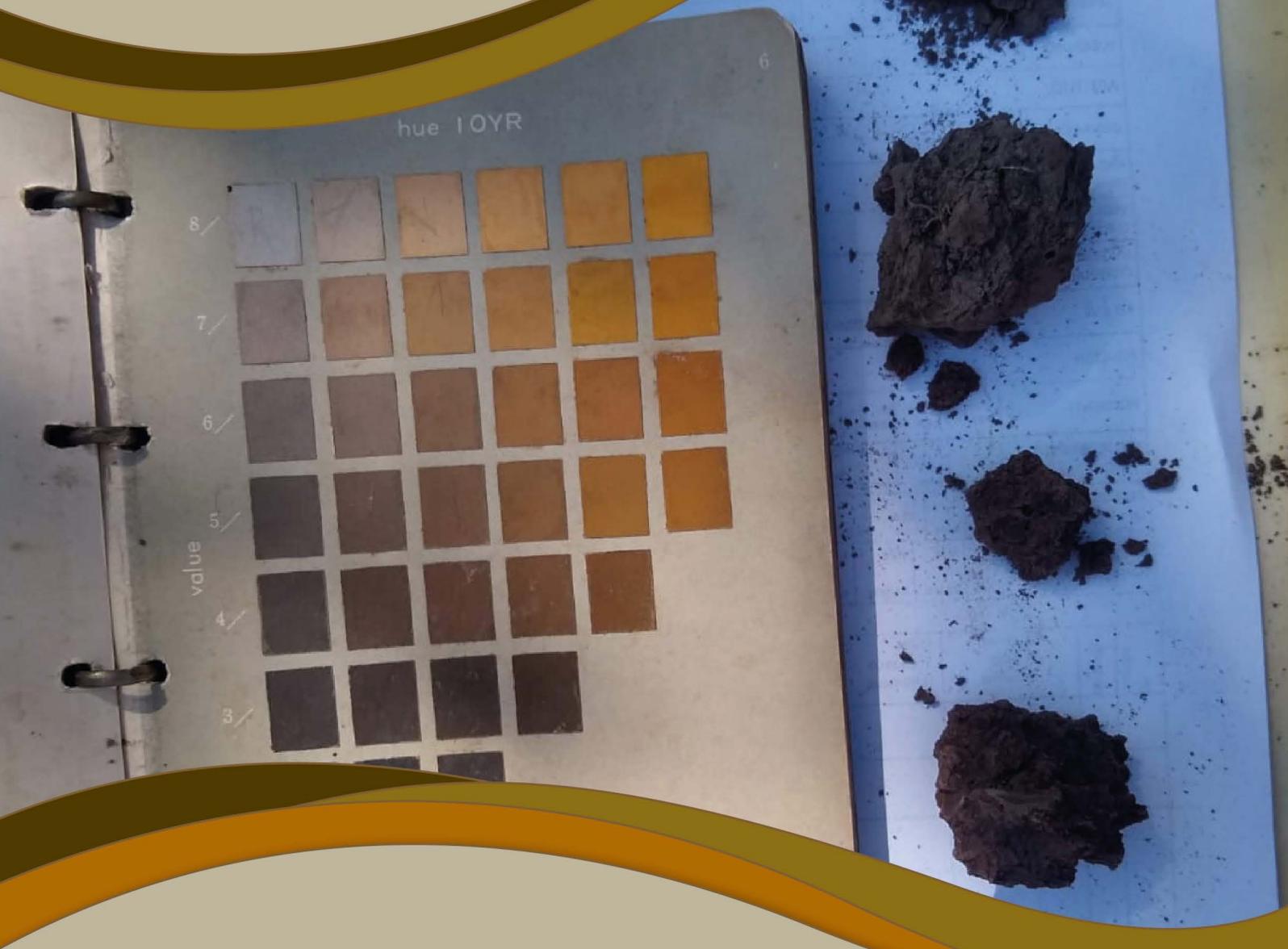


Cátedra de Edafología

Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria
Universidad Nacional de Tucumán



Guía de estudio

Clasificación de suelos

2023



Facultad de
Agronomía,
Zootecnia
y Veterinaria
UNT



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

MSc. Ing. Agr. Agustín Sanzano
Ing. Agr. Juan Fernández de Ullivarri

1. INTRODUCCIÓN

Los hombres han usado varios sistemas para nombrar y clasificar los suelos desde que observaron diferencias entre ellos. Las clasificaciones de suelo nacieron casi junto con la agricultura, agrupándolos de acuerdo a su capacidad para diferentes usos, dándoles nombres descriptivos tales como suelos negros algodoneros, suelos arroceros, suelos para olivos, etc. Otros nombres de suelo, todavía de uso común, tienen connotaciones geológicas, sugiriendo el material parental del cual los suelos provienen: suelos calcáreos, suelos de pedemonte, suelos aluviales, etc. Tales términos pueden transmitir algún significado para usos locales, pero son inadecuados para ayudarnos a organizar nuestro conocimiento científico de los suelos o para definir las relaciones entre los suelos del mundo.

Si se considera que existen grandes diferencias entre los suelos, se hace imprescindible usar una denominación específica. Establecer grupos o subdivisiones en la población de suelos tiene también el propósito de predecir su comportamiento, identificar los usos que puede soportar, estimar su productividad, proporcionar unidades de investigación, como así también entender y extrapolar resultados de observaciones o investigaciones.

En nuestro país el sistema más utilizado para clasificar los suelos es el de la Taxonomía de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), por lo que lo desarrollaremos en esta unidad.

La Taxonomía de Suelos se basa en las propiedades del suelo tal como se encuentran hoy. Esto no significa que se ignoren los procesos de génesis del suelo. De hecho, uno de los objetivos del sistema es agrupar suelos que son de génesis similar. Sin embargo, el criterio específico para ubicar un suelo dentro de algún grupo son las propiedades físicas, químicas y biológicas estudiadas en nuestra materia. Por ejemplo el color, la tex-

tura y estructura del suelo, los regímenes de humedad y temperatura, el contenido de materia orgánica, de arcilla, de óxidos de hierro y aluminio, de sales, el pH, el porcentaje de saturación con bases y la profundidad son importantes criterios de clasificación. Algunas de las propiedades mencionadas pueden ser observadas a campo, mientras que otras requieren análisis de laboratorio. También se utilizan mediciones precisas para definir ciertos **horizontes de diagnóstico**, cuya presencia o ausencia ayuda a determinar el lugar de un suelo en el sistema de clasificación. Después de definir este concepto y de describir las características de ellos, estaremos en condiciones de analizar el sistema de clasificación.

