

## **Tema 6**

# **Taxonomía de Suelos**

**Dr. Jesús A. Vilorio R.**  
**Universidad Central de Venezuela**  
**Facultad de Agronomía**  
**Postgrado en Ciencia del Suelo**



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA  
Y GANADERÍA

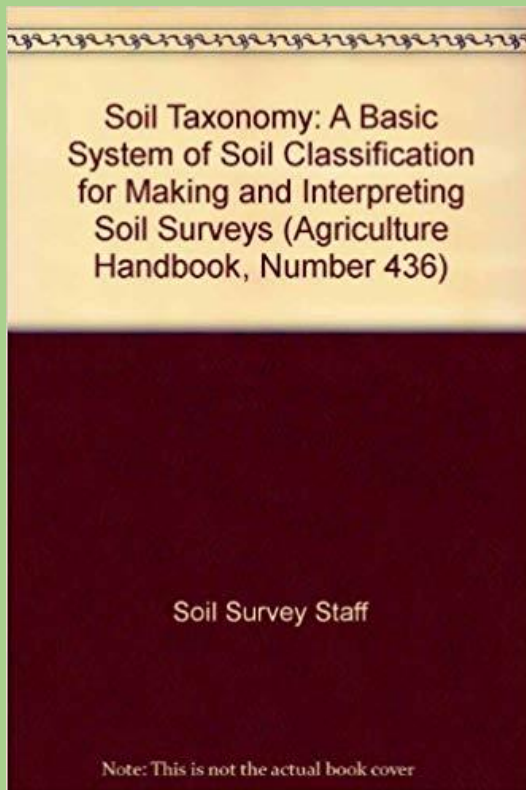


PROGRAMA  
**RESILIENCIA  
CLIMÁTICA**  
BOSQUES CAFETALEROS



**BID**

Banco Interamericano  
de Desarrollo



La Taxonomía de Suelos fue desarrollada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Originalmente se planteó que su finalidad era servir a los propósitos del inventario de suelos (Soil Survey Staff, 1975).

Posteriormente, se ha enfatizado más su utilidad como medio de comunicación en la ciencia del suelo (Soil Survey Staff, 1998).

### **Objetivos**

1. Agrupar los suelos en clases ordenadas jerárquicamente, que contribuyan a comprender la relación entre los suelos, y entre estos y los factores responsables de sus características.
2. Proporcionar un medio de comunicación en la ciencia del suelo.

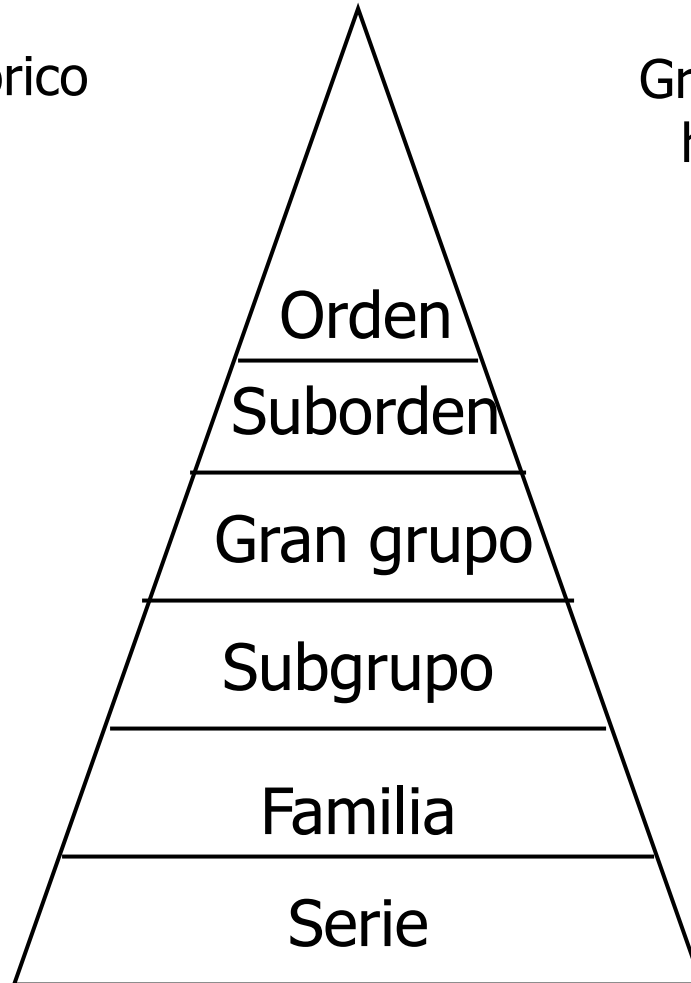
La Taxonomía de Suelos ordena las clases en seis niveles jerárquicos de clasificación

Nivel Categórico

Alto



Bajo



Orden

Suborden

Gran grupo

Subgrupo

Familia

Serie

Grado de detalle y homogeneidad

Bajo



Alto

## Atributos de Diagnóstico

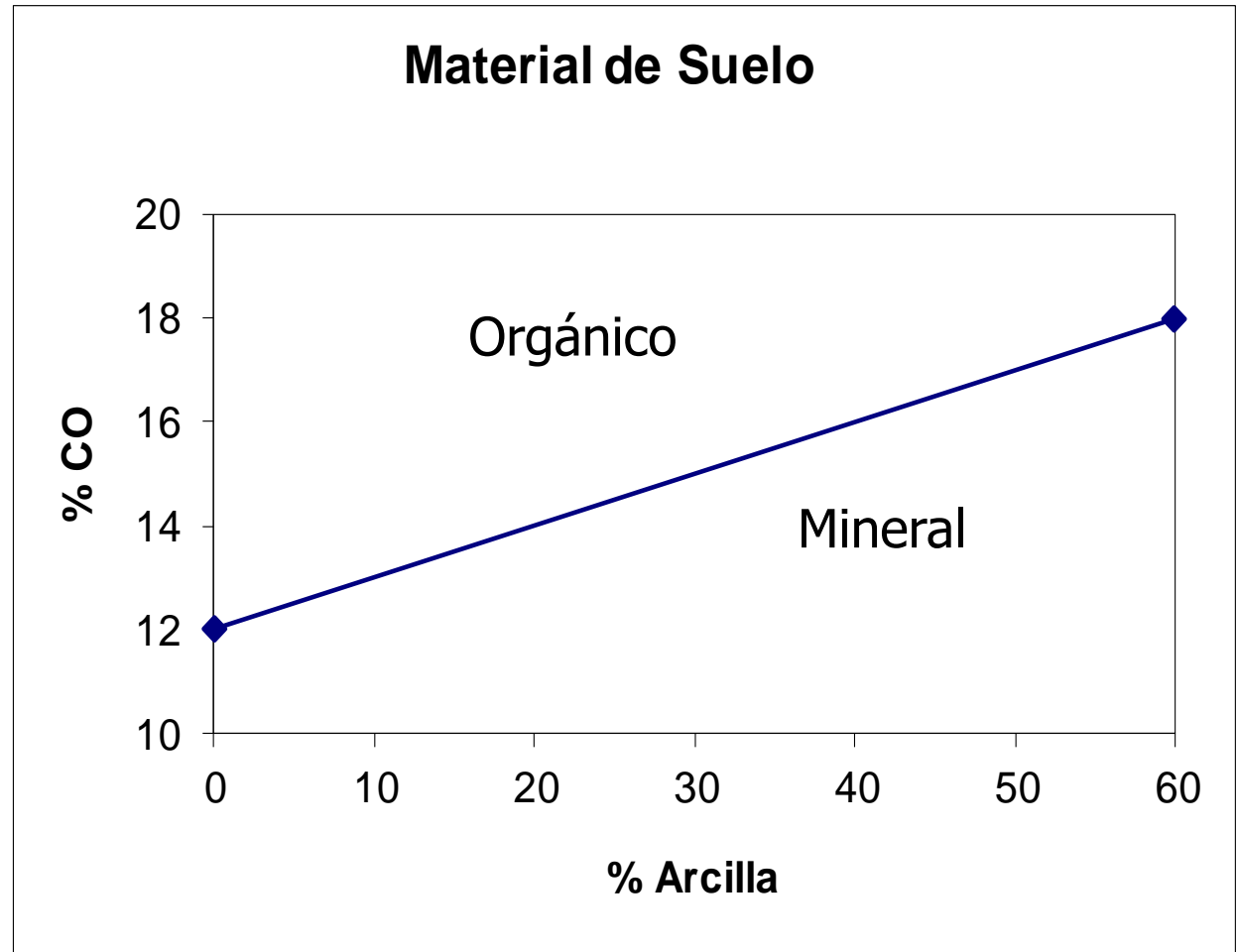
La distinción entre clases de suelos no puede ser basada en los procesos porque a medida que avance el conocimiento seguramente cambiarán nuestras ideas sobre ellos.

Sin embargo, los atributos del suelo resultantes de esos procesos son hechos que pueden ser observados, medidos y usados como base para la clasificación.

En las categorías superiores, la Taxonomía de Suelos utiliza como criterios de diagnóstico propiedades edáficas indicadoras de la acción de procesos formación de suelos.

En cambio, en las categorías inferiores (familias, series) las propiedades de diagnóstico están relacionadas con interpretaciones utilitarias.

Diferenciación  
entre materiales  
orgánicos y  
materiales  
minerales de  
suelo



Material mineral de Suelo:

Saturado con agua por 30 días acumulativos o más y tiene  
< 18% de CO si la fracción mineral contiene  $\geq 60\%$  arcilla; o  
< 12% si la fracción mineral no contiene arcilla

## Horizontes de diagnóstico

### **El Epipedón**

Es un horizonte formado en la superficie del suelo, más o menos oscurecido por materia orgánica y, en el cual, la mayor parte de la estructura de la roca<sup>1</sup> ha sido destruida.

<sup>1</sup>El término estructura de roca incluye la estratificación fina de sedimentos (eólicos, aluviales, lacustres o marinos) y la saprolita que se deriva de rocas meteorizadas.

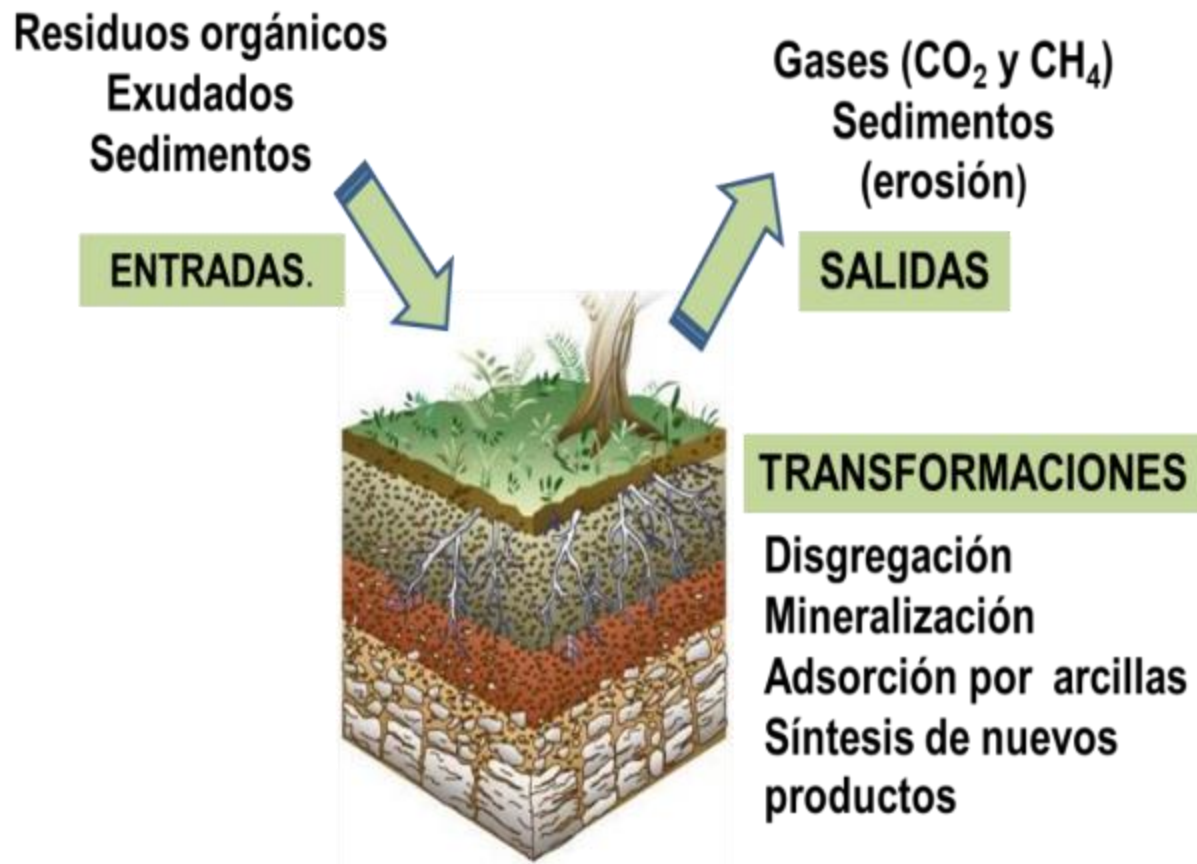
### **Horizontes Subsuperficiales de Diagnóstico: ¿Endopedones?**

Todos los suelos tienen un epipedón; pero el horizonte subsuperficial de diagnóstico puede estar ausente en algunos suelos. Esta ausencia es también un atributo de diagnóstico en las claves de la Taxonomía de Suelos.

