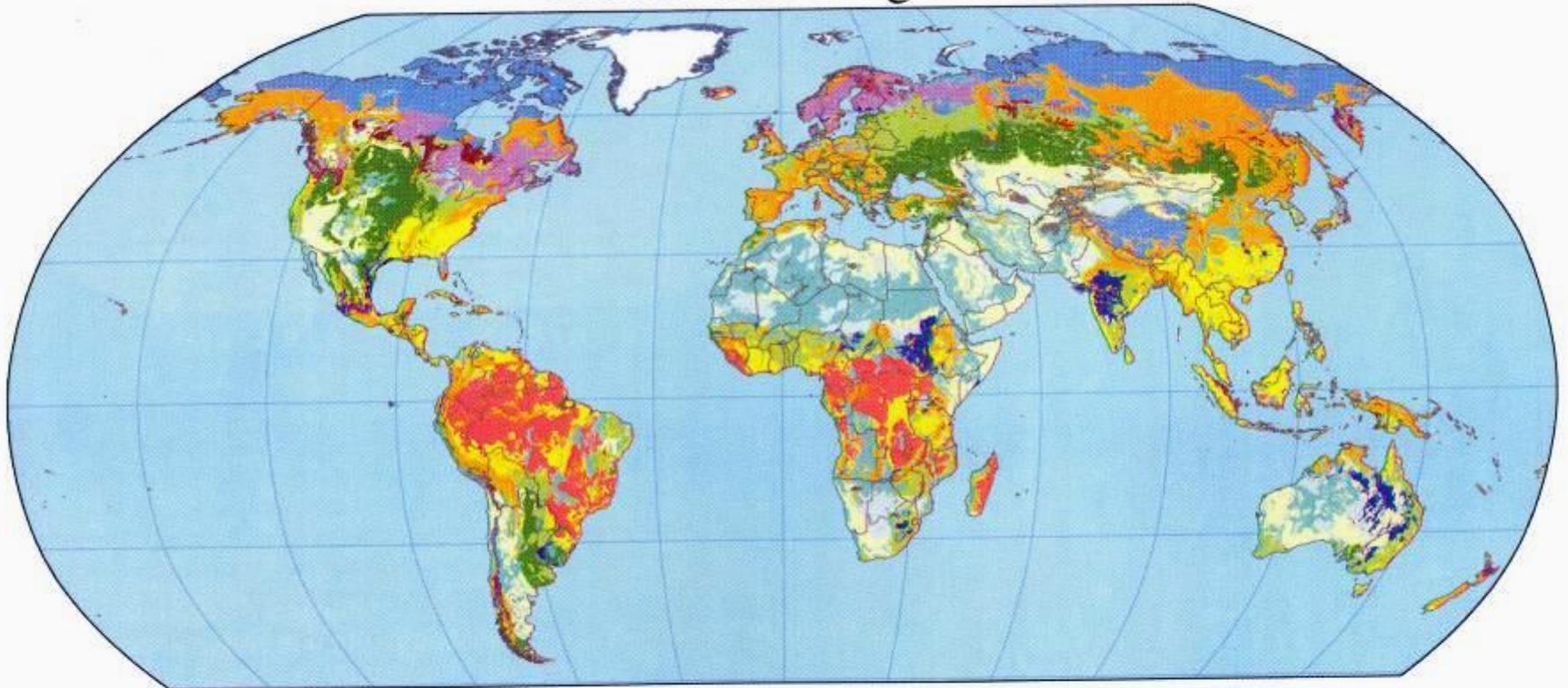
Regímenes Pedogénicos en un gradiente de humedad



Tipos de suelo y de vegetación en una clina de humedad (húmedo - seco)