2. HORIZONTES DE DIAGNÓSTICO

Los horizontes de diagnóstico, a diferencia de los horizontes genéticos¹, son una combinación entre la morfología descrita en calicatas a campo y los datos cuantitativos obtenidos en el laboratorio. Su uso se ha extendido a otras clasificaciones de suelo. Según su posición en el perfil de suelo se dividen en epipedones y endopedones.

2.1. EPIPEDONES

Son horizontes diagnóstico que ocurren en la superficie del suelo y su nombre deriva del griego epi: arriba y pedón: suelo. Un epipedón incluye la parte superior del suelo oscurecida por la materia orgánica, y no es sinónimo de horizonte A de la clasificación genética, ya que puede incluir parte del B si cumple con este requisito. Se excluyen del concepto de epipedón a los depósitos aluviales o eólicos recientes porque no han tenido tiempo suficiente para expresar las propiedades diagnósticas.

Se reconocen siete epipedones, aunque solo cinco ocurren en grandes áreas, mientras que los otros

¹ Ver guía de Morfología del Suelo

dos son el resultado del uso intensivo de la tierra por parte del hombre.

2.1.1. MÓLICO²

Es un epipedón mineral de color oscuro (valores y chromas menores a 3 en húmedo). El color está asociado a su contenido de materia orgánica (> 0,6% de carbono orgánico en todo su espesor), es profundo (> 25 cm de espesor), y no es masivo o duro cuando está seco. Tiene una saturación con bases mayor al 50%, en donde predominan los cationes bivalentes. Su contenido en P₂O₅ debe ser menor a 1500 ppm. Se ha desarrollado bajo vegetación de praderas nativas de gramíneas y es característico del Orden Molisol (Figura 1).



Figura 1: Perfil de suelo con un epipedón Mólico oscurecido por materia orgánica en Hungría. Foto gentileza [Erika Micheli](#).

2 Del latín mollis: mullido, blando

2.1.2. ÚMBRICO³

Es un epipedón de las mismas características del mólico, con excepción de que su porcentaje de saturación con bases es inferior al 50% (suelos ácidos). Se desarrolla en áreas más húmedas que el anterior, con materiales originales más pobres en calcio y magnesio.

2.1.3. ÓCRICO⁴

Es un horizonte mineral que es o demasiado delgado (Figura 2), o de bajo contenido en carbono orgánico o color demasiado claro (Figura 3) como para ser un horizonte mólico o úmbrico. Como consecuencia de su bajo contenido en materia orgánica, puede ser duro y masivo cuando está seco.

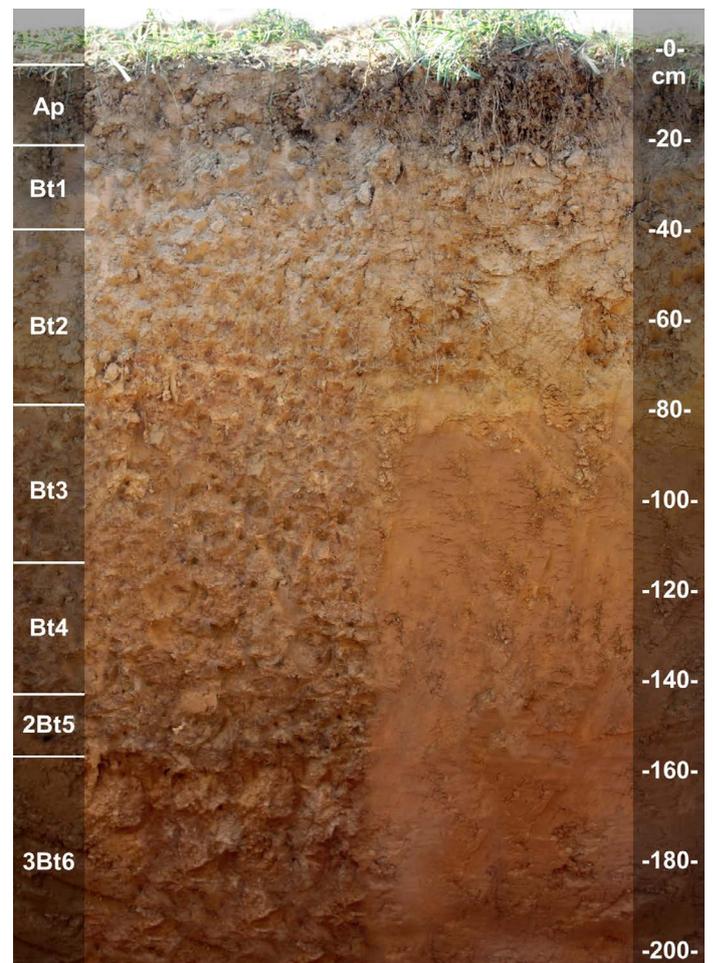


Figura 2: Epipedón ócrico delgado (0 a 20 cm). Foto gentileza de John A. Kelley. USDA-NRCS. [Alford Soil Series](#)

3 Del latín umbra: sombra

4 Del griego ochros: pálido

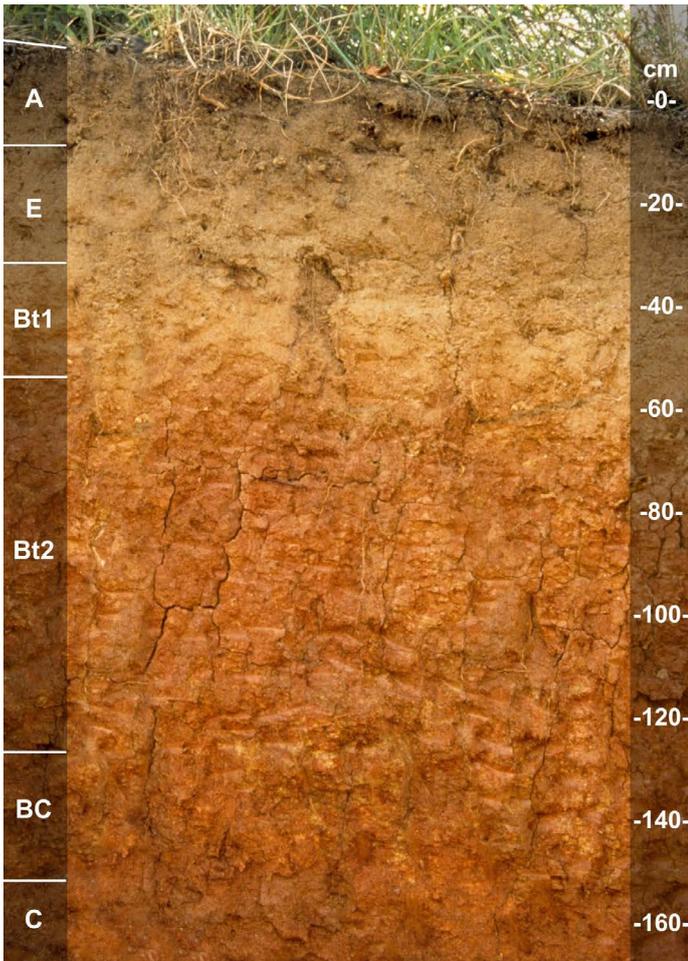


Figura 3: Epipedón ócrico demadiado claro (0 a 20 cm). Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS. Appling Series](#)