## Formación del epipedón: Melanización

Proceso de oscurecimiento del horizonte A por adición y descomposición de materia orgánica (MO).

El contenido de carbono orgánico en el epipedón resulta del equilibrio entre entradas y salidas al suelo como sistema abierto.



## Epipedón mólico

Es un horizonte superficial natural

- con estructura de suelo,
- oscuro, rico en materia orgánica,
- con alta saturación con bases,
- relativamente grueso,
- y húmedo por más de tres meses acumulativos al año.



Es común en los suelos de las estepas de América, Europa y Asia

... también puede estar presente en otras áreas geográficas



1. Tiene unidades estructurales con diámetro  $\leq 30$  cm; o clase de resistencia a la ruptura de suave a moderadamente dura

2. Tiene estructura de roca en menos de 50% del volumen de suelo



Epipedón mólico

1. Tiene unidades estructurales con diámetro  $\leq 30$  cm; o clase de resistencia a la ruptura de suave a moderadamente dura

2. Tiene estructura de roca en menos de 50% del volumen de suelo

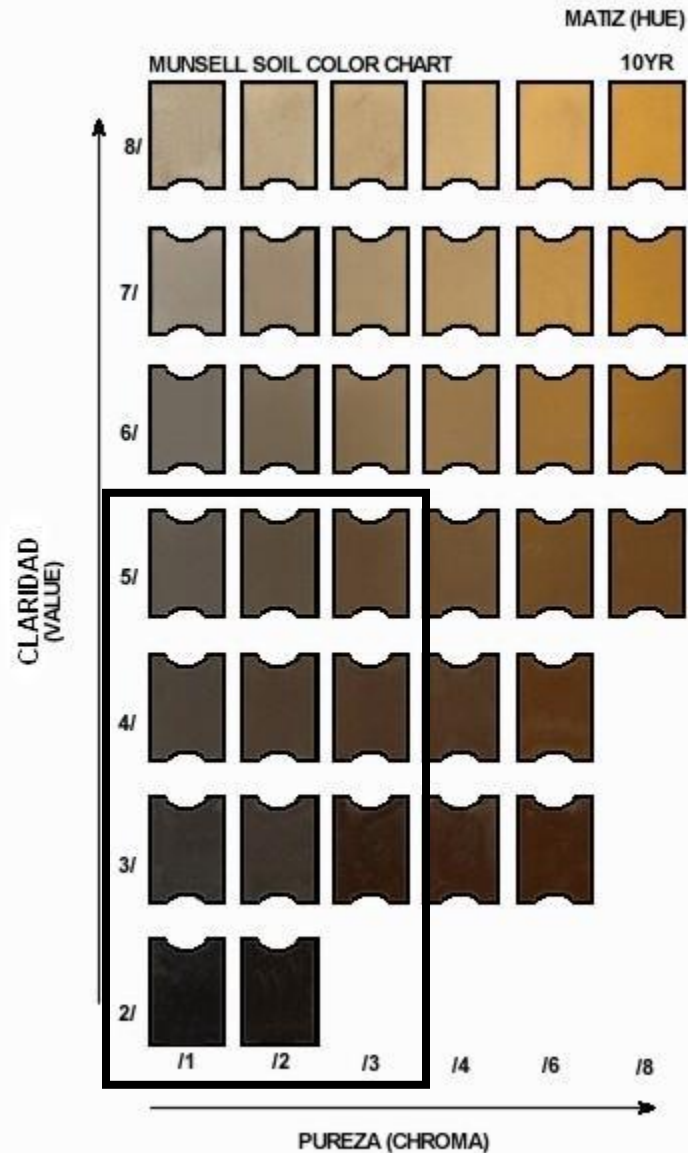
Epipedón mólico

4. El contenido de carbono orgánico es  $\geq 0,6\%$

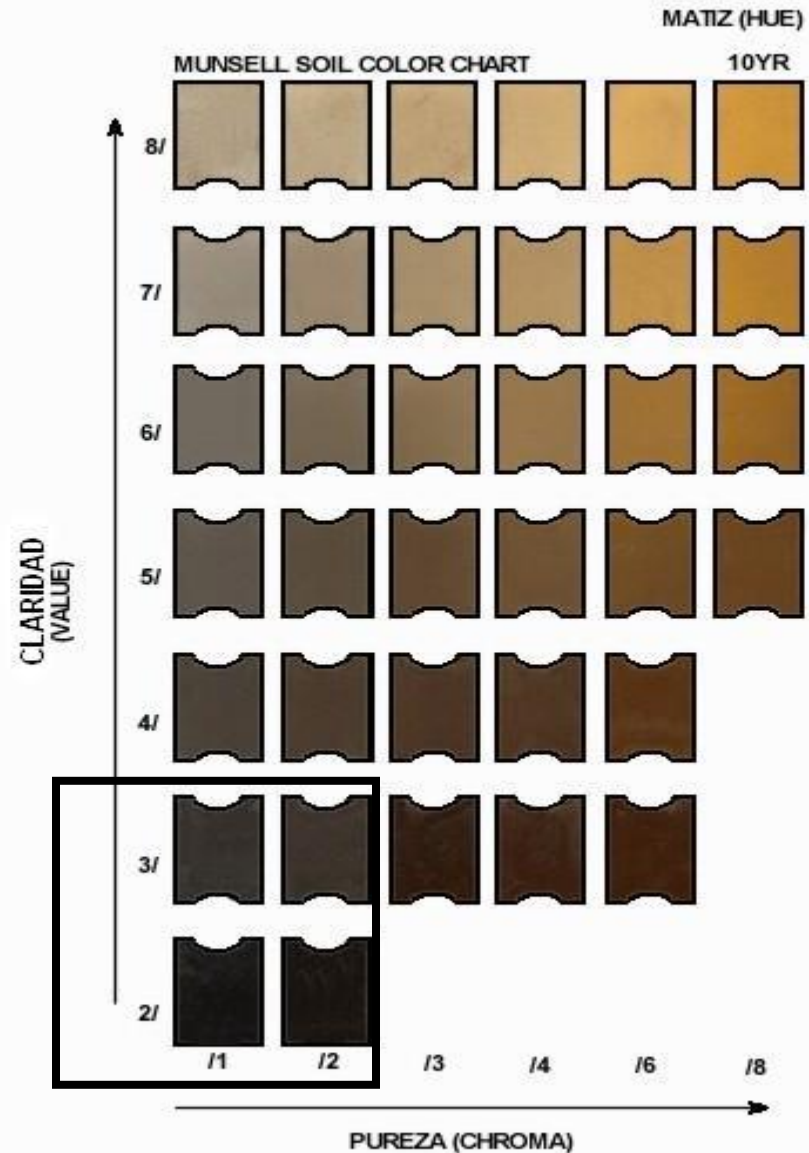
3. El color tiene: value  $\leq 3$  en húmedo y  $\leq 5$  en seco, y chroma  $\leq 3$  en húmedo.

# Epipedón mólico

## Color en seco



## Color en húmedo



1. Tiene unidades estructurales con diámetro  $\leq 30$  cm; o clase de resistencia a la ruptura de suave a moderadamente dura