Tipos principales de Suelos

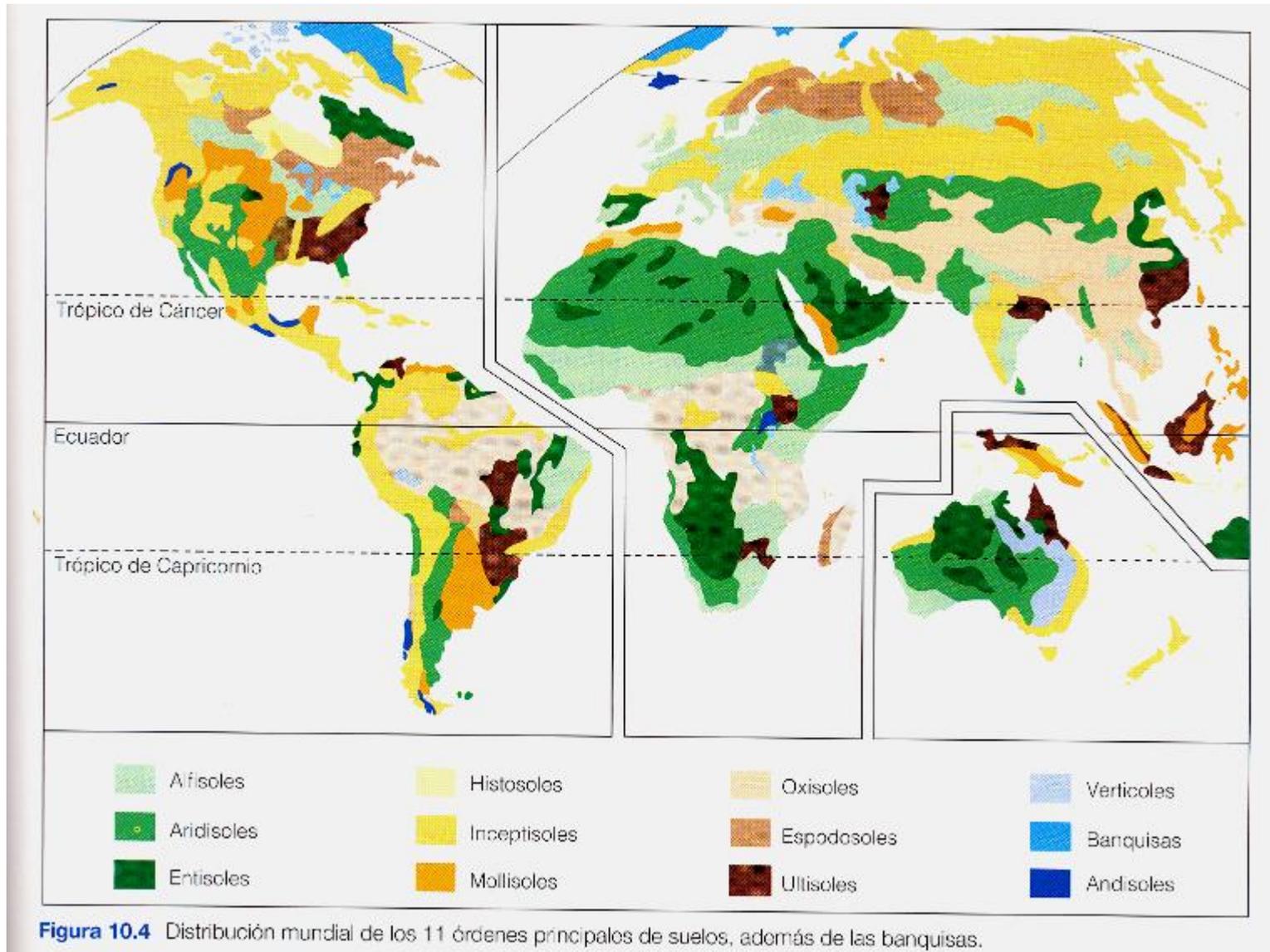
Global Soil Regions



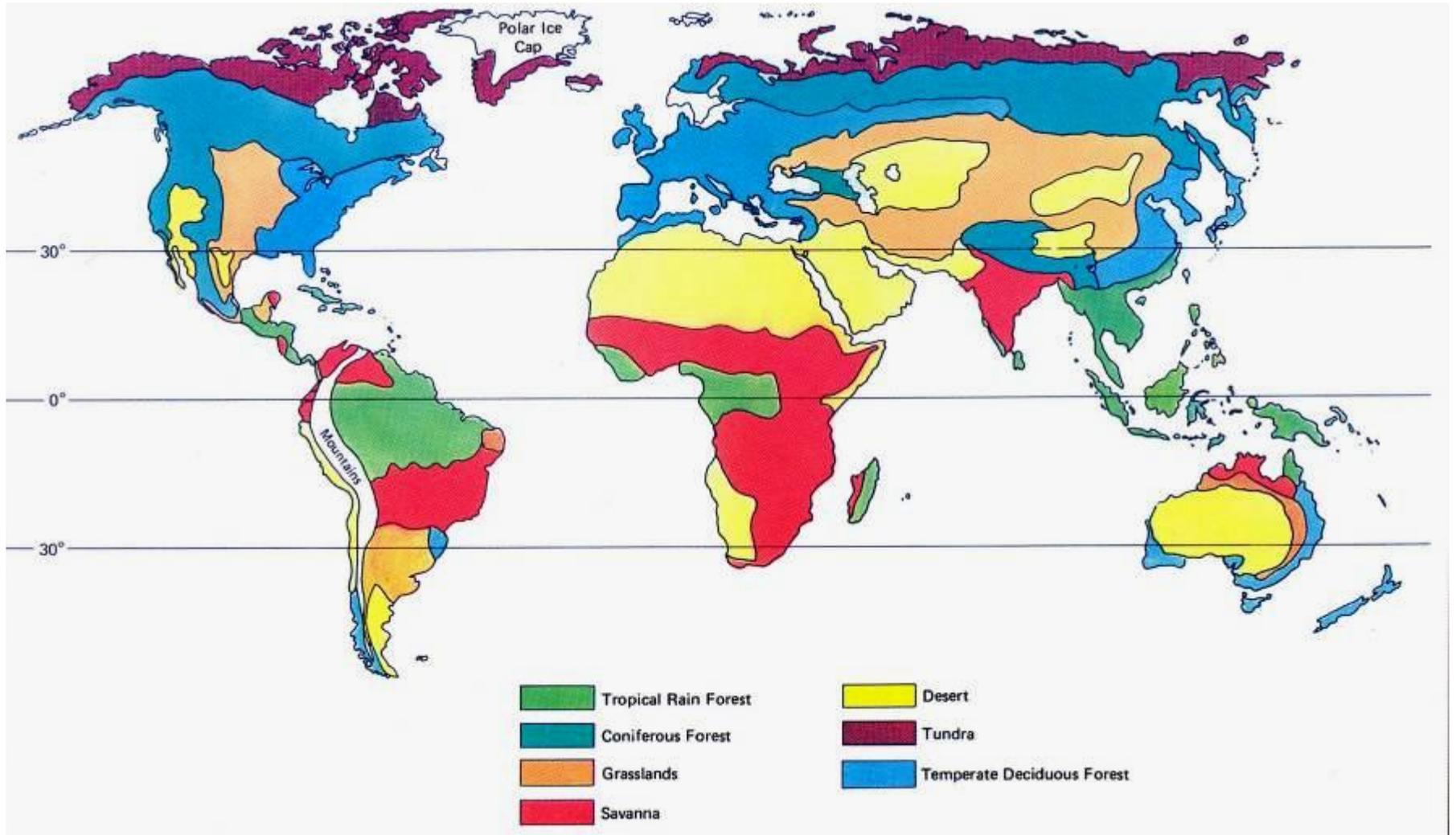
Soil Orders

 Alfisols	 Entisols	 Inceptisols	 Spodosols	 Rocky Land
 Andisols	 Gelisols	 Mollisols	 Ultisols	 Shifting Sand
 Aridisols	 Histosols	 Oxisols	 Vertisols	 Ice/Glacier