2.1.4. MELÁNICO⁵

Es un horizonte mineral de color muy negro debido a su alto contenido en materia orgánica, (carbono orgánico > 6 %). Contiene minerales llamados alofanos que provienen de cenizas volcánicas. Es muy liviano (baja densidad), esponjoso y con alta capacidad de adsorber aniones ([Figura 4](#))

2.1.5. HÍSTICO⁶

Es un horizonte orgánico, que está saturado con agua en algún período del año a menos que sea drenado artificialmente ([Figura 5](#)). El contenido en materia orgánica es generalmente mayor a 20%. Constituye una capa de turba, de muy baja densidad. Es característico del Orden Histosol.

⁵ Del griego melas: negro

⁶ Del griego histos: tejido

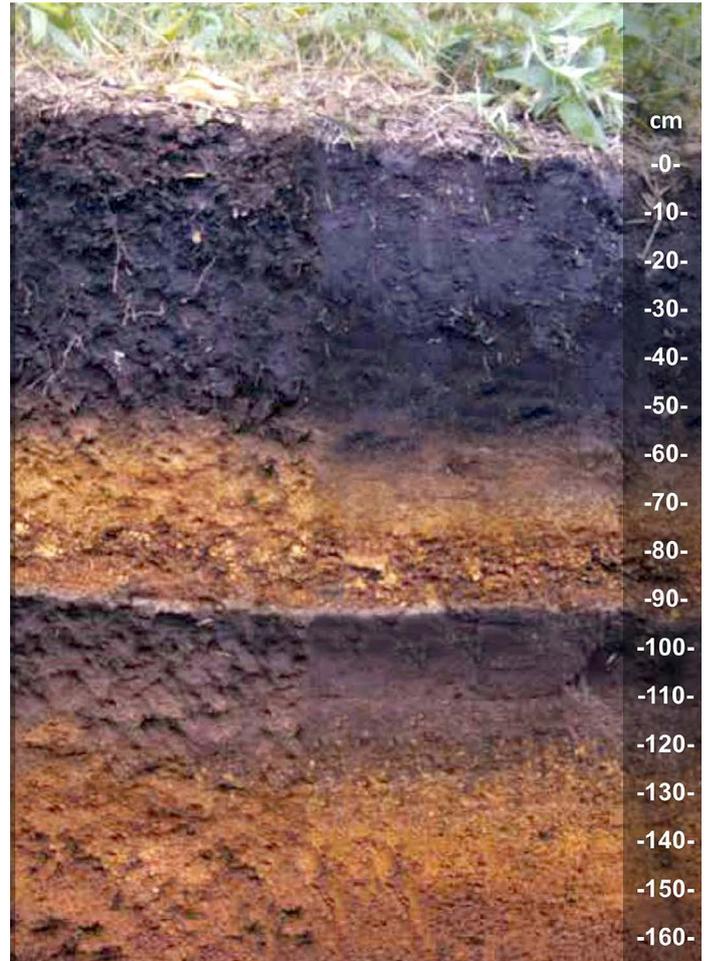


Figura 4: Epipedón melánico en Japón (0 a 60 cm). Foto proporcionada por [John A. Kelley, USDA-NRCS. Melanudand JP](#)

2.1.6. OTROS EPIPEDONES

Los dos epipedones restantes son el resultado de la acción humana en agriculturas milenarias de Asia y Europa: uno es el horizonte Antrópico (anthropos: hombre), cuyas características son similares a las de mólico con excepción de que contiene más de 1500 ppm de P_2O_5 como consecuencia del agregado continuo de estiércol u otros abonos orgánicos; y el otro es el horizonte Plaggen (césped) que tiene más de 50 cm de espesor formado como consecuencia de un largo y continuo abonado orgánico.

2.2. ENDOPEDONES

Son horizontes formados bajo la superficie del suelo. En el *Soil Taxonomy* se describen 18 endopedo-

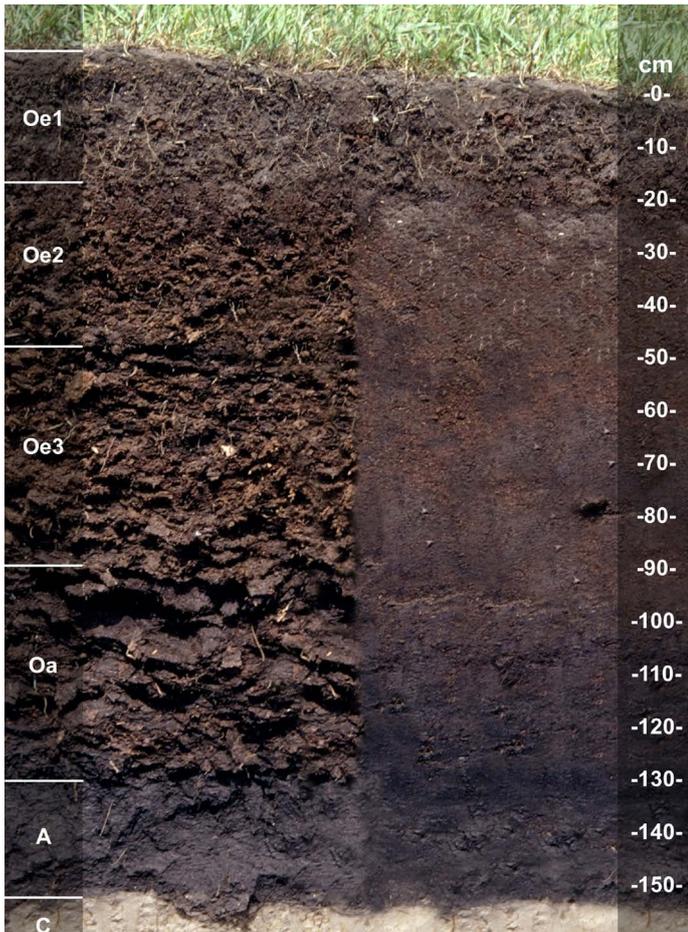


Figura 5: Epipedón Hístico (0 a 130 cm). Foto gentileza de John A. Kelley, USDA-NRCS. [Histosol](#)

nes, aunque aquí solo haremos una descripción breve de aquellos más comúnmente encontrados. Al igual que ocurre con los epipedones, no todos los endopedones son sinónimos de horizontes B, ya que a veces, estos pueden ser considerados como partes del horizonte A.