2. Tiene estructura de roca en menos de 50% del volumen de suelo

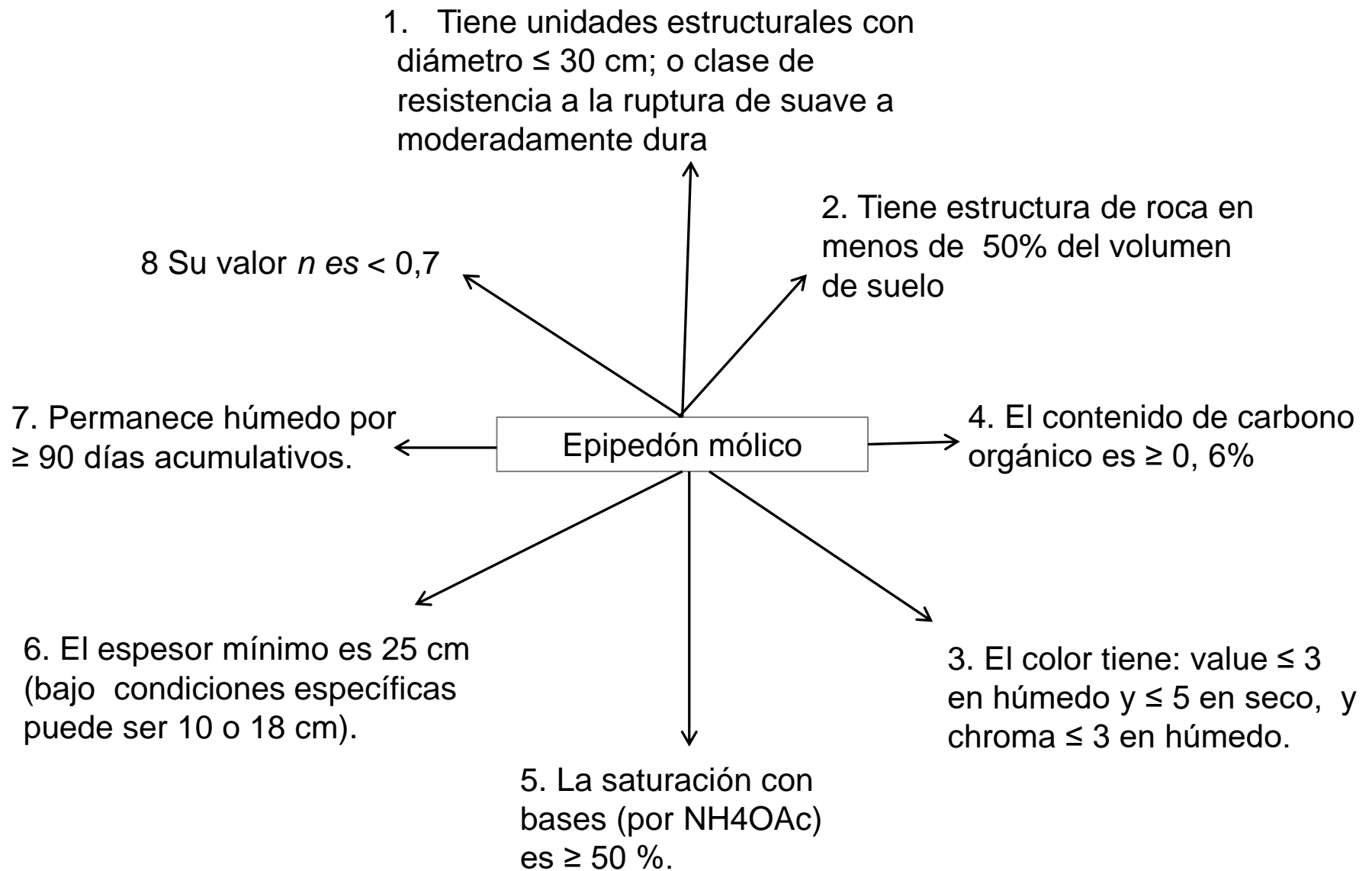
Epipedón mólico

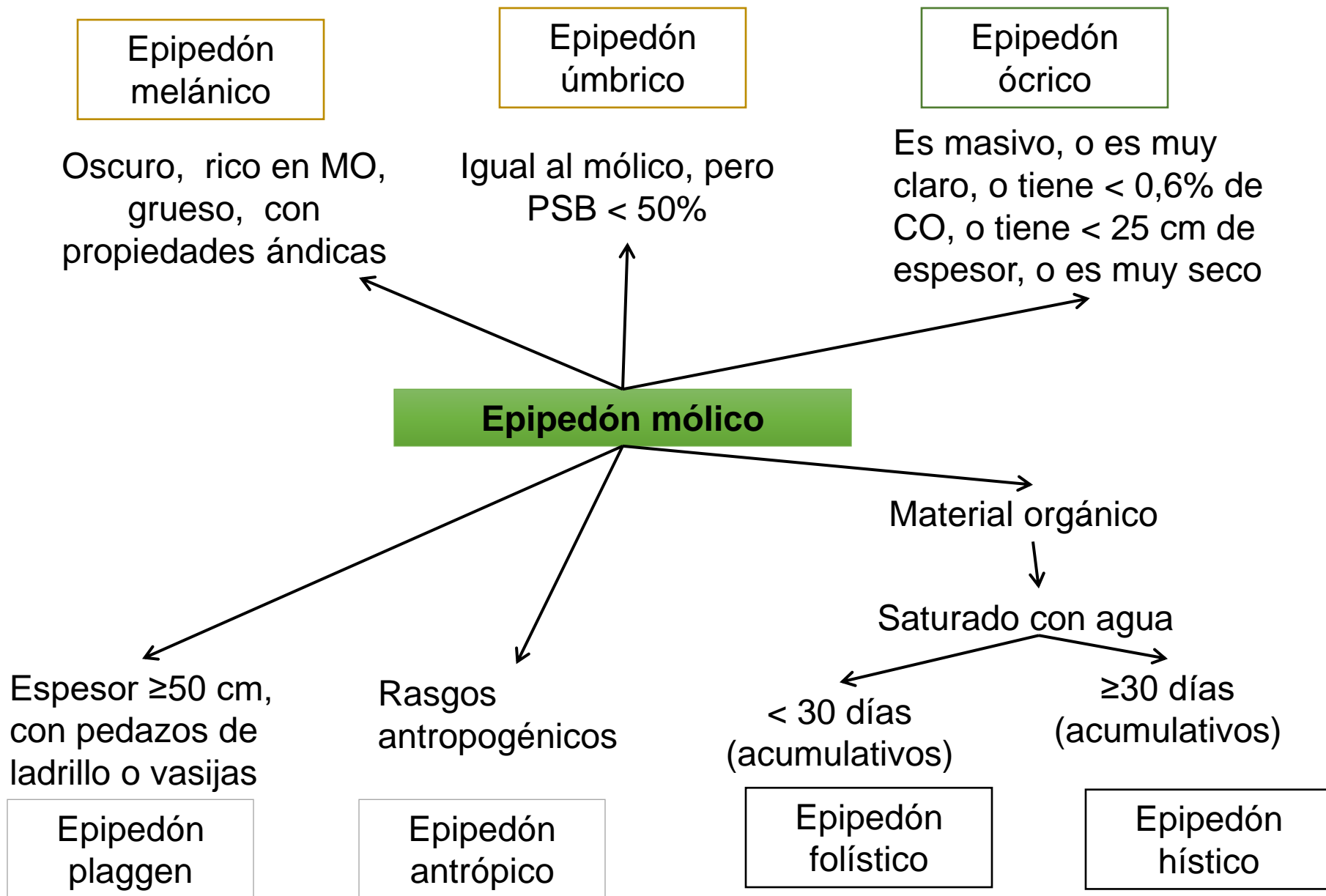
4. El contenido de carbono orgánico es  $\geq 0,6\%$

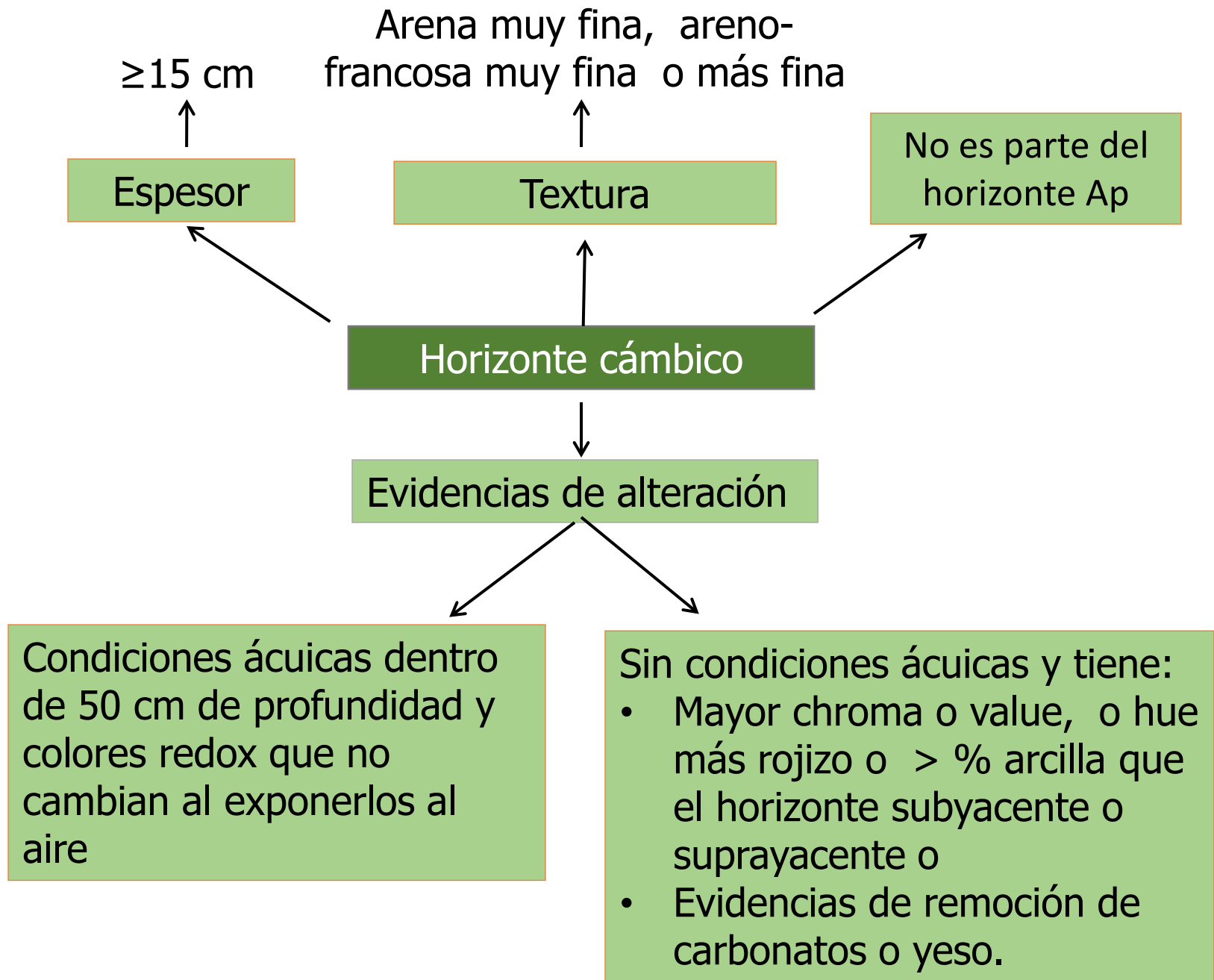
3. El color tiene: value  $\leq 3$  en húmedo y  $\leq 5$  en seco, y chroma  $\leq 3$  en húmedo.

6. El espesor mínimo es 25 cm (bajo condiciones específicas puede ser 10 o 18 cm).

5. La saturación con bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) es  $\geq 50\%$ .









### **Condiciones ácuicas**

Color gris en la matriz del suelo o en caras de agregados

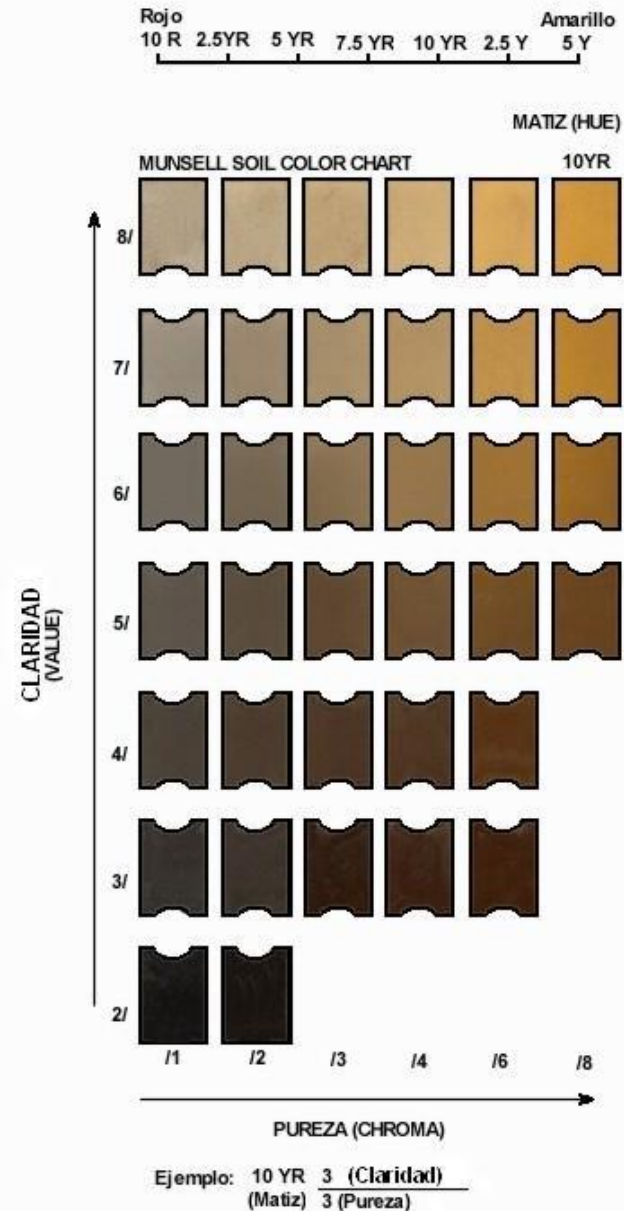
Presencia de moteados grises y anaranjados o rojos.

Causa: procesos estacionales de reducción y oxidación.



Sin condiciones ácuicas el horizonte Cámbico tiene:

- Mayor chroma o value, o hue más rojizo o > % arcilla que el horizonte subyacente o suprayacente
- o evidencias de remoción de carbonatos o yeso.



Cada lamela es  $\geq 0,5\text{cm}$   
y la suma de lamelas es  
 $\geq 15\text{ cm}$