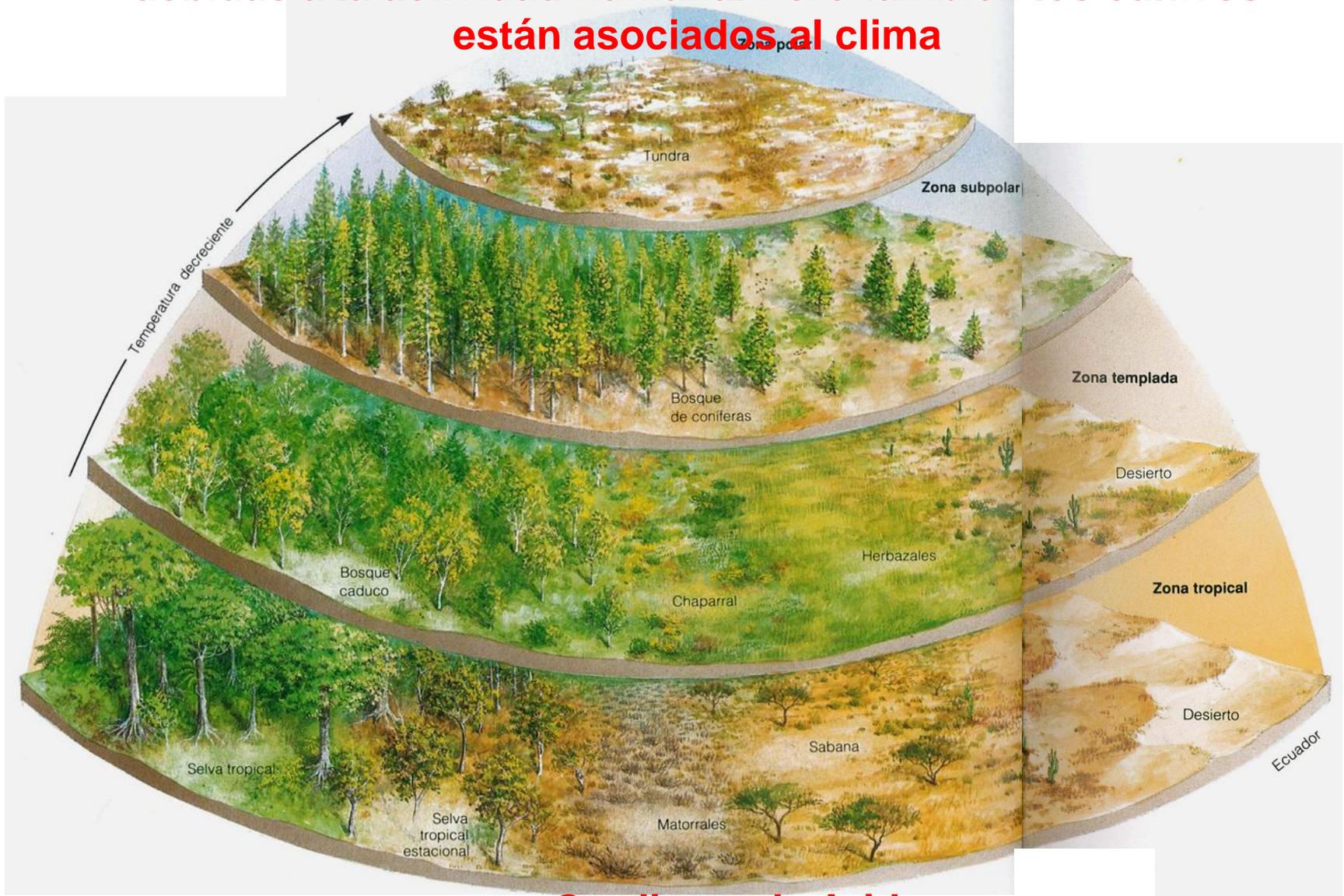
Tipos principales de Suelos



Tipos principales de Biomas



La Vegetación está asociada al clima que existe en la localidad, aunque pueda sufrir modificaciones secundarios debidas a la actividad humana. Pero también los cultivos están asociados al clima