2.2.1. ARGÍLICO

El horizonte o endopedón argílico tiene acumulación iluvial de arcillas silicatadas de alta actividad que provienen de los horizontes eluviales superiores. Usualmente, las arcillas iluviadas se presentan como revestimientos brillantes sobre la pared de los poros o agregados. Estas películas de arcilla se denominan cutanes o barnices. En general para contenidos intermedios de arcilla del horizonte eluvial (15 a 40 %) debe contener por lo menos 1,2 veces más de arcilla (Figura 6).

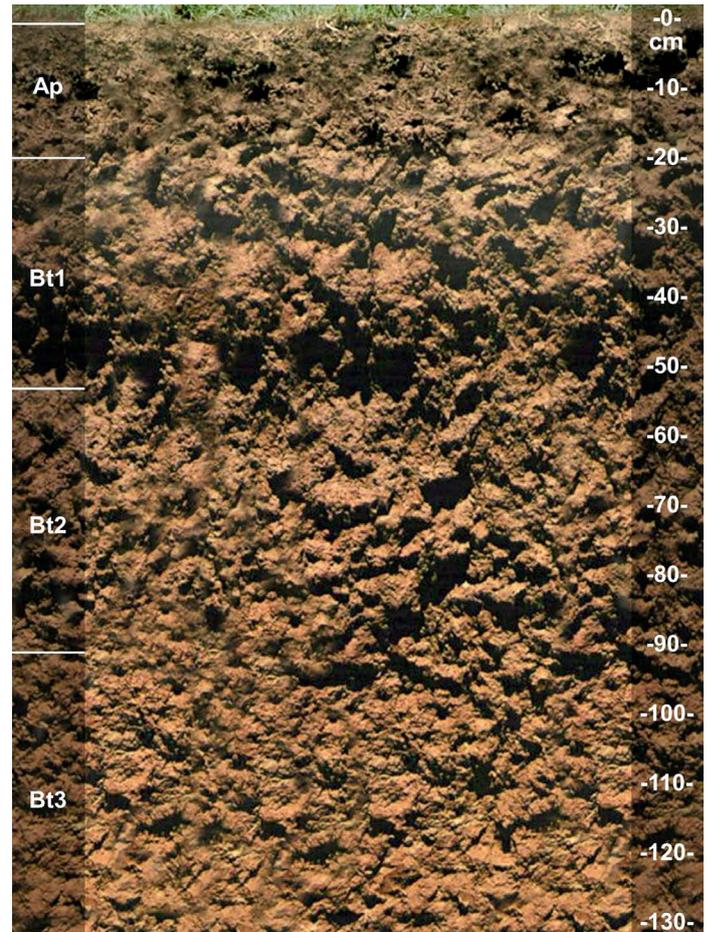


Figura 6: Endopedón Argílico en Texas (20 a 120 cm). Foto gentileza de John A. Kelley, USDA-NRCS. [Armour](#)

2.2.2. NÁTRICO

Tiene las mismas características que el argílico, pero con más de 15% de sodio intercambiable y estructura prismática o columnar (Figura 7)

2.2.3. KÁNDICO

Horizonte con arcilla de baja actividad, generalmente caolinita, que tiene una CIC menor a 16 cmolc/kg). No hay evidencia clara de que la arcilla sea iluvial.

2.2.4. ÓXICO

Es un endopedon fuertemente meteorizado que posee un alta concentración residual de óxidos de Fe y Al, y arcillas silicatadas 1:1 de baja actividad (fase IV de Polinov). No hay presencia de minerales alterables

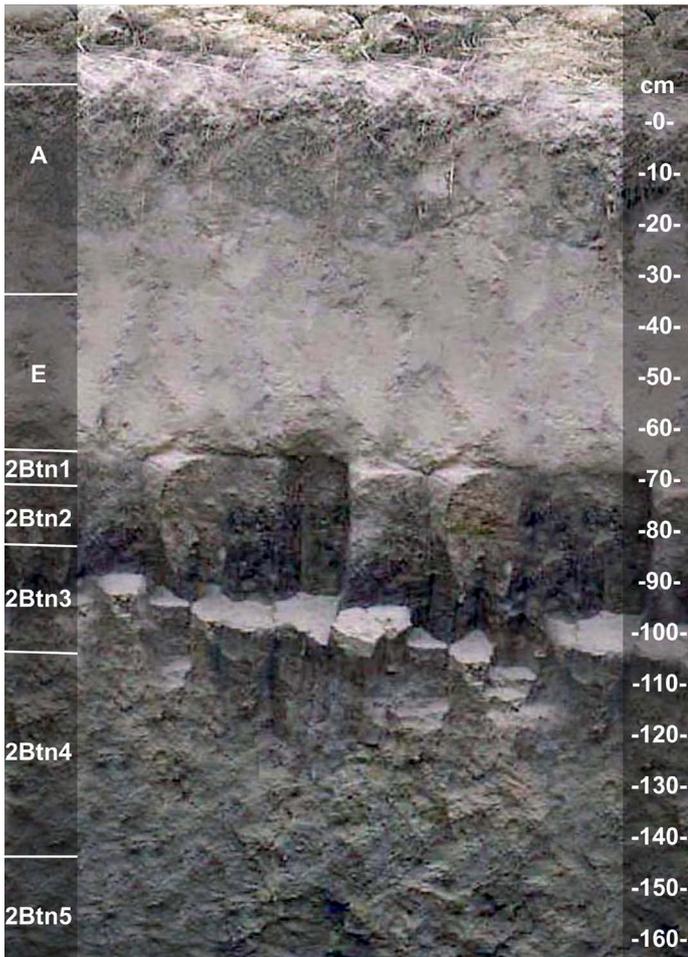


Figura 7: Endopedón nátrico con estructura columnar en Texas, EEUU. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS. Padrones Soil Series](#)

y su CIC también es menor a 16 cmolc/kg. A pesar de su alto contenido de arcilla, es estable estructuralmente y poco adhesivo. Es característico de zonas tropicales y subtropicales húmedas y se lo encuentra en el Orden de los Oxisoles (**Figura 8**)

2.2.5. ESPÓDICO

El horizonte espódico es un horizonte iluvial que se caracteriza por la acumulación de materia orgánica coloidal y óxidos de Al, con o sin óxidos de Fe. En la denominación genética correspondería a horizontes Bh, Bs o Bhs. Es comúnmente encontrado en suelos muy lavados y ácidos de bosques de climas fríos y húmedos, típicamente sobre materiales originales de texturas arenosas. Caracterizan al Orden de los Espodosoles. (**Figura 9**).