$\geq 15\text{ cm}$

$\geq 7,5\text{ cm}$  o  $\geq 1/10$  de la suma  
de horiz. suprayacentes

Lamelas

Arenoso o  
esquelético arenoso

Más fino

1. Espesor

Horizonte argílico

2. Evidencias  
de iluviación  
de arcilla

3. Incremento de arcilla

$< 15\%$  arcilla

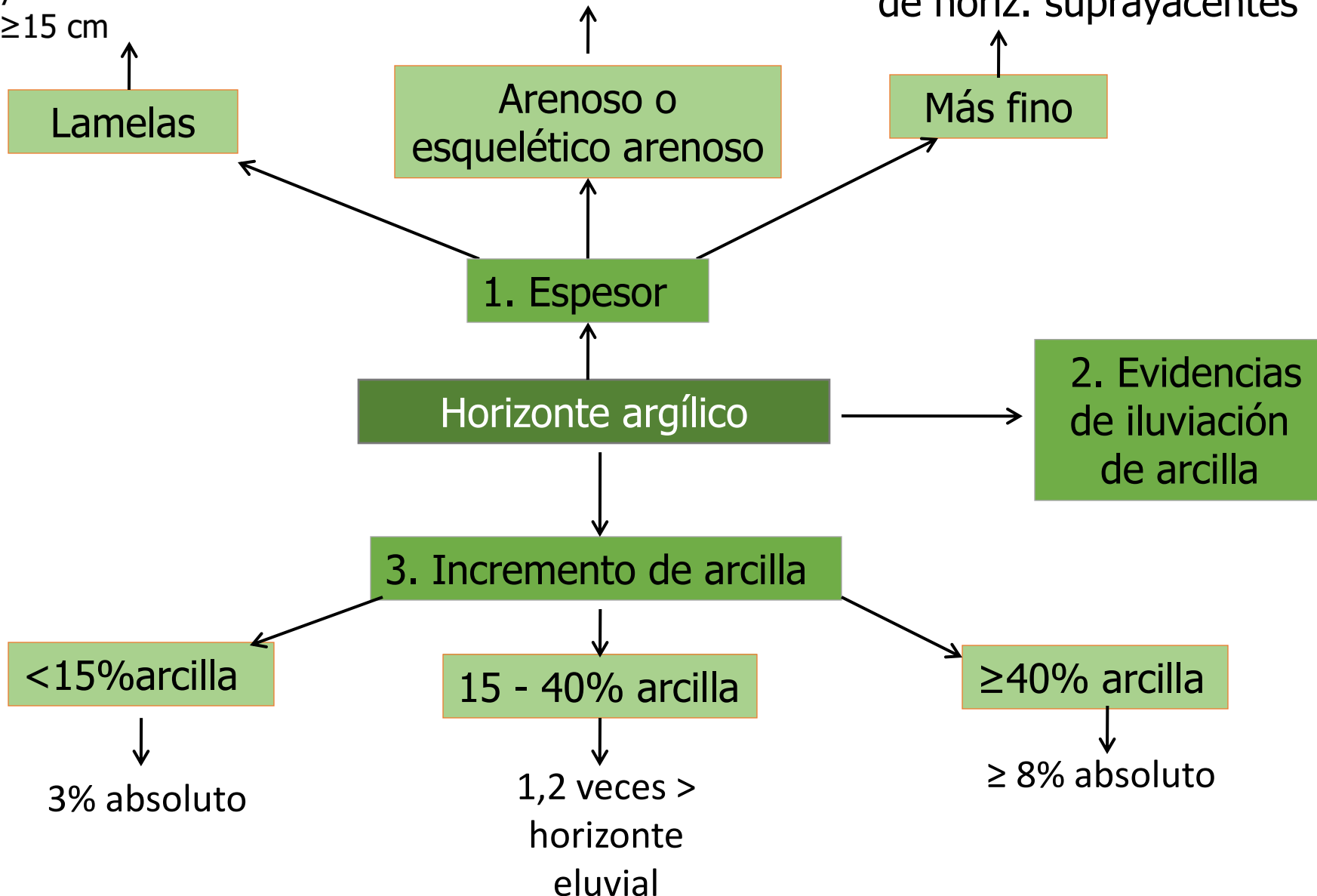
15 - 40% arcilla

$\geq 40\%$  arcilla

3% absoluto

1,2 veces  $>$   
horizonte  
eluvial

$\geq 8\%$  absoluto



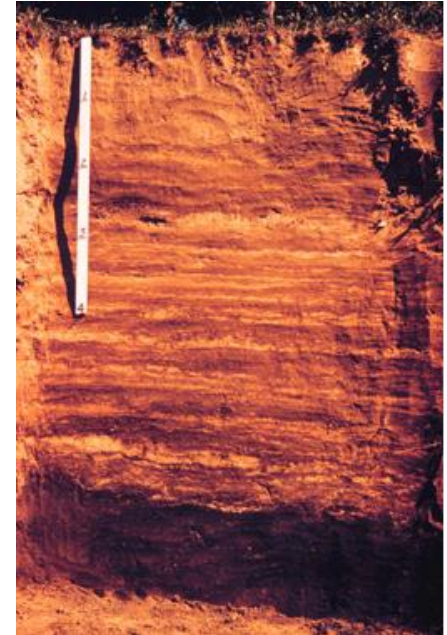
# Evidencias de iluviación de arcilla



Cutan de arcilla



Puentes de arcilla  
uniendo granos de  
arena



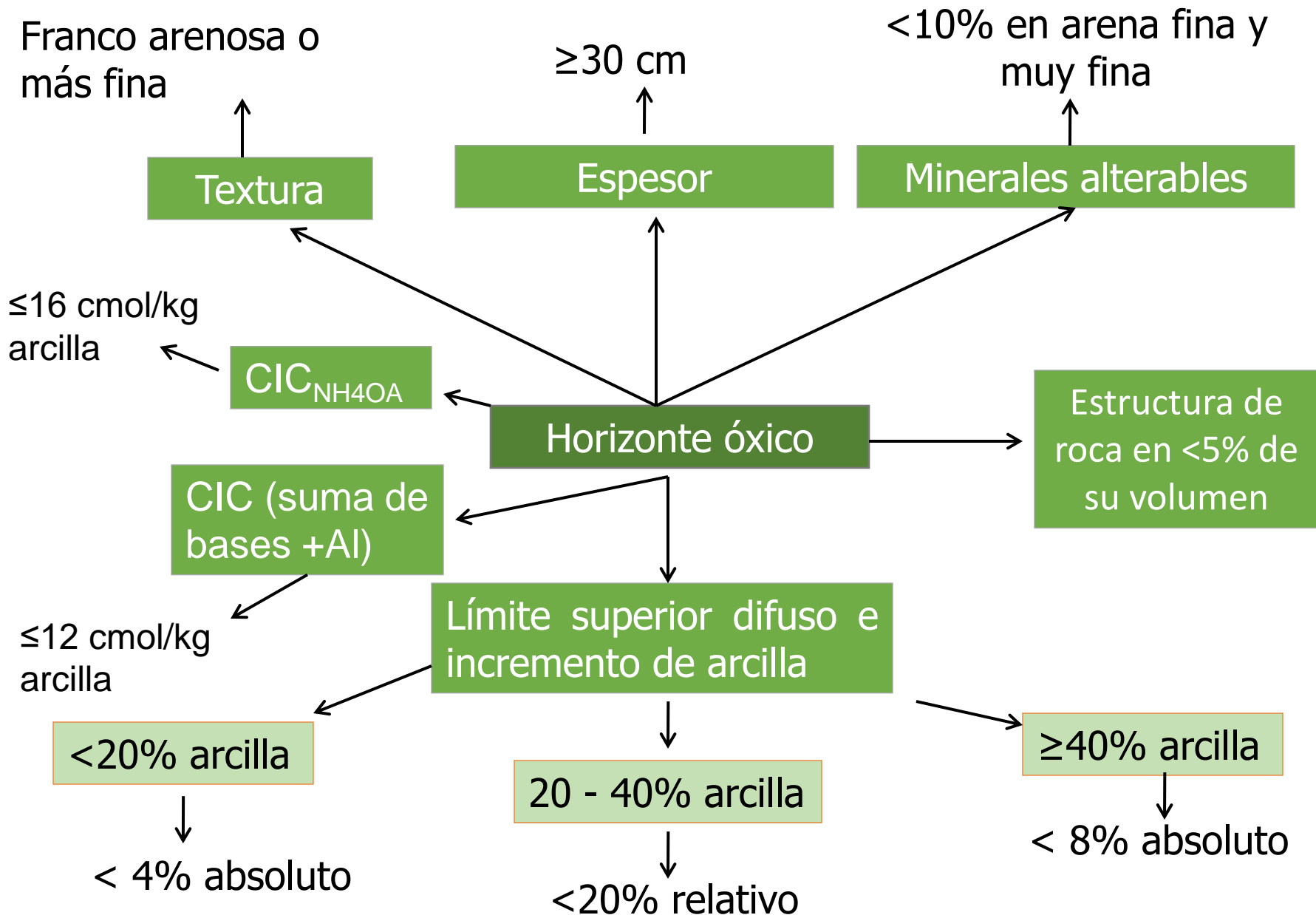
Lamelas de arcilla





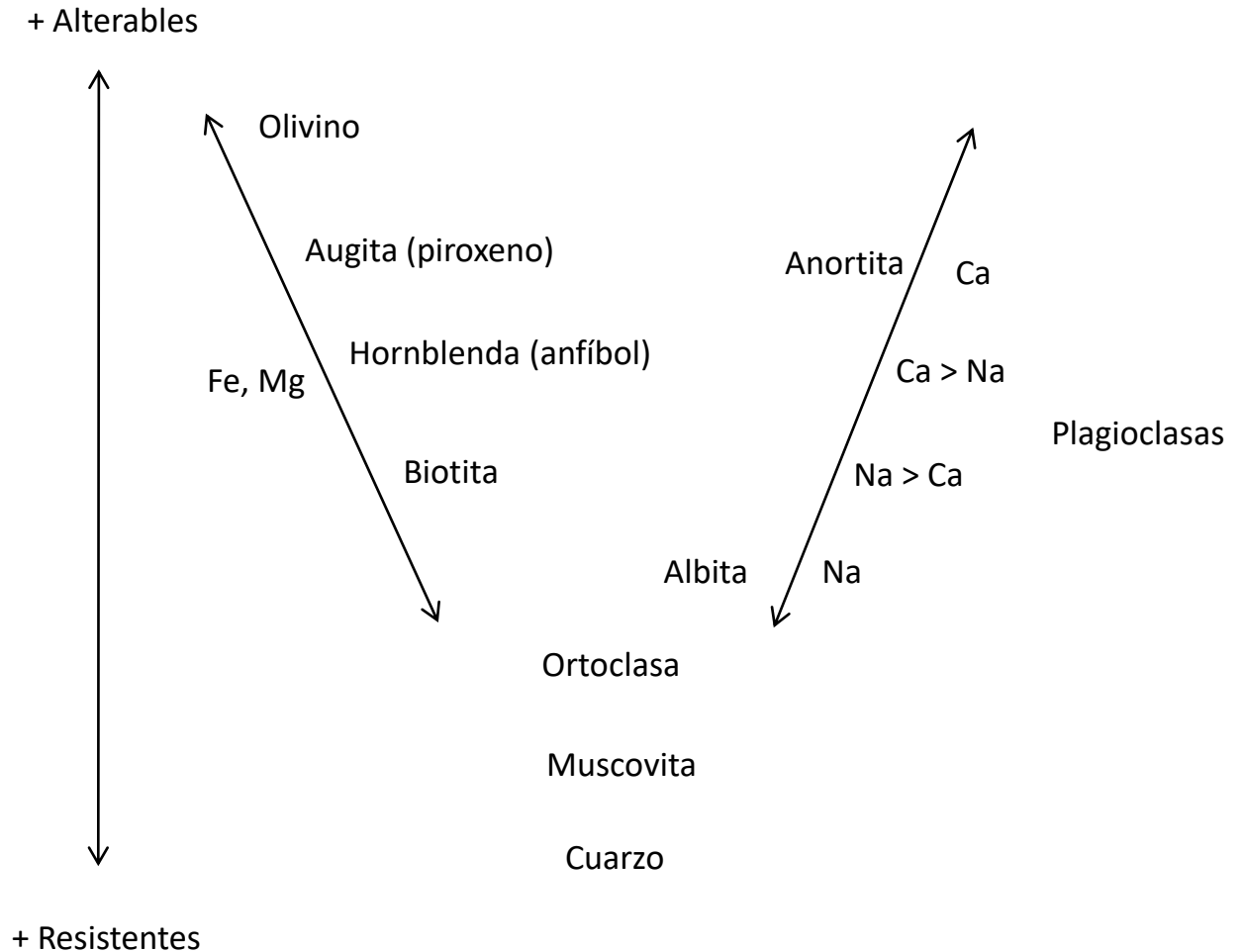
1. Duna antigua parcialmente estabilizada por vegetación (Nordeste de Margarita, Nueva Esparta)
2. Erosión de la duna
3. Detalle de lamelas de arcilla en el perfil de suelo





## Minerales meteorizables: Serie de Goldich

- Predice la estabilidad relativa de varios minerales de tamaño limo y arena, compuestos por silicatos.
- En la rama de los minerales ferromagnesianos el orden de estabilidad está relacionado con la polimerización creciente de tetraedros de  $\text{SiO}_4$
- En la rama de las plagioclasas el aumento de la estabilidad está asociado a un incremento de sodio y una disminución de calcio en su composición química



Areno francosa muy fina o más fina

Textura

$\geq 30$  cm

Espesor

Suelo superficial arenoso

100-200 cm

Suelo superficial >20% arcilla

<100 cm

Límite superior

$\leq 16$  cmol/kg arcilla

$\text{CIC}_{\text{NH}_4\text{OA}}$

Horizonte kándico

CIC (suma de bases +Al)