-
Gradiente de Aridez

Distribución de los órdenes de Suelos en un Continente idealizado

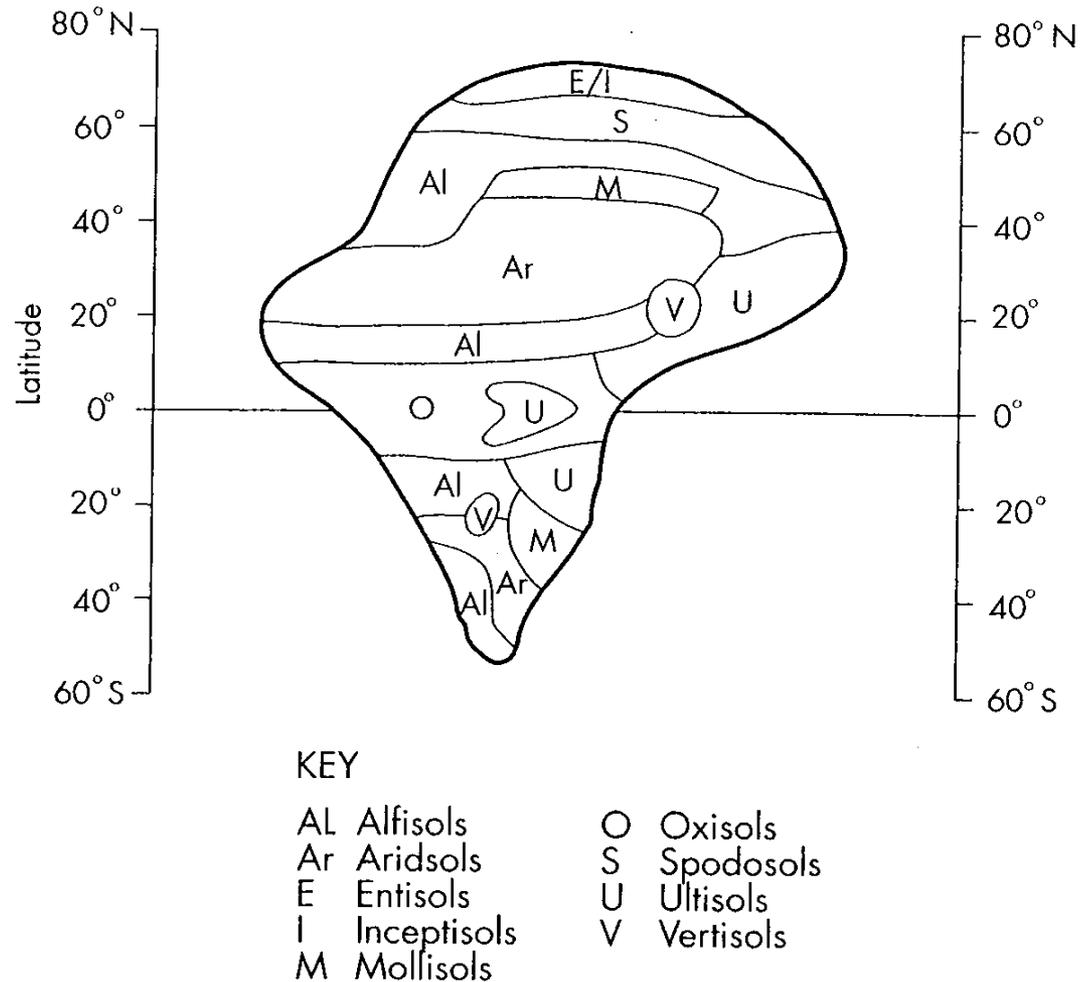


Figure 7.2 Distribution of Soil Taxonomy soil orders on a hypothetical supercontinent.

Source: Based on Strahler and Strahler (1989)

TABLA 10.1

LOS ONCE ÓRDENES PRINCIPALES DE SUELOS (SISTEMA ESTADOUNIDENSE)

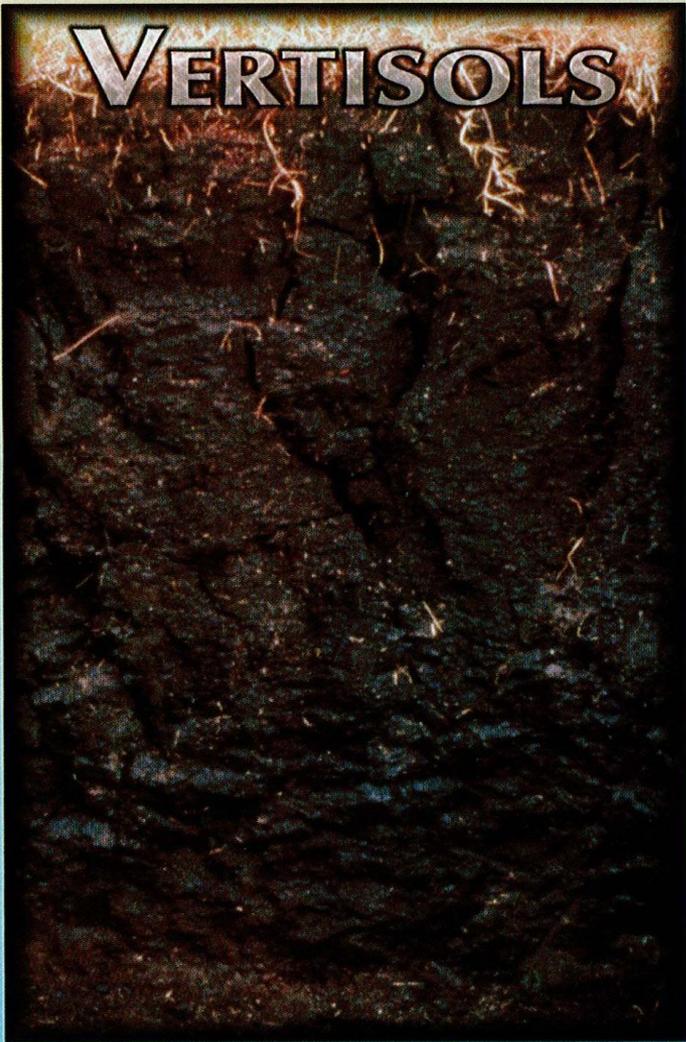
Orden	Derivación y significado	Descripción
Entisol	A partir de «reciente»	Dominan los materiales inorgánicos; ausencia de horizontes bien definidos; en llanuras de inundación y suelos rocosos.
Vertisol	Latín <i>verto</i> , «invertido»	Suelos arcillosos y oscuros que muestran fracturas anchas y profundas al secarse.
Inceptisol	Latín <i>inceptio</i> , «inicio»	Textura más fina que la arena margosa; escasa translocación de las arcillas; poco espesor; desarrollo moderado de los horizontes.
Aridisol	Latín <i>aridus</i> , «árido»	Seco durante periodos largos; pobre en humus; rico en bases; suele tener horizontes de carbonato, yeso y/o arcilla.
Mollisol	Latín <i>mollis</i> , «blando»	Horizontes superiores de color desde pardo oscuro hasta negro, con una consistencia blanda; rico en bases; en regiones semihúmedas.
Espodosol	Griego <i>spodus</i> , «ceniciento»	Horizonte E gris pálido, blanquecino, sobre un horizonte B negro y rojizo, rico en hierro y aluminio que pueden extraerse.
Alfisol	A partir de Al y Fe	Humus a poca profundidad; translocación de la arcilla; horizontes bien desarrollados.
Ultisol	Latín <i>ultimus</i> , «último»	Con lavado intenso; intensa translocación de la arcilla; pobre en bases; en climas húmedos y cálidos.
Oxisol	Francés <i>oxidé</i> , «oxidado»	Suelos con una meteorización intensa; rojos, amarillos o grises; ricos en caolinita, óxidos de hierro y usualmente también humus; en zonas tropicales y subtropicales.
Histosol	Griego <i>histos</i> , «orgánico»	Muy rico en materia orgánica; en zonas de turbera.
Andisol	Japonés <i>an</i> , «negro» y <i>do</i> , «suelo»	Desarrollado a partir de materiales volcánicos; con meteorización débil; capas superiores de color oscuro; densidad reducida.