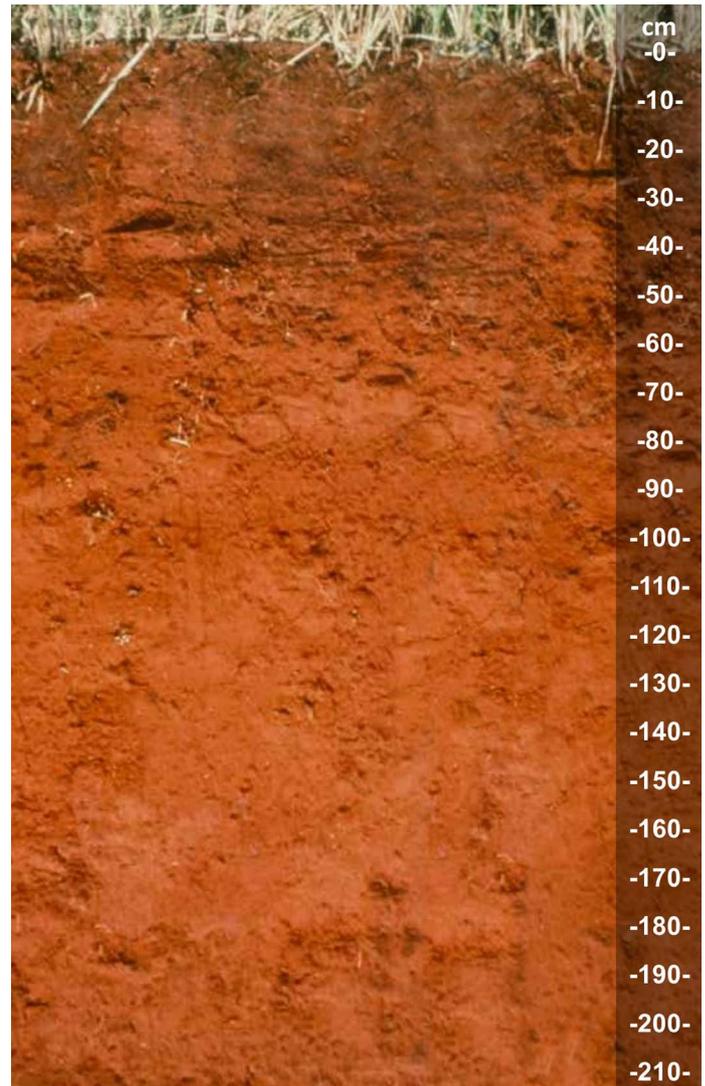


Figura 8: Endopedón óxico (de 10 a 210 cm) en Tailandia. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS. Haplustox TH](#)

2.2.5. ÁLBICO

Es un horizonte eluvial de color más claro que el horizonte superior e inferior, como consecuencia de que ha perdido arcilla y óxidos de Al y Fe y su color es determinado por el color de las partículas primarias de limo y arena (**Figura 9**).

2.2.6. CÁMBICO

Es un horizonte no iluvial, resultado de alteraciones físicas, transformaciones químicas o remociones o combinaciones de dos o más de esos procesos. Según el tipo de alteración se asimilan a los horizontes Bw estructura, Bw color o Bw consistencia.

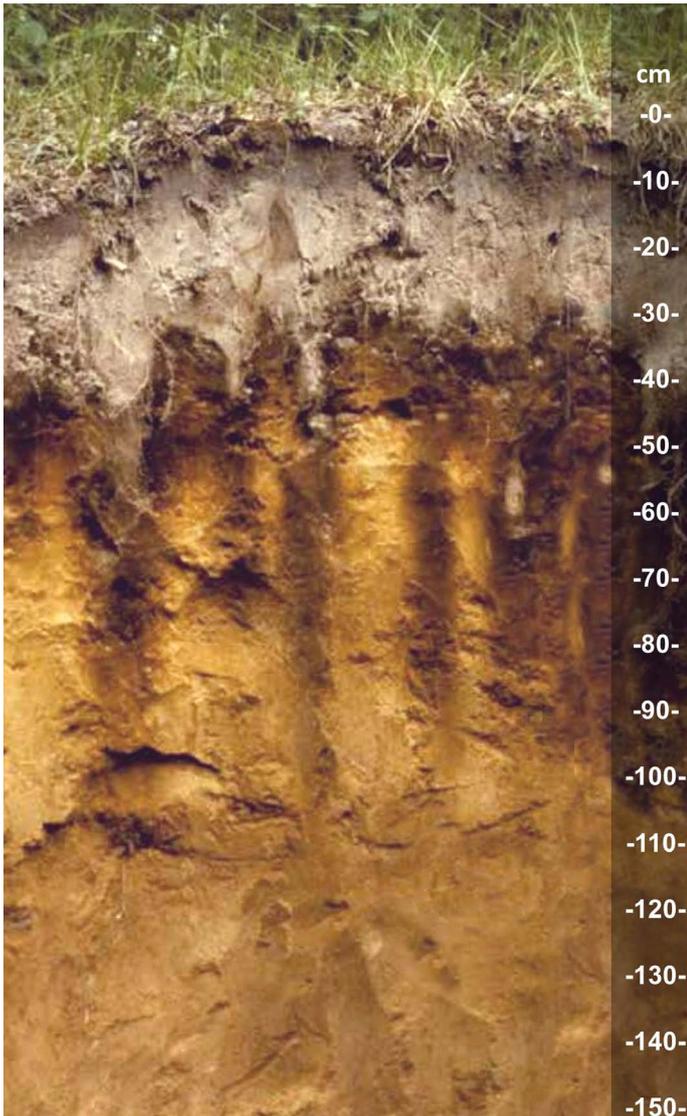


Figura 9: Horizontes albico (color claro) y espódico (color oscuro) en Michigan. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS.Haplorthod](#)

2.2.7. ÁGRICO

Es un horizonte iluvial, formado bajo la capa cultivada, con cantidades importantes de limo, arcilla y humus iluviados a través de los macroporos de la capa labrada, que se presentan como láminas o fibras horizontales o como revestimientos (cutanes), sobre las superficies de los agregados o cavidades de lombrices.