<125 cm

Otros casos

Incremento de arcilla

$\leq 12$  cmol/kg arcilla

<20% arcilla

$\geq 4\%$  absoluto

20 - 40% arcilla

$\geq 20\%$  relativo

$\geq 40\%$  arcilla

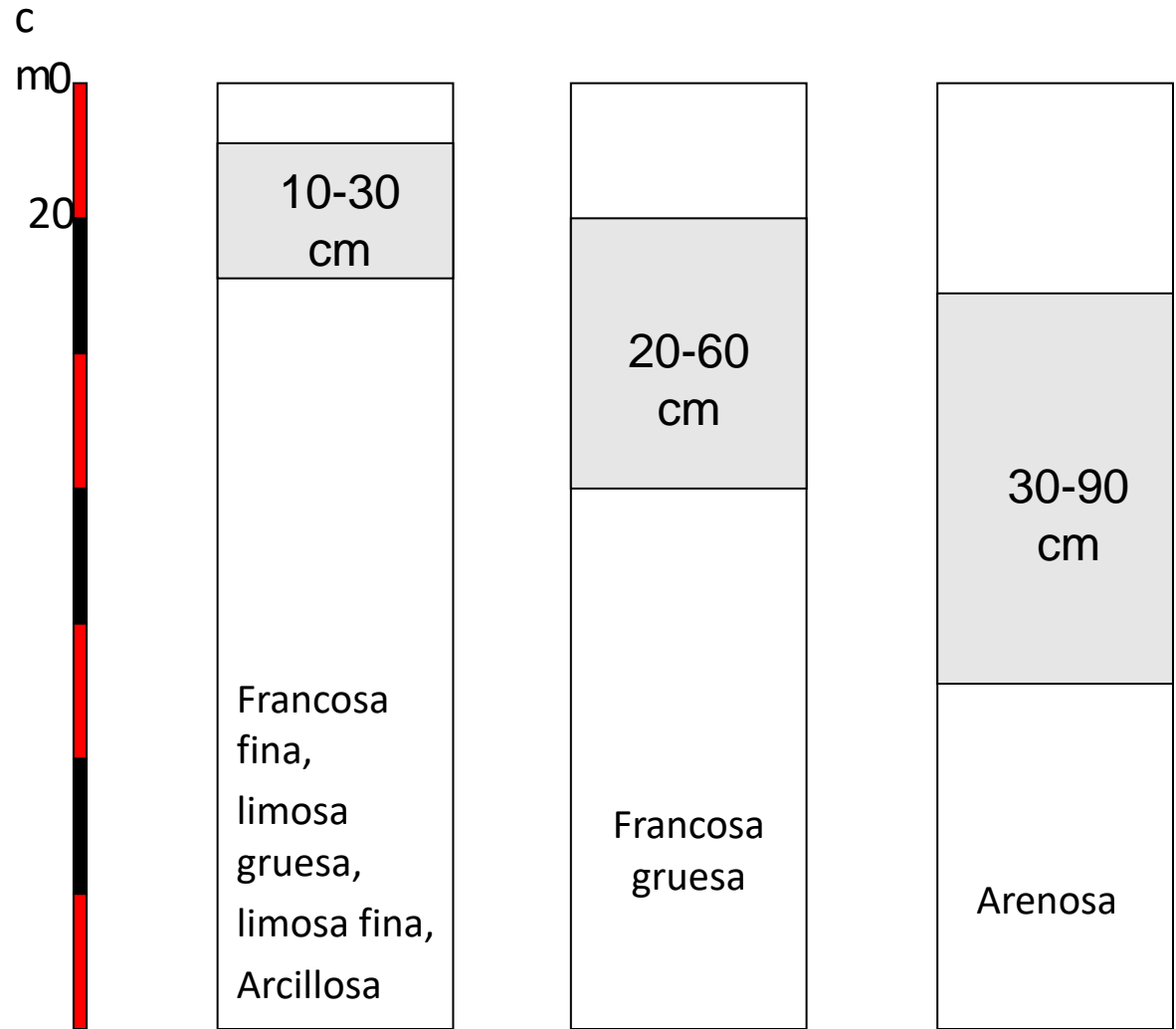
$\geq 8\%$  absoluto

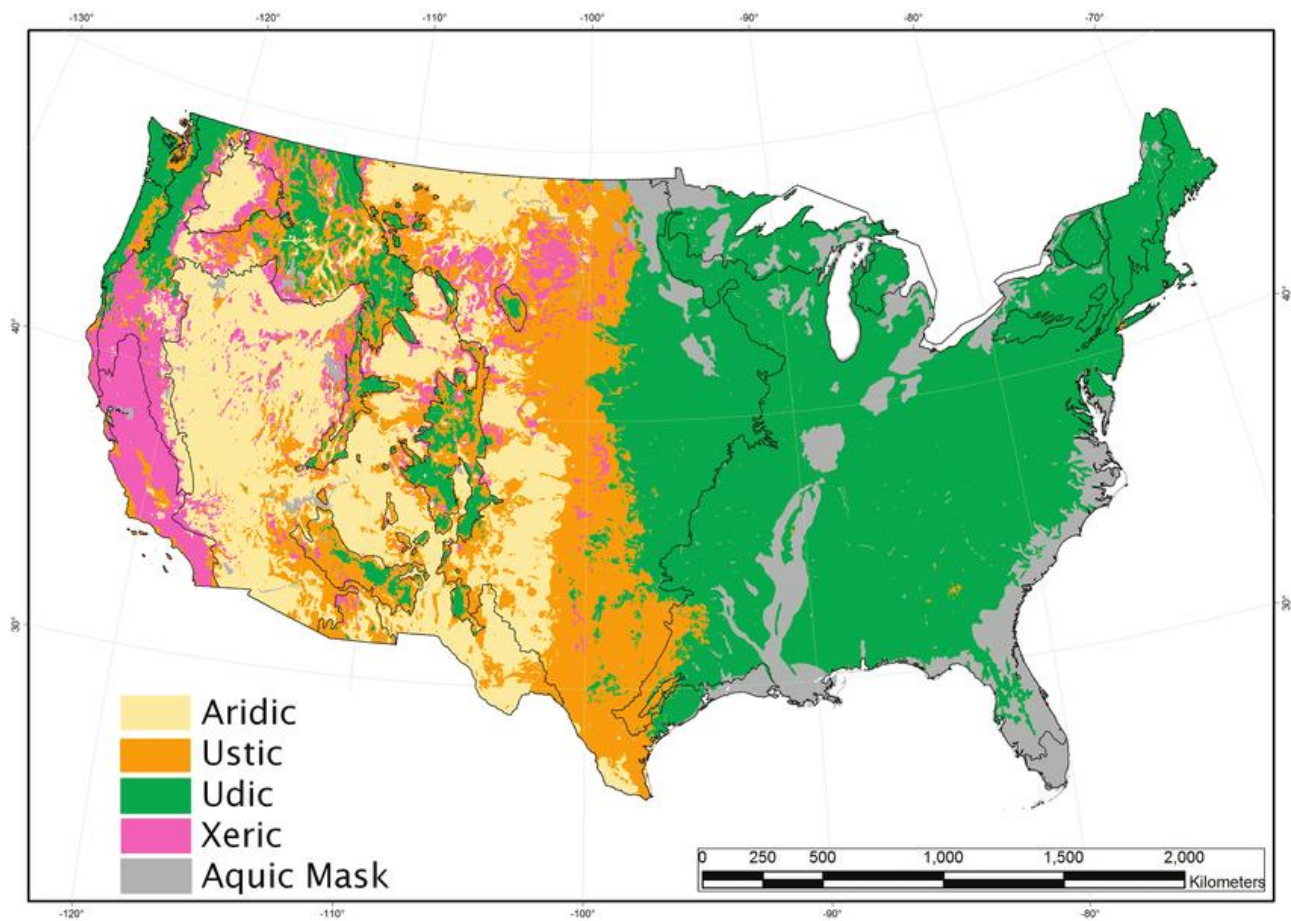
## Regímenes de humedad del suelo

| Régimen | Características  |
|---------|--|
| Aridico | Húmedo en alguna o todas partes por < 90 días <u>consecutivos</u>  |
| Udico   | La sección control de humedad está seca en alguna parte por < 90 días <u>acumulativos</u> en años normales   |
| Ustico  | La sección control de humedad está: <ul style="list-style-type: none"><li>• Seca por <math>\geq 90</math> días <u>acumulativos</u></li><li>• Húmeda por &gt; 180 días acumulativos ó 90 días <u>consecutivos</u></li></ul> |
| Aquico  | El suelo está virtualmente libre de oxígeno disuelto porque está saturado de agua, en alguna época del año   |



Sección control  
de humedad del  
suelo de acuerdo  
a la clase de  
tamaño de  
partículas





## Regímenes de temperatura del suelo

| Régimen      | Rango de Variación de Temperatura |
|--------------|-----------------------------------|
| Pergélico    | -8 °C a -4 °C                     |
| Subgéllico   | -4 °C a 0 °C                      |
| Frígido      | 0 °C a 8 °C                       |
| Mésico       | 8 °C a 15 °C                      |
| Térmico      | 15 °C a 22 °C                     |
| Hypertérmico | ≥ 22 °C                           |

Estos regímenes se basan en la temperatura media anual del suelo a una profundidad del suelo de 50 cm.

Si la diferencia entre las temperaturas medias de verano e invierno es inferior a 6 °C, se debe añadir "Iso" al principio del nombre de la clase de temperatura del suelo.

## Regímenes de temperatura del suelo



## Categorías de la Taxonomía de Suelos

## Órdenes

Ayudan a entender los suelos y recordarlos a una escala de visión muy amplia.

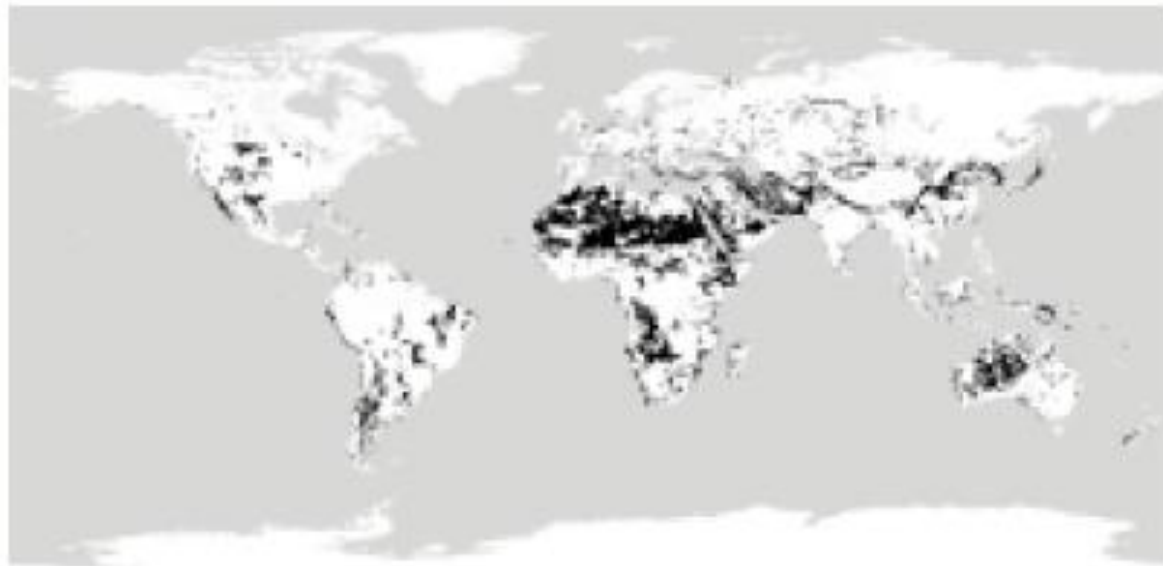
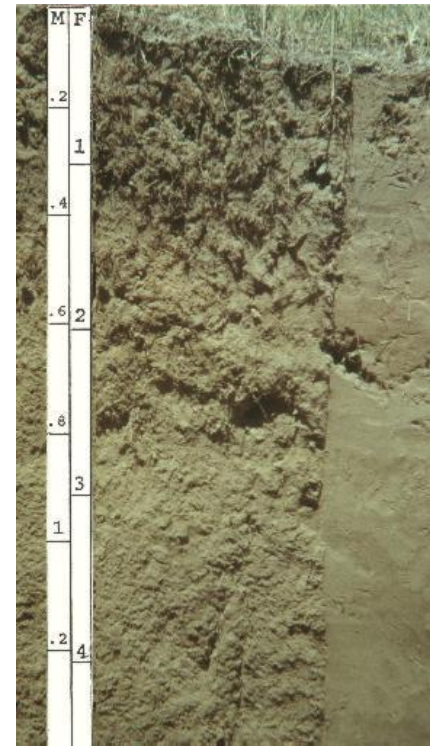
Se diferencian por la presencia o ausencia de horizontes de diagnóstico u otros atributos que reflejan los procesos dominantes de formación del suelo.