Relaciones aproximadas entre los mayores órdenes y grupos de suelos según las clasificaciones del Soil Survey Staff (USA) y de la FAO/UNESCO

Clasificación USA	Clasificación FAO/UNESCO
Alfisol	Luvisol
Andisol	Andosol
Aridisol	Calcisol, Gypsisol, Solonchank, Solonetz
Entisol	Arenosol, Fluvisol, Leptosol, Regosol
Histosol	Histosol
Inceptisol	Cambisol
Mollisol	Chernozem, Greyzems, Kastanozems, Phaenzems
Oxisol	Alisol, Ferrasol, Nitosol, Plinthosol
Spodosol	Podzol
Ultisol	Acrisol, Lixisol
Vertisol	Vertisol

En las figuras posteriores se indican según la clasificación USA

VERTISOLS

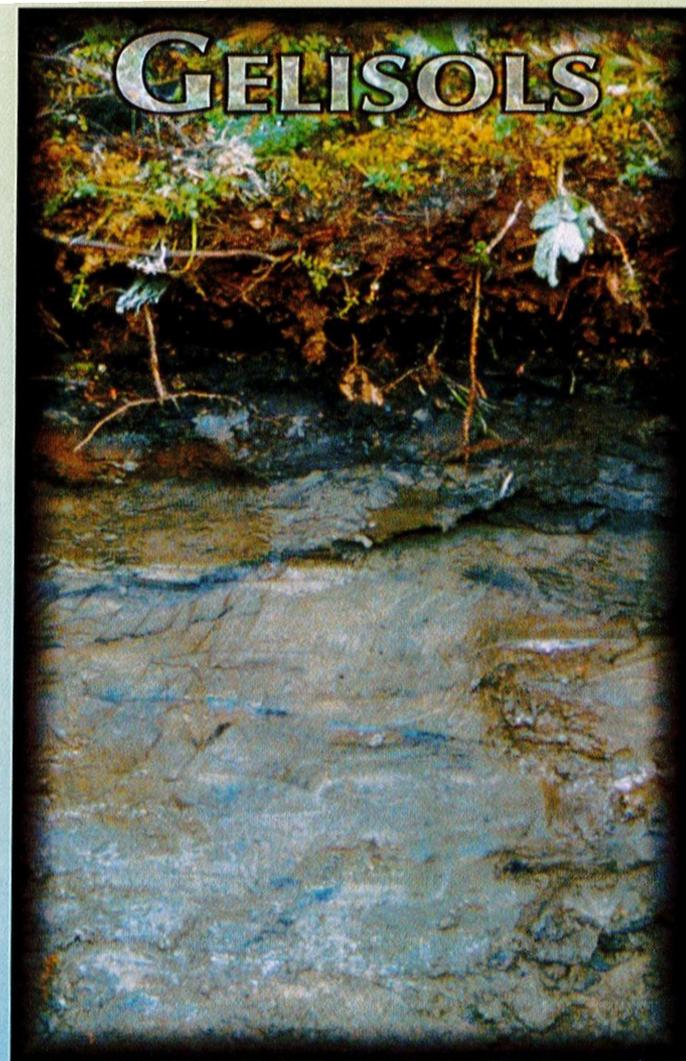


Vertisols have a high content of expanding clay minerals. They undergo pronounced changes in volume with changes in moisture. They have cracks that open and close periodically, and that show evidence of soil movement in the profile.

Because they swell when wet, vertisols transmit water very slowly and have undergone little leaching. They tend to be fairly high in natural fertility.

VERTISOLS MAKE UP ABOUT 2% OF THE WORLD'S ICE-FREE LAND SURFACE.

GELISOLS

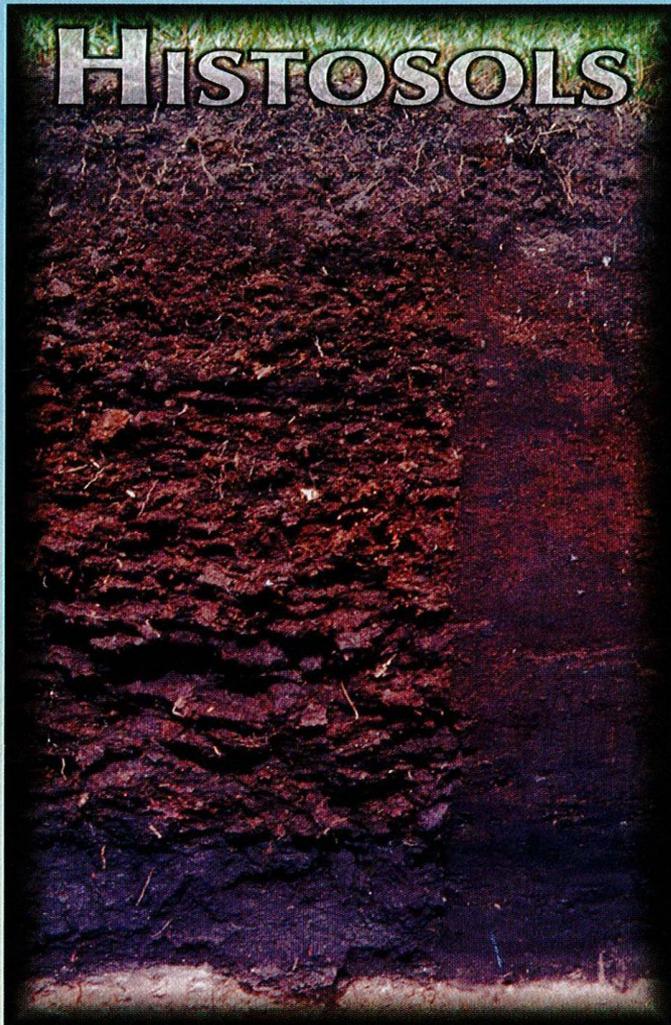


Gelisols are soils that have permafrost near the soil surface and/or have evidence of cryoturbation (frost churning) and/or ice segregation.

Gelisols are common in the higher latitudes or at high elevations.

GELISOLS MAKE UP ABOUT 9% OF THE WORLD'S ICE-FREE LAND SURFACE.