2.2.8. SÓMBRICO

Es un horizonte iluvial, oscuro a causa de la alta acumulación de materia orgánica. Tiene un bajo grado

de saturación con bases y se lo encuentra mayormente en suelos húmedos y fríos de mesetas y montañas de regiones tropicales y subtropicales.

2.2.9. OTROS ENDOPEDONES

Un cierto número de horizontes tienen acumulaciones de sales minerales que se han lixiviado desde los horizontes superiores en el perfil y que reciben los nombres de **cálcico** (Figura 10) si acumulan carbonatos de calcio (**petrocálcico** si está cementado), **gípsico** si acumulan yeso (**petrogípsico** si está cementado) y **sálico** si acumulan sales solubles. Ellos son encontrados principalmente en suelos de regiones áridas y semiáridas.

En algunos horizontes diagnóstico subsuperficiales, los materiales están cementados o densamente compactados, resultando en capas impermeables llamadas panes (**duripan** cuando está cementado con sílice, carbonatos de calcio u óxidos de Fe; **fragipan**, de consistencia muy dura en seco pero con cierta fragilidad; y horizonte **plácico** si está cementado por hierro o por hierro y materia orgánica) Esos pueden impedir el movimiento de agua y la penetración de las raíces de las plantas. También pueden disminuir el crecimiento de las plantas y alentar el escurrimiento superficial y la erosión a causa de que el agua de lluvia no puede moverse fácilmente a través del suelo.

3. REGÍMENES DE HUMEDAD DEL SUELO

El régimen de humedad del suelo es una propiedad importante del mismo y se refiere a la presencia o ausencia de cualquier condición de saturación con agua (usualmente por capa freática) o agua disponible para las plantas. El agua está presente o ausente durante períodos especificados en el año en lo que se denomina la sección de control del suelo, la cual es variable según la textura del mismo, desde 10 a 30 cm en suelos arcillosos y desde 30 hasta 90 cm para suelos arenosos. Esto es así porque las profundidades alcanzadas por determinadas láminas de agua adicionadas a un suelo seco son variables dentro un

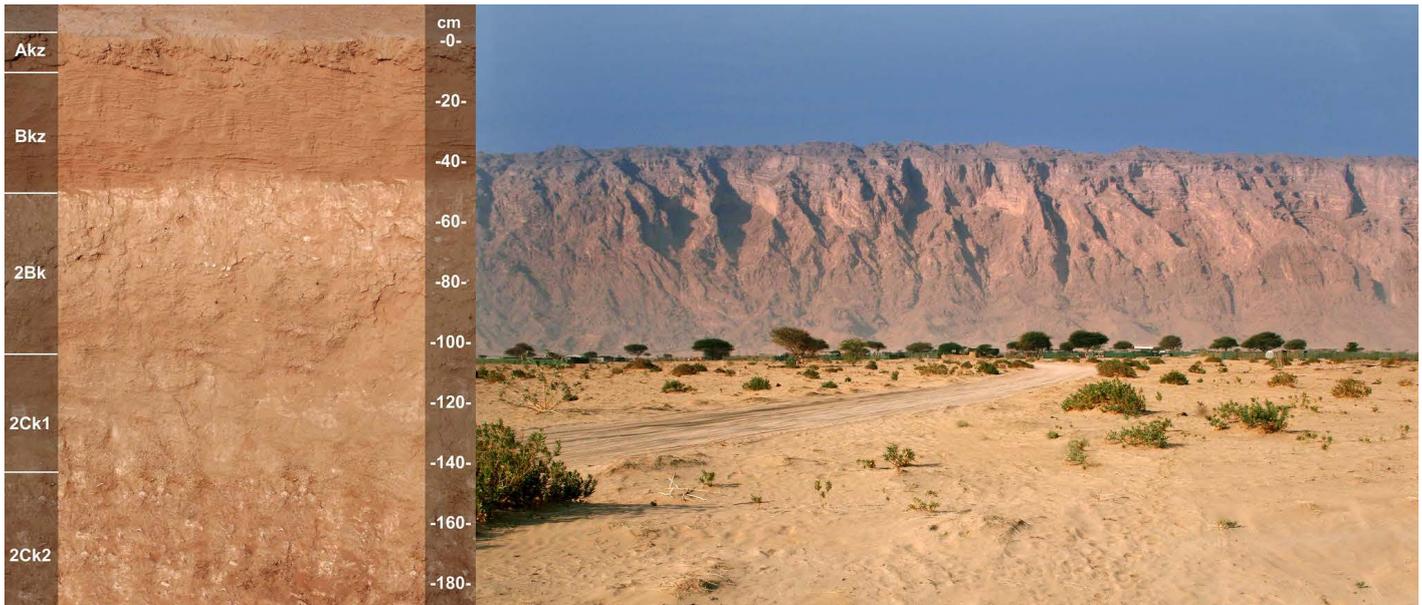


Figura 10: Horizontes cálcico (40 a 100 cm) en Emiratos Árabes Unidos. Foto gentileza de [John A. Kelley](#), USDA-NRCS. **Salidic Haplocalcids**

determinado rango de tiempo. Los términos usados para diagnosticar el régimen de humedad del suelo ayudan no solo en la clasificación de los mismos, sino que además sugieren el uso más sostenible a largo plazo de los suelos (**Tabla 1**).

4. REGÍMENES DE TEMPERATURA DEL SUELO

Son utilizados en el Soil taxonomy para clasificar suelos en los niveles más bajos del sistema, por ej: Familias de suelos. Los regímenes están basados en la temperatura media anual del suelo, en la temperatura media del verano y en la diferencia entre las temperaturas medias de verano e invierno. Los regímenes de temperatura se describen sintéticamente en la **Tabla 2**.