La taxonomía incluye doce órdenes de suelos.

|   | Nombre del orden | Elemento formativo | Origen                                 |
|---|------------------|--------------------|--|
| <p>Los nombres de los órdenes terminan en la sílaba sol, conectada por una vocal a un elemento formativo.</p> <p>Este comienza con la vocal y termina con la consonante precedentes a la vocal conectiva.</p> | Alfisols         | alf                | Aluminio y hierro                      |
|   | Andisols         | and                | Modificado de ando                     |
|   | Aridisols        | id                 | L. <i>aridus</i> , seco                |
|   | Entisols         | ent                | Sílaba sin significado                 |
|   | Gelisols         | el                 | L. <i>gelare</i> , congelar            |
|   | Histosols        | ist                | Gr. <i>histos</i> , tejido.            |
|   | Inceptisols      | ept                | L. <i>inceptum</i> , comienzo.         |
|   | Mollisols        | oll                | L. <i>mollis</i> , suave.              |
|   | Oxisols          | ox                 | F. <i>oxide</i> , óxido.               |
|   | Spodosols        | od                 | Gr. <i>spodos</i> , cenizas de madera. |
|   | Ultisols         | ult                | L. <i>ultimus</i> , último.            |
|   | Vertisols        | ert                | L. <i>verto</i> , invertir, voltear.   |

## (L) ENTISOLS

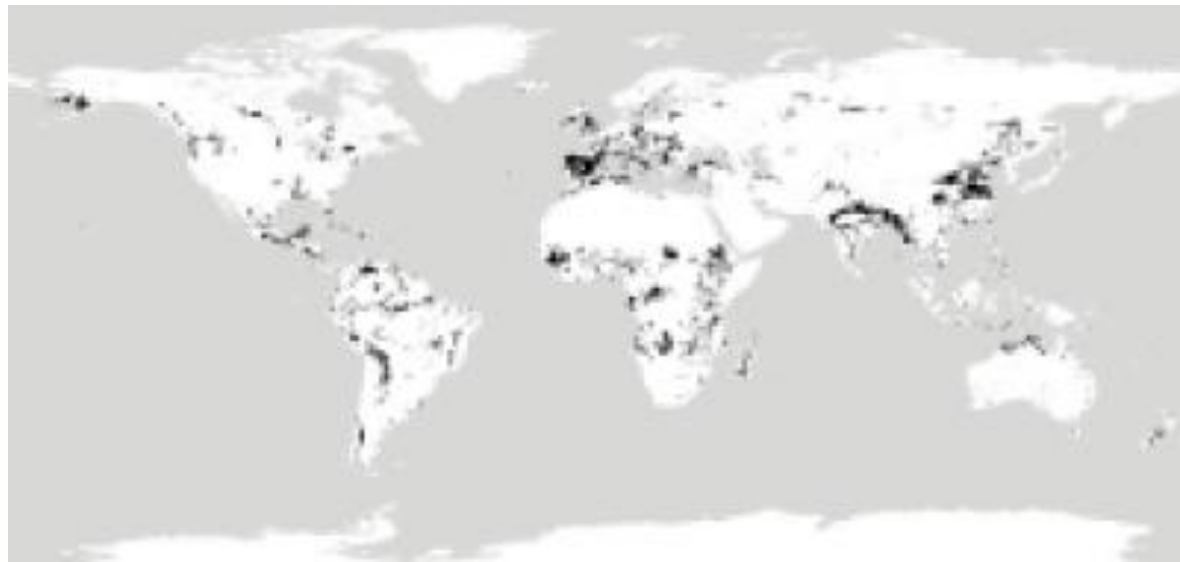
- Poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos
- Epipedón ócrico
- Sin horizonte diagnóstico subsuperficial
- Muchos son arenosos, esqueléticos o muy superficiales.





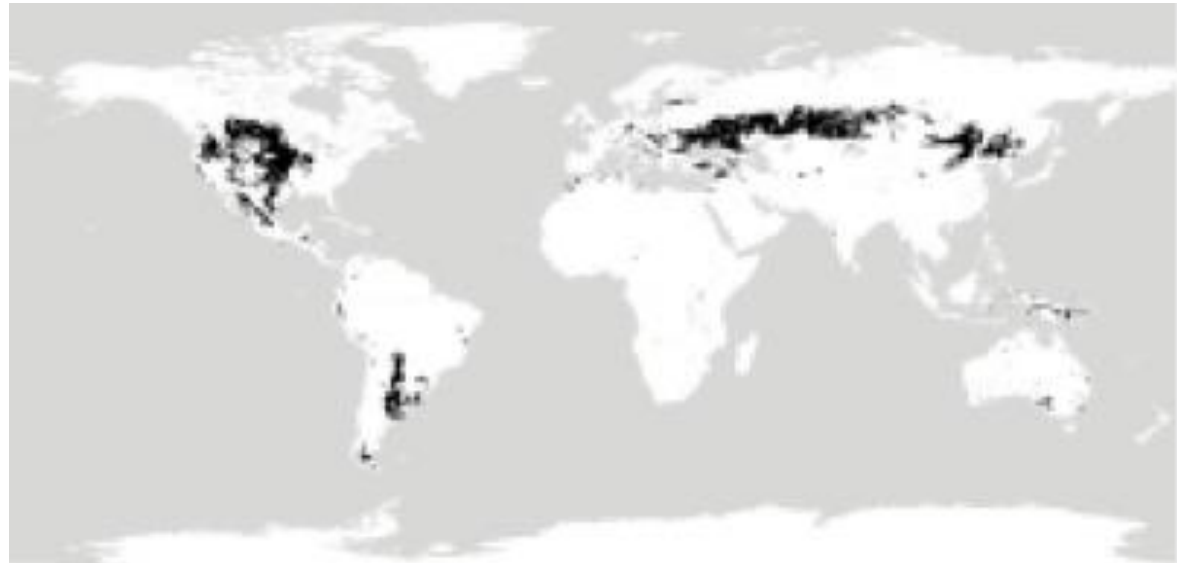
## (K) INCEPTISOLS

- Suelos donde predominan procesos de transformación, con liberación de Fe y Al y pérdida de bases, pero retienen minerales alterables.
- Comúnmente tienen un epipedón úmbrico o una secuencia de ócrico sobre cámbico.
- No tienen horizontes argílicos, nátrico, kándico, espódico u óxico



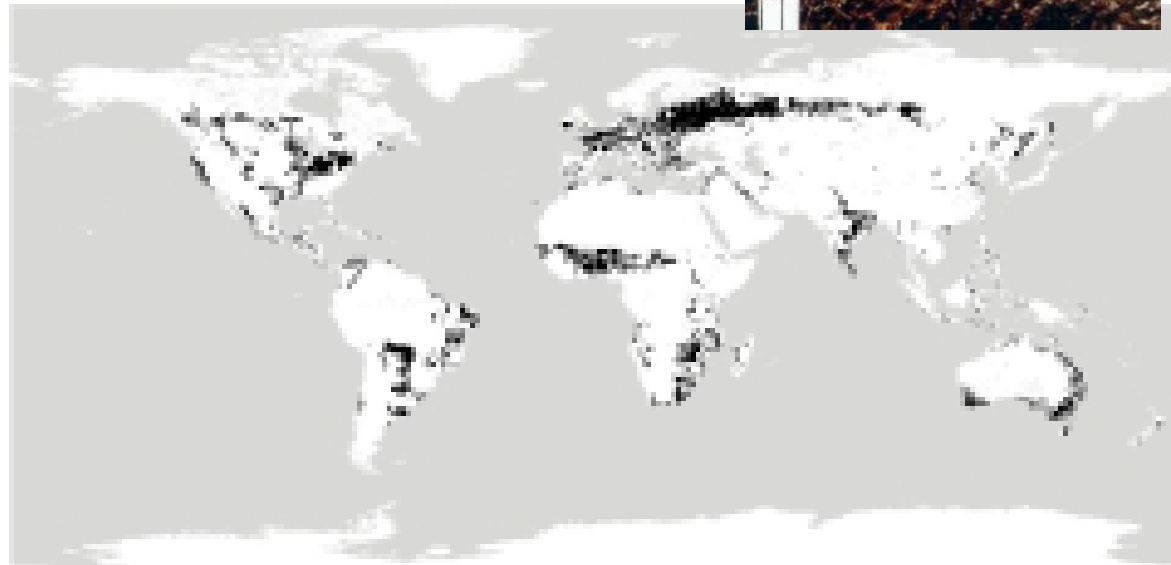
# (I) MOLLISOLS

- Comúnmente son suelos minerales de las estepas, con horizonte A muy oscuro y ricos en bases.
- Tienen un epipedón mólico y >50% de saturación con bases en todo el perfil.
- Muchos también tienen un horizonte cámbico, argílico, nátrico o cálcico.



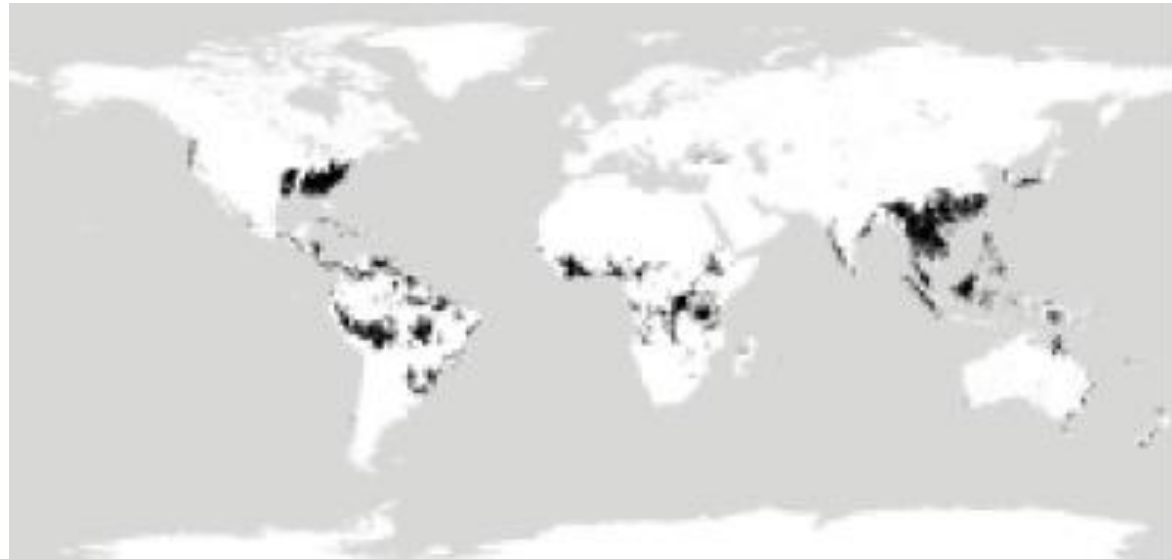
## (J) ALFISOLS

- Horizonte argílico, kándico o nátrico
- Saturación con bases  $\geq 35\%$  a una profundidad de 1,8 m.
- Pueden tener petrocálcico, fragipan o duripan
- Se encuentran principalmente en depósitos o superficies del Pleistoceno tardío.



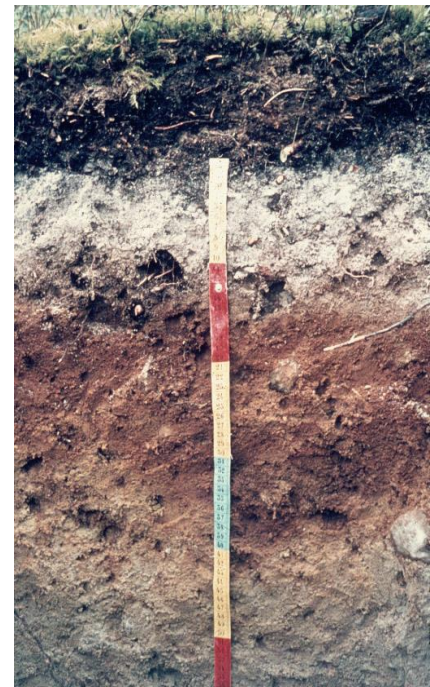
## (H) ULTISOLS

- Horizonte diagnóstico subsuperficial argílico o kándico.
- Porcentaje de saturación con bases  $< 35\%$  a 1,80 m.
- La saturación con bases disminuye con la profundidad.



## (C) SPODOSOLS

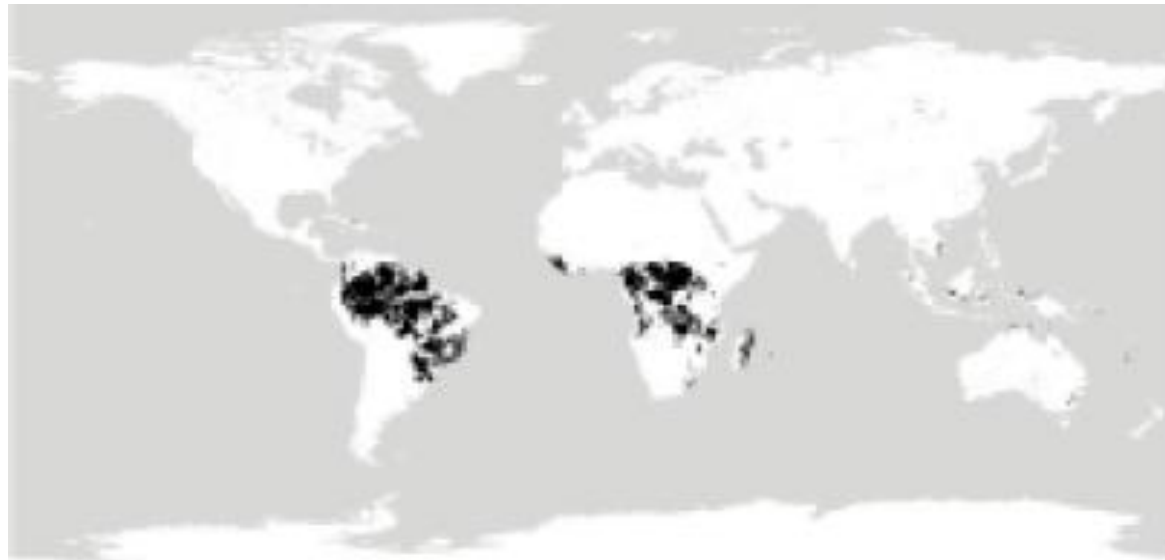
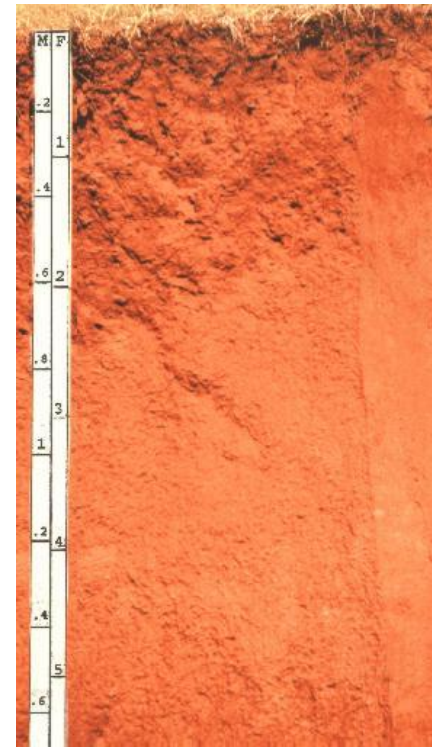
- Horizonte álbico: capa eluvial (gris a gris claro) debajo del A.
- Horizonte espódico: capa iluvial con más de 85% de materiales espódicos (mezclas amorfas de MO y Al con o sin Fe acumulado) y poca arcilla silicatada