HISTOSOLS

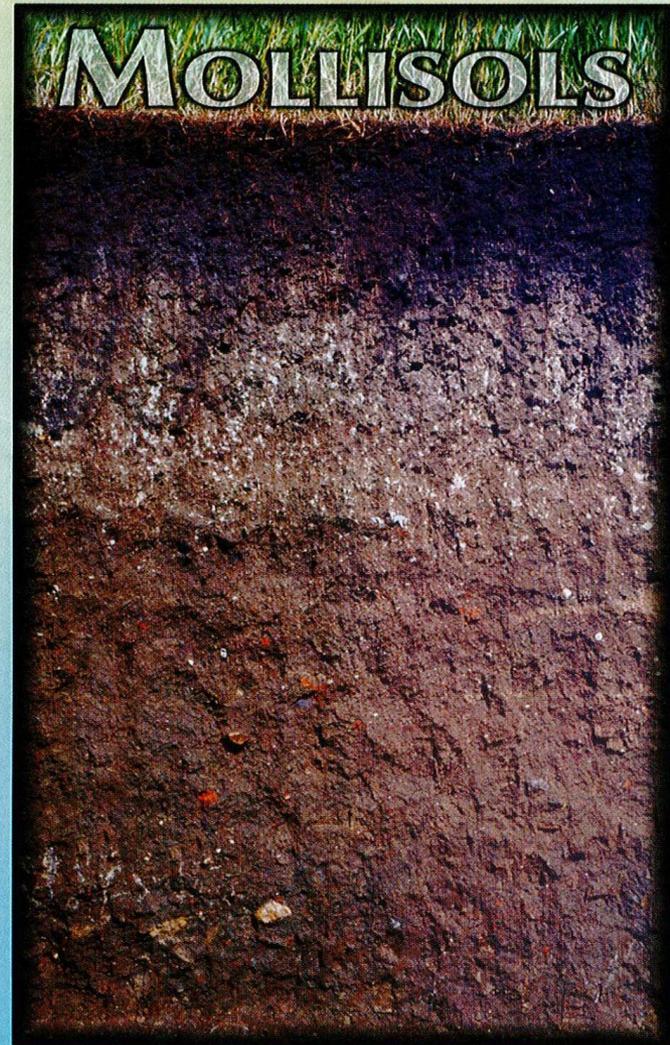


Histosols have a high content of organic matter and no permafrost. Most are saturated year round, but a few are freely drained. Histosols are commonly called bogs, moors, peats, or mucks.

Histosols form in decomposed plant remains that accumulate in water, forest litter, or moss faster than they decay. If these soils are drained and exposed to air, microbial decomposition is accelerated and the soils may subside dramatically.

HISTOSOLS MAKE UP ABOUT 1% OF THE WORLD'S ICE-FREE LAND SURFACE.

MOLLISOLS



Mollisols are soils that have a dark colored surface horizon relatively high in content of organic matter. The soils are base rich throughout and therefore are quite fertile.

Mollisols characteristically form under grass in climates that have a moderate to pronounced seasonal moisture deficit.

They are extensive soils on the steppes of Europe, Asia, North America, and South America.

MOLLISOLS MAKE UP ABOUT 7% OF THE WORLD'S ICE-FREE LAND SURFACE.

OXISOLS

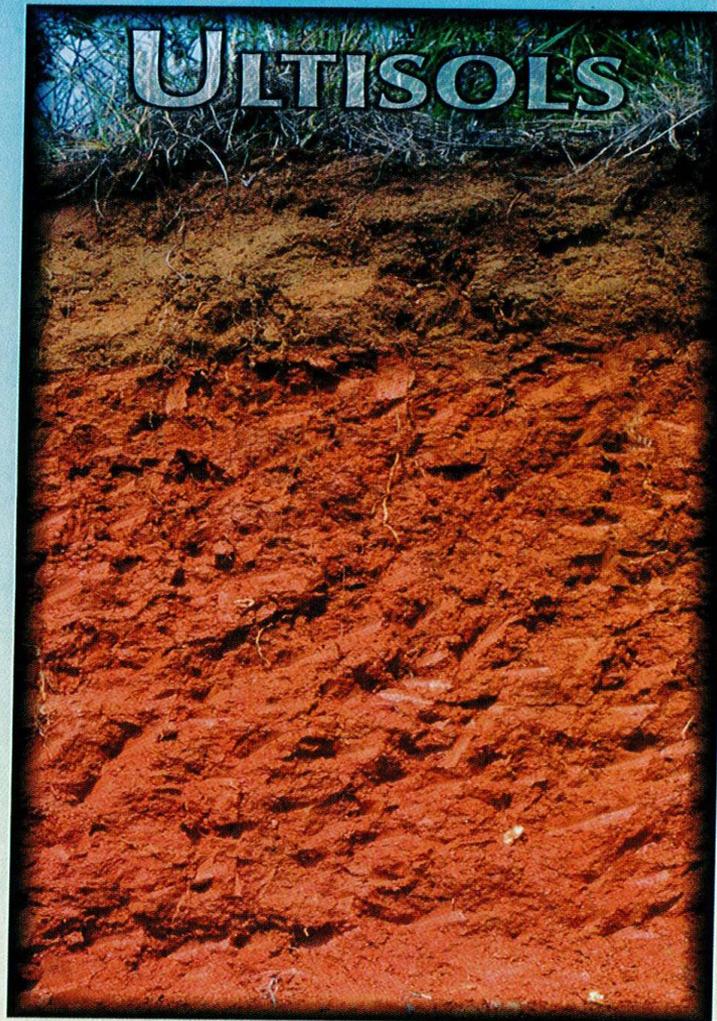


Oxisols are highly weathered soils of tropical and subtropical regions. They are dominated by low activity minerals, such as quartz, kaolinite, and iron oxides. They tend to have indistinct horizons.

Oxisols characteristically occur on land surfaces that have been stable for a long time. They have low natural fertility as well as a low capacity to retain additions of lime and fertilizer.

**OXISOLS MAKE UP ABOUT 8% OF THE WORLD'S
ICE-FREE LAND SURFACE.**

ULTISOLS



Ultisols are soils in humid areas. They formed from fairly intense weathering and leaching processes that result in a clay-enriched subsoil dominated by minerals, such as quartz, kaolinite, and iron oxides.

Ultisols are typically acid soils in which most nutrients are concentrated in the upper few inches. They have a moderately low capacity to retain additions of lime and fertilizer.