Tabla 2: Regímenes de temperatura del suelo

Régimen	Características
Pergélico	Temperatura media anual menos a 0 °C y generalmente esta congelado en su parte superior durante el invierno (permafrost)
Críco	Temperatura media anual entre 0 y 8 °C, congelado en invierno pero sin permafrost, con veranos fríos
Frígido	Temperatura media anual entre 0 y 8 °C, con veranos menos fríos que en críco
Mésico	Temperatura media anual entre 8 y 15 °C
Térmico	Temperatura media anual entre 15 y 22 °C
Hipertérmico	Temperatura media anual de 22 °C o superior

Tabla 1: Clases de regímenes de humedad de suelo

Régimen	Características	Presencia en Tucumán
Ácuico	Saturado con agua, pobre aireación, estado de reducción y rasgos hidromórficos.	Cubetas y sectores bajos de la llanura deprimida.
Údico	Nunca seco más de 90 días acumulados. $P > EP$ y humedad suficiente para las plantas. Es perúdico con exceso de agua.	Pedemonte y Llanuras Chaco Pampeana subhúmeda-húmeda y Deprimida no salina.
Ústico	Seco más de 90 días acumulados. Humedad limitada a la estación de crecimiento.	subregiones subhúmeda-seca y semiárida de la Llanura Chaco Pampeana y en la Llanura deprimida salina.
Arídico o Tórrico	$P < EP$ casi todo el año. Escaso lavado y acumulación de sales.	Cuenca Tapia –Trancas y valles Calchaquíes.

5. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE SUELOS

estos tres criterios:

5.1. SOIL TAXONOMY

El sistema **Soil Taxonomy**⁷ se caracteriza por lo siguiente:

- Se diferencia de otras clasificaciones porque define taxas precisas que son mutuamente excluyentes.
- No tiene en cuenta los procesos formadores que dieron origen a las propiedades y características del suelo.
- Es aplicable a suelos agrícolas, y considera propiedades que por lo general tienen significación frente al uso de la tierra.
- La terminología utilizada es auto explicativa, clara y no requiere traducción idiomática.
- Se puede aplicar de forma objetiva, ya que se basa en información cuantificada.

Hay seis categorías de clasificación en el Soil Taxonomy:

1. **Orden** (la categoría más alta y más amplia)
2. **Suborden**
3. **Gran grupo**
4. **Subgrupo**
5. **Familia**
6. **Serie** (la categoría más específica)

Estas categorías son jerárquicas, ya que las más bajas encajan dentro de las más altas. Por lo tanto, cada orden tiene varios subórdenes, cada suborden tiene varios grandes grupos, etc. Este sistema puede ser comparado con los que se usan para clasificar plantas o animales.

Los doce Órdenes de suelo, que más adelante estudiaremos son: Entisoles, Inceptisoles, Molisoles, Alfisoles, Ultisoles, Espodosoles, Oxisoles, Aridisoles, Andisoles, Vertisoles, Histosoles y Gelisoles. La clasificación a este nivel tiene en cuenta uno o más de

1. Presencia o ausencia de horizontes de diagnóstico.
2. Régimen térmico o hídrico.
3. Material original del suelo.

La nomenclatura está diseñada usando principalmente raíces etimológicas griegas y latinas y los nombres, en lo posible, son connotativos, es decir que cada parte de un nombre transmite un concepto del carácter y por lo tanto describe automáticamente el suelo que se clasifica.

Un elemento formativo de cada categoría superior es sucesivamente llevado a las categorías inferiores, incluida la categoría de familia. De esta manera, incluso con poca experiencia, es posible realizar apreciaciones sobre las propiedades de los suelos, simplemente por el análisis del nombre del mismo. Con un ejemplo explicaremos la nomenclatura para cada taxón.

Órdenes: suelos del orden Molisol (del latín mollis, mullido y solum, suelo) se caracterizan por tener epipedon mólico. Por lo tanto, los nombres de los órdenes son combinaciones de 1) elementos formativos, los que generalmente definen las características de los suelos y 2) la terminación sol.

Subórdenes: los nombres de los subórdenes automáticamente identifican el orden al que pertenecen. Por ejemplo, suelos del suborden Udol son Molisoles con régimen de humedad údico.

Grandes grupos: Igualmente, el nombre de los grandes grupos identifica el suborden al que pertenece. Argiudol es un Udol con horizonte argílico. En la clasificación a nivel de orden, suborden y gran grupo, el énfasis ha sido puesto en los rasgos o causas del conjunto de procesos que parecen dominar el curso o el grado de la evolución del suelo.

⁷ Sistema de clasificación de suelos del Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA)

Subgrupos: en este nivel se consideran características subordinadas o menores dentro del Gran grupo, aunque estas mismas características puedan ser utilizadas a un nivel más alto en un Orden distinto. Con un ejemplo de ello se explicará esto: algunos suelos tienen un régimen ácuico de humedad que puede expresarse débilmente y se lo utiliza a nivel de subgrupo, mientras que si las condiciones ácuicas son fuertes (perfil con hidromorfía desde arriba o capa freática presente a escasa profundidad), entonces se ubican a nivel de suborden. El efecto de la napa freática es reflejado en ambos tipos de suelos, pero tiene más importancia en el último. Se diferencian tres clases de Subgrupos:

- **El concepto central del gran grupo:** es decir aquel que responde más estrechamente a las características y propiedades del gran grupo. No es necesariamente el subgrupo más extendido. Ej: Argiudol típico.
- **Intergrados o formas transicionales hacia otros órdenes, subórdenes o grandes grupos:** Ej: Hapludol entico, es un Molisol sin endopedón que transita o tiene propiedades intermedias con el Orden Entisol.
- **Extragrados:** estos subgrupos tienen algunas propiedades que no son representativas del gran grupo pero que no indican una transición a otra clase conocida de suelo. Un ejemplo puede ser el de un Argiudol lítico, es decir que el suelo reposa sobre una roca que está a menos de 50 cm de profundidad.

Familia: los nombres de las familias en general identifican subdivisiones dentro de los subgrupos que son similares en textura, composición mineralógica y temperatura media del suelo hasta los 50 cm de profundidad. Por lo tanto el nombre Argiudol típico, fino, mixto, térmico, identifica una familia de un Argiudol típico con textura fina, mezcla de minerales de arcilla, con temperatura media del suelo entre 15 y 22 °C.

Serie: es la categoría inferior del sistema y constituye una subdivisión de familia. Es el taxón más homogéneo y definido con mayor detalle. Las características de diferenciación son: tipo y secuencia de horizontes, color, textura, estructura, consistencia, propiedades químicas y mineralógicas de los horizontes. Generalmente llevan el nombre geográfico donde se describió por primera vez el suelo en cuestión o bien el nombre de un área donde la serie es predominante, pudiendo crearse el nombre si es necesario. Por ejemplo: *Argiudol típico, illítico, térmico, serie El Manantial.*

Existen otras características como pendiente, pedregosidad, salinidad, textura del horizonte superficial, grado de erosión, clase de drenaje, etc., que se usan para diferenciar **Fases**, las que no constituyen una categoría taxonómica del sistema, sino una categoría cartográfica que tiene fines prácticos.