## (E) OXISOLS

- Suelos meteorizados y poco fértiles. Son más comunes en laderas suaves de superficies antiguas en regiones tropicales y subtropicales.
- Horizonte óxico.
- Tienen mezclas de cuarzo, caolinita, óxidos de Fe y Al.
- Más de 40% de arcilla, con baja CIC
- Perfiles homogéneos con límites graduales entre horizontes



## (D) ANDISOLS

- Suelos desarrollados sobre materiales volcánicos (como piedra pómez, cenizas y lava).
- La fracción coloidal está dominada por minerales de orden corto (ej. alófana, imogolita o ferrihidrita) o complejos Al-humus.
- Tienen densidad aparente  $< 1\text{g/cm}^3$  y alta capacidad de fijación de P)



## (F) VERTISOLS

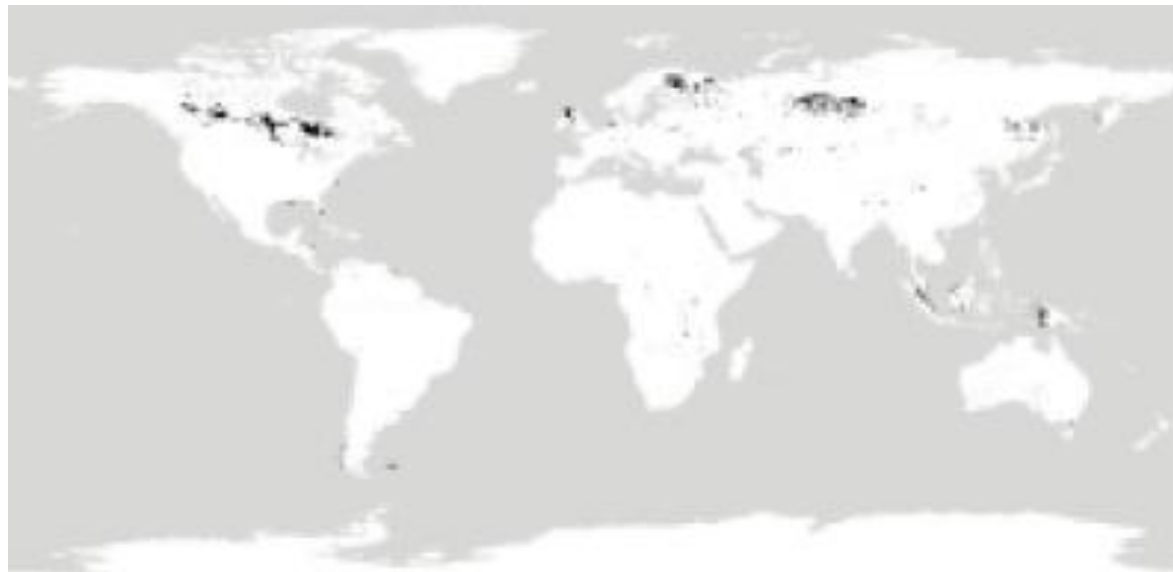
- Alto contenido de arcillas expansibles (2:1)
- Se contraen al secarse y se expanden al humedecerse
- Muestran grietas amplias profundas al secarse
- Tienen caras de deslizamiento (slikensides) dentro de 100 cm desde la superficie.





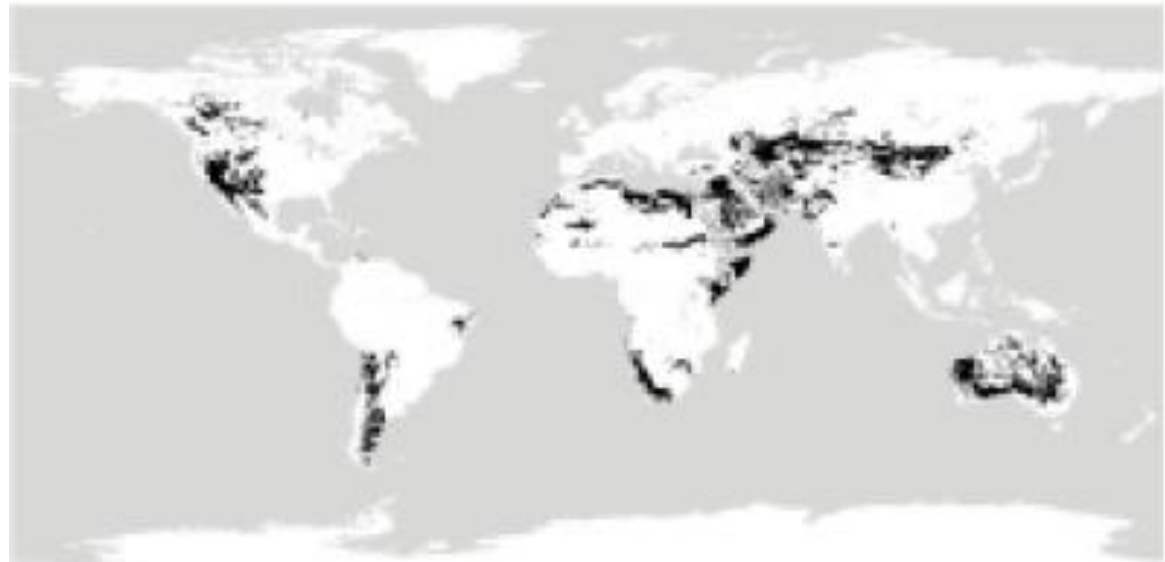
## (B) HISTOSOLS

- Suelos formados de materiales orgánicos.
- En suelos sin permafrost los materiales orgánicos ocupan  $\geq 1/2$  de los 80 cm superiores, o descansan sobre roca.
- $\geq 3/4$  de los 80 cm superiores deben ser orgánicos, si la densidad aparente es  $< 1 \text{ g/cm}^3$ .



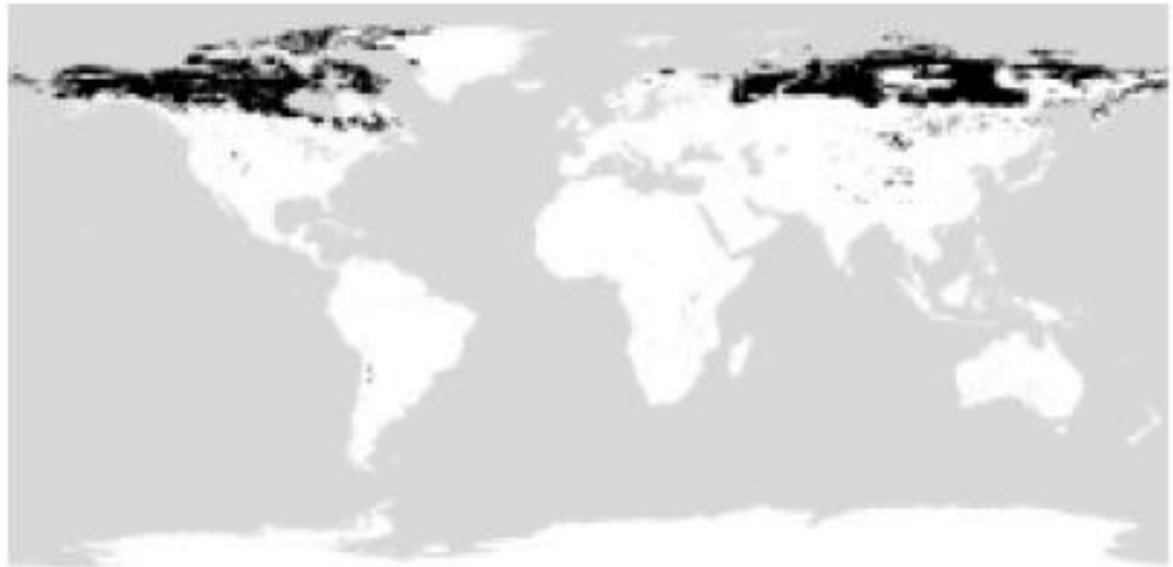
## (G) ARIDISOLS

- Régimen de humedad arídico
- Epipedón ócrico o antrópico
- Horizontes cálcico, cámbico, gípsico, nátrico, petrocálcico, petrogípsico, sálico, duripan o argílico



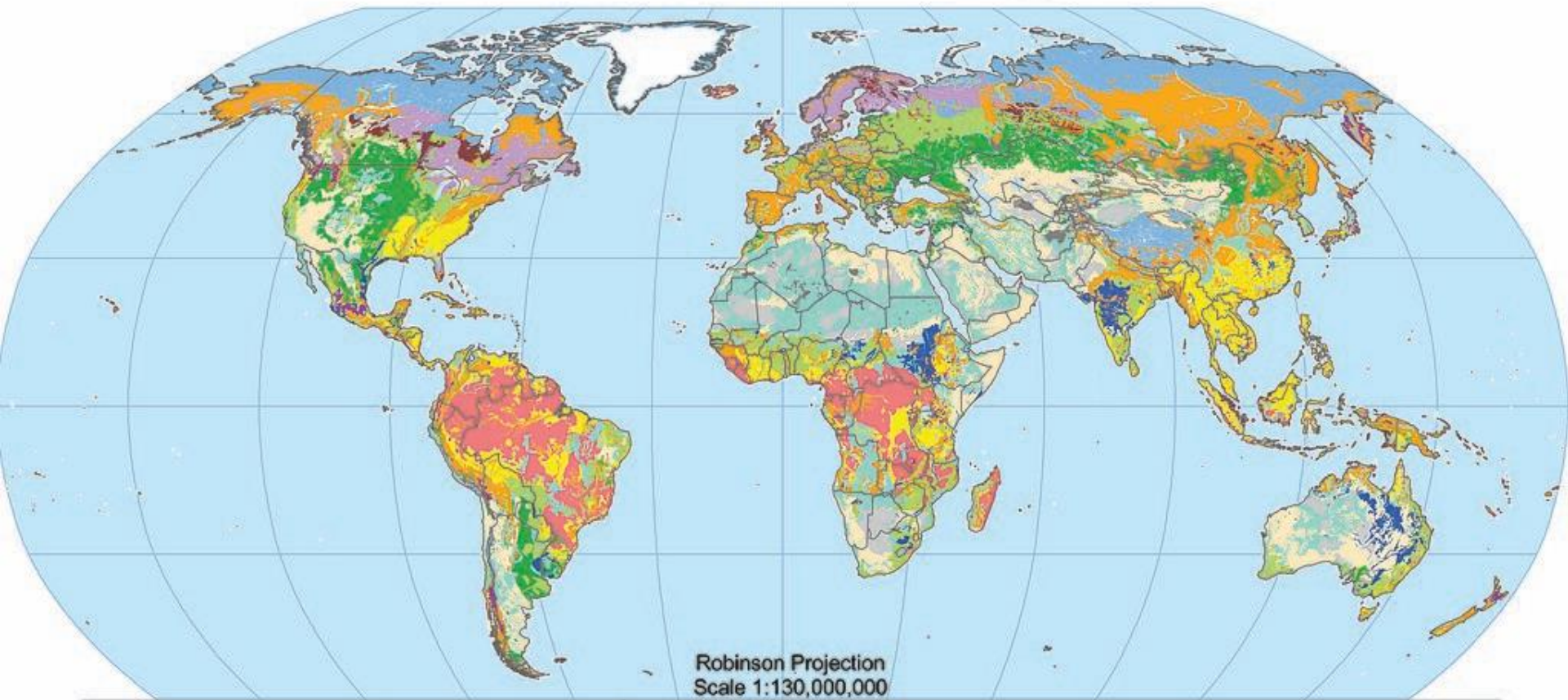
## (A) GELISOLS

- Suelos con materiales gélidos, sobre permafrost subyacente.
- Congelación y deshielo es un proceso importante en ellos.
- El permafrost actúa como una barrera al movimiento descendente de la solución del suelo.
- Horizontes de diagnóstico pueden o no estar presentes.




