**ULTISOLS MAKE UP ABOUT 8% OF THE WORLD'S
ICE-FREE LAND SURFACE.**

SPODOSOLS

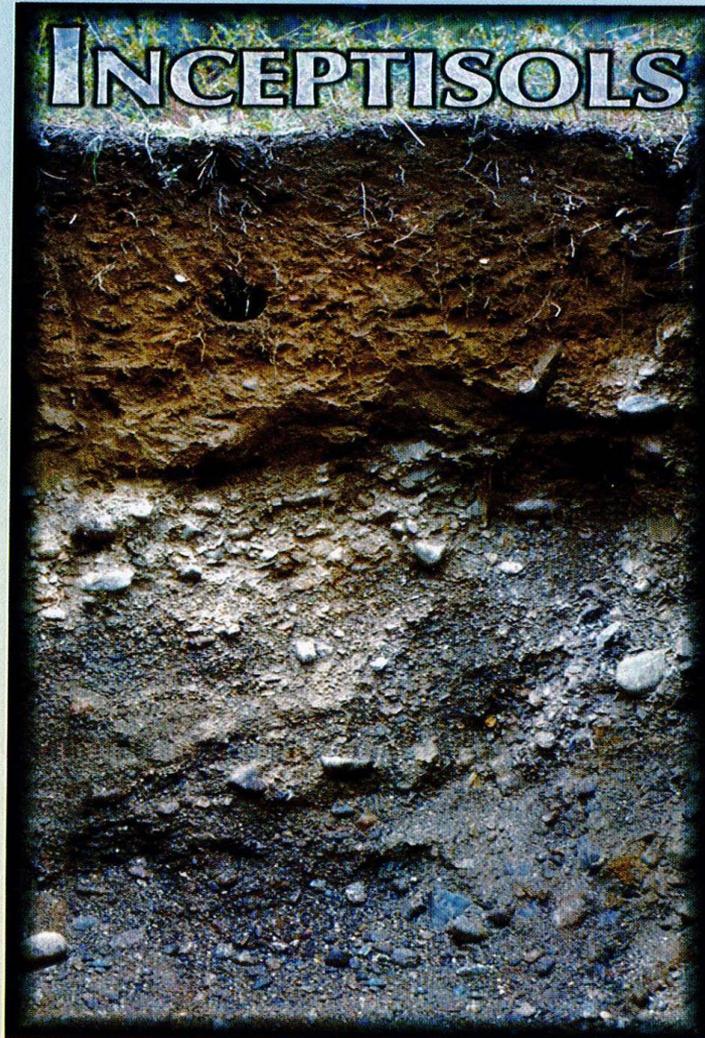


Spodosols formed from weathering processes that strip organic matter combined with aluminum (with or without iron) from the surface layer and deposit them in the subsoil. In undisturbed areas, a gray eluvial horizon that has the color of uncoated quartz overlies a reddish brown or black subsoil.

Spodosols commonly occur in areas of coarse-textured deposits under coniferous forests of humid regions. They tend to be acid and infertile.

SPODOSOLS MAKE UP ABOUT 4% OF THE WORLD'S ICE-FREE LAND SURFACE.

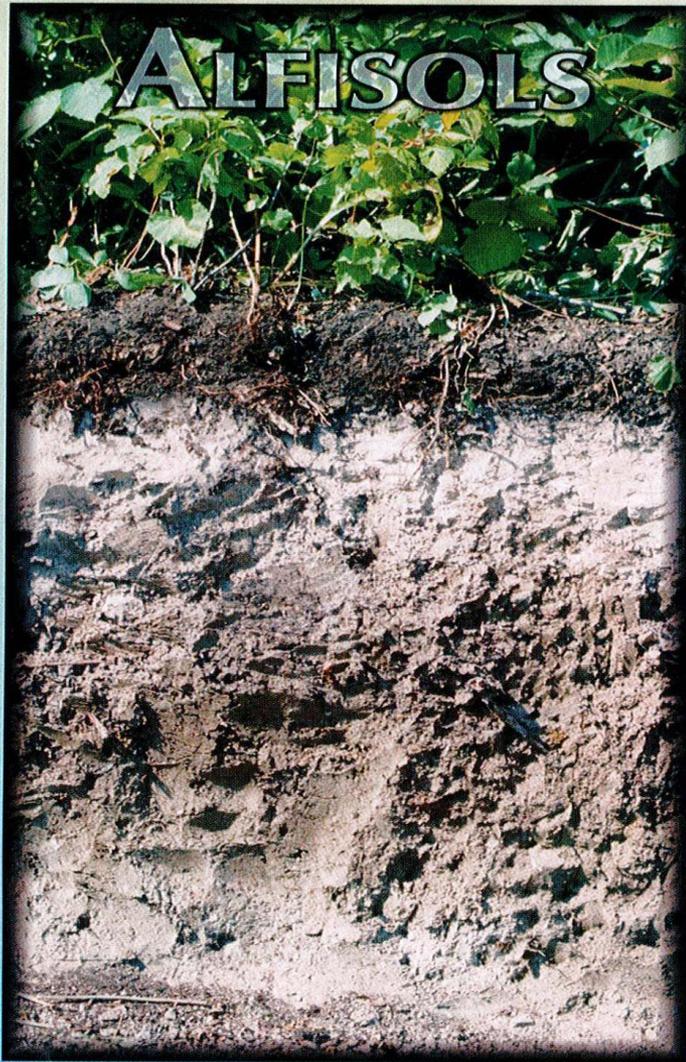
INCEPTISOLS



Inceptisols are soils of semiarid to humid environments that generally exhibit only moderate degrees of soil weathering and development.

Inceptisols have a wide range in characteristics and occur in a wide variety of climates.

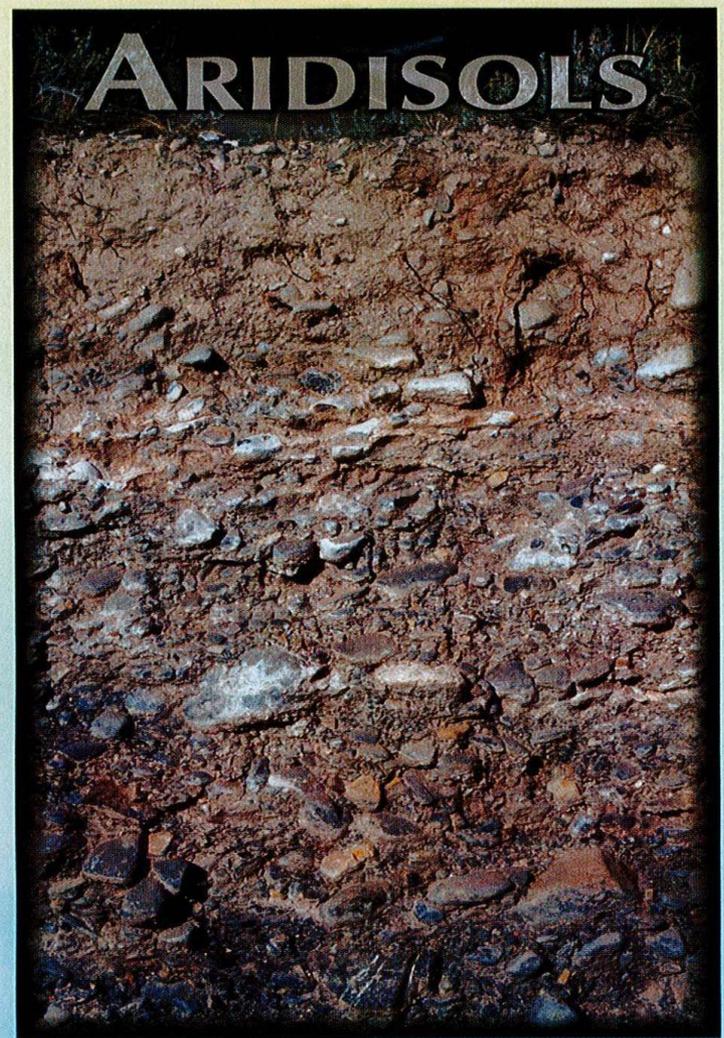
INCEPTISOLS MAKE UP ABOUT 17% OF THE WORLD'S ICE-FREE LAND SURFACE.



Alfisols are in semiarid to moist areas.

These soils result from weathering processes that leach clay minerals and other constituents out of the surface layer and into the subsoil, where they can hold and supply moisture and nutrients to plants. They formed primarily under forest or mixed vegetative cover and are productive for most crops.

ALFISOLS MAKE UP ABOUT 10% OF THE WORLD'S ICE-FREE LAND SURFACE.



Aridisols are soils that are too dry for the growth of mesophytic plants. The lack of moisture greatly restricts the intensity of weathering processes and limits most soil development processes to the upper part of the soils. Aridisols often accumulate gypsum, salt, calcium carbonate, and other materials that are easily leached from soils in more humid environments.

Aridisols are common in the deserts of the world.

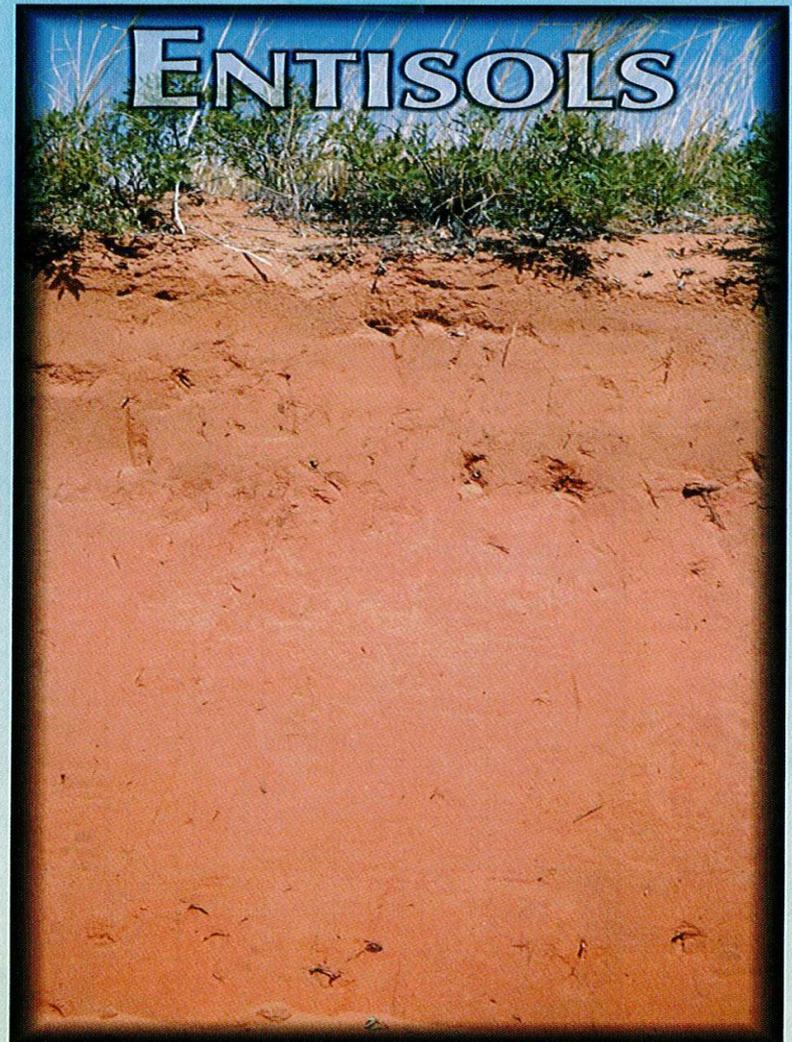
ARIDISOLS MAKE UP ABOUT 12% OF THE WORLD'S ICE-FREE LAND SURFACE.



Andisols form from weathering processes that generate minerals with little orderly crystalline structure. These minerals can result in an unusually high water- and nutrient-holding capacity.

As a group, Andisols tend to be highly productive soils. They include weakly weathered soils with much volcanic glass as well as more strongly weathered soils. They are common in cool areas with moderate to high precipitation, especially those areas associated with volcanic materials.

**ANDISOLS MAKE UP ABOUT 1% OF THE WORLD'S
ICE-FREE LAND SURFACE.**



Entisols are soils that show little or no evidence of pedogenic horizon development.

Entisols occur in areas of recently deposited parent materials or in areas where erosion or deposition rates are faster than the rate of soil development; such as dunes, steep slopes, and flood plains. They occur in many environments.

**ENTISOLS MAKE UP ABOUT 16% OF THE WORLD'S
ICE-FREE LAND SURFACE.**