# Global Soil Regions



Robinson Projection  
Scale 1:130,000,000

## Soil Orders

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

## Suborden

Los criterios de clasificación utilizados en este nivel categórico varían porque las propiedades que son relevantes para la agrupación en un Orden pueden tener poco significado en otro.

Por ejemplo:

| Orden    | Criterio de diagnóstico  | Subórdenes  |
|----------|--|---|
| Entisols | Razón principal de la ausencia de horizontes de diagnóstico                      | Aquents,<br>Fluvents<br>Orthents, Arents<br>Psamments |
| Alfisols | Atributos determinantes de la génesis del suelo y del crecimiento de las plantas | Aqualfs, Boralfs,<br>Udalfs, Ustalfs,<br>Xeralfs      |

Los nombres de los **subórdenes** tienen dos sílabas. La primera indica las propiedades de diagnóstico de los suelos de ese suborden y la segunda corresponde al elemento formativo del orden.

## Gran Grupo

A este nivel se intenta considerar todos los horizontes y su naturaleza colectivamente, así como los regímenes de humedad y temperatura. A los niveles de orden y suborden solo unos pocos de los horizontes más importantes pudieron ser considerados debido a que existen pocas clases en esas categorías. Al nivel de gran grupo se considera el suelo total, colocando juntos suelo que tienen similitud en:

1. Clase, arreglo y grado de expresión de horizontes
  2. Régimen de humedad y temperatura
  3. Porcentaje de saturación con bases
- El nombre de un gran grupo tiene tres o cuatro sílabas y termina con el nombre del suborden, precedido por un prefijo que indica las propiedades de diagnóstico de los suelos de ese gran grupo.
  - Por ejemplo, los suelos del suborden Ustepts con el desarrollo mínimo necesario de las propiedades de diagnóstico requeridas por ese suborden son agrupados en el gran grupo Haplustepts.

## Subgrupo

Se reconocen tres tipos de subgrupos:

1. Típico: representa el concepto central del gran grupo
2. Intergrados: son transicionales hacia otros órdenes, subórdenes o grandes grupos.
3. Extragrados: tienen algunas propiedades distintas al concepto central del gran grupo, pero que no indican transición hacia alguna otra clase de suelo.

El nombre de un subgrupo consiste en el nombre del gran grupo modificado por uno o más adjetivos con la terminación “ic”.

Los subgrupos nombrados con el adjetivo “Typic” representan el concepto central de su gran grupo.

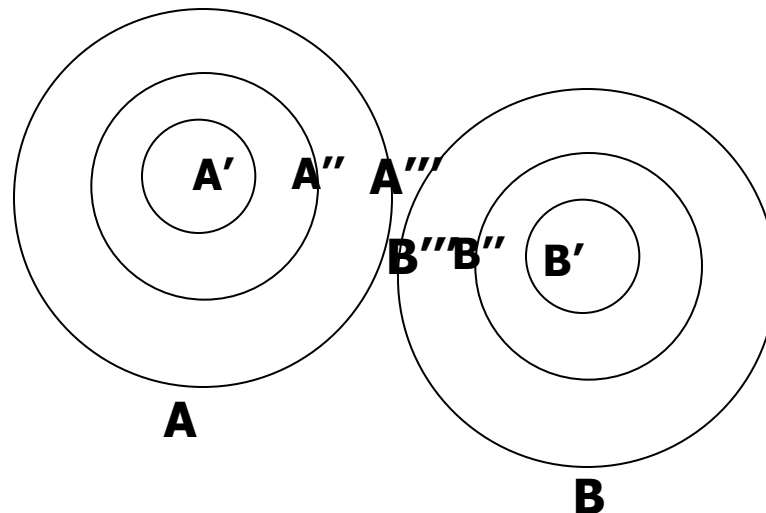
Los otros subgrupos son nombrados con adjetivos que indican las características que los diferencian del concepto central.

## Concepto Central de una Clase e Intergrados a Otras Clases

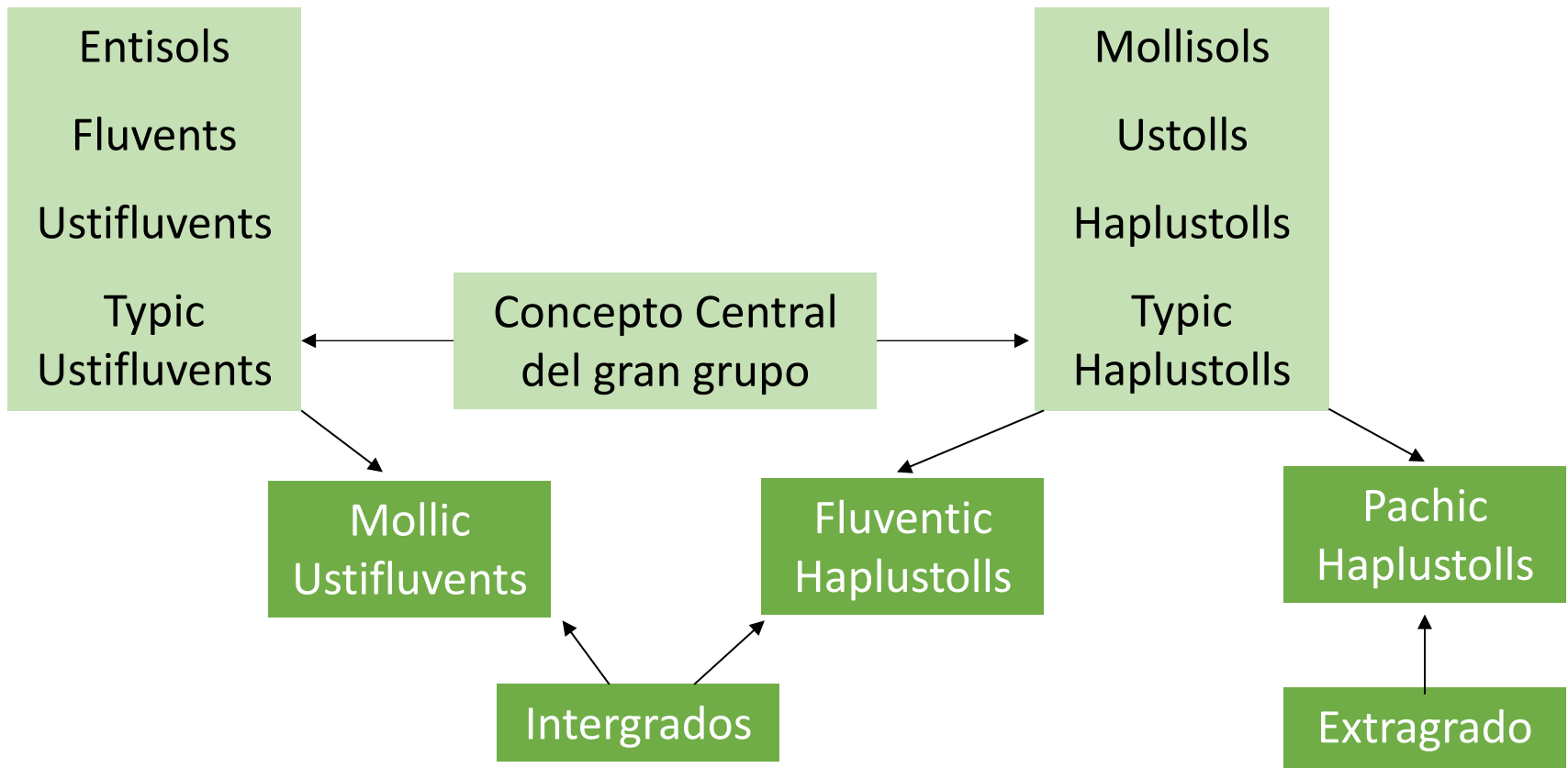
Una clase es un grupo de individuos unidos desde adentro por lazos de fuerza variable a un concepto central.

Los individuos cercanos al centro están unidos a este por enlaces de similitud tan fuertes que no hay dudas de su relación con la clase.

En la periferia existen individuos menos semejantes al concepto central; pero más parecidos a este que al concepto central de cualquier otra clase. Estos son integrados entre esta y otras clases.







Los Mollic Ustifluvents tienen un epipedón ócrico con más de 15 cm de espesor y colores parecidos a un epipedón mólico.

Los Fluventic Haplustolls tienen una disminución irregular del contenido de carbono orgánico entre 25 y 125 cm de profundidad, como los Fluvents

Los Pachic Haplustolls tienen un epipedón mólico con 50 cm o más de espesor.

## Familias

En esta categoría se agrupan los suelos de un subgrupo que tengan propiedades físicas y químicas similares, que afectan su respuesta al uso y manejo.

### **Criterios de Clasificación de Familias de Suelos**

- ✓ Clases de tamaño de partículas en los horizontes de mayor actividad biológica por debajo de la profundidad de labranza.

Clases mineralógicas de esos mismos horizontes

Clases de actividad de intercambio catiónico

Clases de reacción y calcáreas

Clases de temperatura del suelo

Clases de profundidad del suelo

Clases de resistencia a la ruptura

Clases de recubrimientos

Familias por  
clases de  
tamaño de  
partículas

Sección de control:

| Condición                           | Profundidad                                |
|-------------------------------------|--|
| Andisols                            | 0 - 100 cm                                 |
| Horizonte argílico<br>dentro de 1 m | 50 cm superiores<br>del horizonte argílico |
| Otros suelos                        | 25 a 100 cm                                |

Familias por  
clases de  
tamaño de  
partículas

| Familias    |                 | Características          |
|-------------|-----------------|--------------------------|
| Esquelética |                 | Esqueleto grueso >35%    |
| Arenosa     |                 | Arenosa o areno francosa |
| Francosa    |                 | Arcilla <u>&lt; 35%</u>  |
|             | Francosa-gruesa | < 18% arcilla            |
|             | Francosa-fina   | 18 - 35% arcilla         |
|             | Limosa-gruesa   |                          |
|             | Limosa-fina     |                          |
| Arcillosa   |                 | Arcilla <u>≥ 35%</u>     |
|             | Fina            | 35 - 60% arcilla         |
|             | Muy fina        | ≥ 60% de arcilla         |

## Series

El propósito de esta categoría, igual que el de la familia, es principalmente pragmático e íntimamente ligado a los usos interpretativos del sistema.

Los criterios de diagnóstico de las series no están incluidos en las Claves para la Taxonomía de Suelos (Soil Survey Staff, 2014)

Las diferencias usadas para las series son mayormente las mismas utilizadas para las clases de otras categorías; pero el intervalo de variación permitido en una o más propiedades es menor que el permitido en cualquier categoría superior.

Se identifican con el nombre de una localidad geográfica (puede ser, por ejemplo, el nombre del lugar donde se describió por primera vez).

## Ejemplos de Clasificación

Orden: Entisols

Suborden: Fluvents

Gran Grupo: Torrifuvents

Subgrupo: Typic Torrifuvents

Familia: Typic Torrifuvents, francosa fina

Series: Jocity, Youngston.

Orden: Alfisols

Suborden: Xeralfs

Gran Grupo: Durixeralfs

Subgrupo: Abruptic Durixeralfs

Familia: Abruptic Durixeralfs, fine, térmica

Serie: San Joaquin

## Ejemplo de interpretación

### Typic Kandiusults

**Ultisol:** Son suelos fuertemente lixiviados, ácidos, con baja disponibilidad de nutrientes (< 35% de saturación con bases). El contenido de arcilla aumenta en el subsuelo y con ella aumenta la retención de humedad.

**Ustults:** Permanecen húmedos por 3 a 9 meses al año. Se puede garantizar la obtención de al menos una cosecha segura anual de un cultivo de ciclo corto, sin riego.

**Kandiusults:** Tienen muy baja capacidad de retención de bases intercambiables, pero bien tienen una buena estructura. Se debe evitar la aplicación de dosis excesivas de cal para subir el pH del suelo, porque se pueden desmejorar sus propiedades físicas.

Debilidades: pH ácido, baja disponibilidad de nutrientes, baja capacidad de retener nutrientes ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{NH}_4^{+}$ ).

Fortalezas: buena estructura y retención de humedad, húmedos por 3 a 9 meses.

## Referencias bibliográficas

Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2ª ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Agriculture Handbook 436. Washington, DC.

Soil Survey Staff. 2014. Claves para la Taxonomía de Suelos. 12ª ed. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Washington, DC.

Soil Survey Staff. 2022. Keys to Soil Taxonomy, 13th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service.

Soil Survey Staff. 2015. Illustrated guide to soil taxonomy. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska.

<https://www.nrcs.usda.gov/resources/guides-and-instructions/keys-to-soil-taxonomy>