5.2. ÓRDENES DE SUELOS

A continuación describiremos las principales características de los suelos a nivel de órdenes.

5.2.1. ENTISOLES⁸

Son suelos minerales débilmente desarrollados sin horizontes genéticos subsuperficiales, o apenas un comienzo de desarrollo de los mismos (**Figura 11**). La mayoría poseen un epipedón ócrico y unos pocos pueden tener un antrópico. La secuencia de horizontes puede ser AC; ACR o AR. En muchos de estos suelos el tiempo ha sido muy corto para permitir el desarrollo de horizontes. Otros se encuentran sobre pendientes muy fuertes, donde la erosión predomina sobre los procesos de formación, o sobre planicies de inundación que reciben nuevos depósitos aluviales a intervalos frecuentes. Sin embargo algunos Entisoles son muy viejos pero se han desarrollado sobre materiales cuarzosos u otros minerales muy resistentes a la alteración, lo que ha impedido o retardado su evolución.

⁸ Reciente, poco o ningún desarrollo del perfil

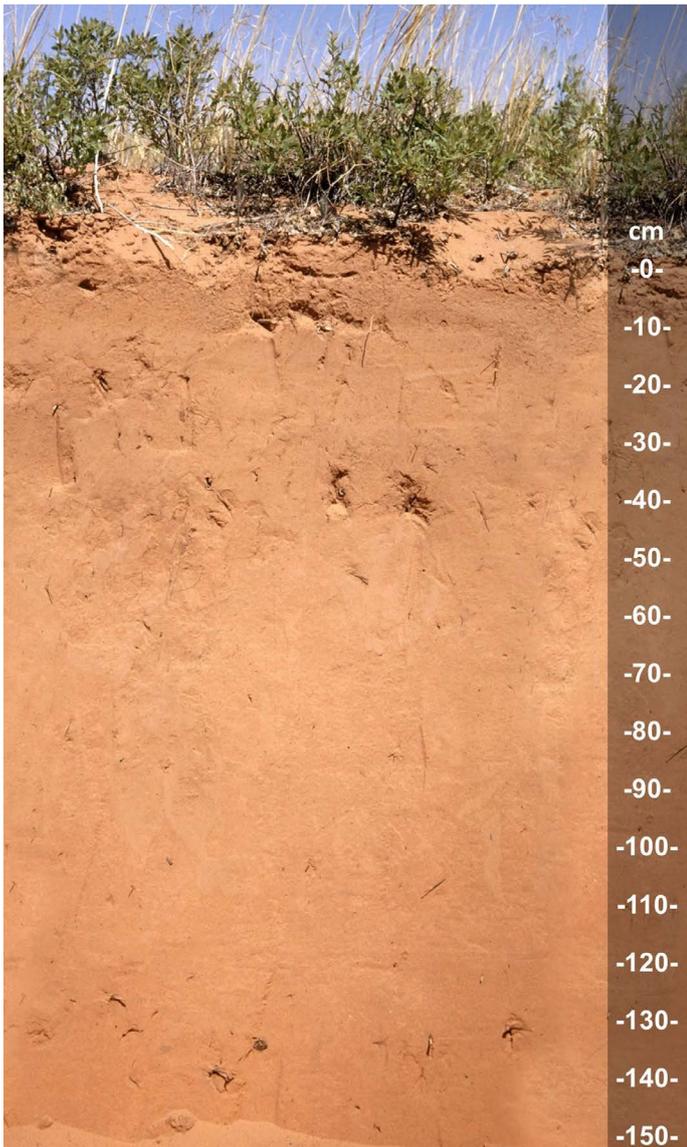


Figura 11: Entisol. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS. 04_Entisols US](#)

5.2.1.1. Ubicación geográfica y productividad

Globalmente, los Entisoles ocupan aproximadamente el 16% del total de tierras libres de hielo y son encontrados bajo una amplia variedad de condiciones ambientales. Muchas civilizaciones importantes se han asentado sobre suelos de este Orden. La mayor parte de los Entisoles corresponden a los suelos que antiguamente se denominaban suelos azonales (aluviales, regosoles, etc). Pueden ser encontrados en cualquier región y su productividad es altamente variable, dependiendo del ambiente en el que se encuentren. En la República Argentina se encuentran presentes en todo el país, aun-

que solo alcanzan cierta entidad geográfica en algunas áreas del centro oeste árido (La Pampa, San Luis).

5.2.2. INCEPTISOLES⁹

El desarrollo del perfil es incipiente, y aunque están presentes algunas características diagnósticas, éstas no se han desarrollado como las de los suelos más maduros. Por ejemplo, un horizonte cámbico que muestra algunos cambios en color o estructura es común en los Inceptisoles, pero un horizonte B iluvial más maduro, como un argílico, no puede estar presente. Otros horizontes de diagnóstico subsuperficiales pueden estar presentes en los Inceptisoles, tales como duripanes, fragipanes y horizontes cálcicos o gípsicos. El epipedón, en la mayoría de los casos, es ócrico. Los Inceptisoles tienen perfiles más desarrollados que los Entisoles. La secuencia más común de horizontes es un epipedón ócrico o úmbrico sobre un cámbico ([Figura 12](#)). Una secuencia bastante común sería la de un perfil ABwC. No hay un proceso pedogenético simple que domine la evolución de todos los Inceptisoles, excepto la lixiviación.

5.2.2.1. Ubicación geográfica y productividad

Están ampliamente distribuidos en el mundo y constituyen más del 9% de las áreas terrestres. Al igual que los Entisoles, se los encuentra en varias condiciones climáticas y fisiográficas, en climas subhúmedos a húmedos desde regiones ecuatoriales a la tundra. Los Inceptisoles se encuentran en todos los continentes y su productividad natural varía considerablemente. Algunos son bastante fértiles, mientras que otros con bajo contenido de materia orgánica no son naturalmente productivos y se han usado para forestaciones y/o cortos períodos de cultivo.

En la República Argentina, los Inceptisoles se localizan en varias provincias sin llegar a alcanzar entidad geográfica. En el NOA se los encuentra en áreas del chaco salteño.

⁹ Pocas características diagnósticas, con horizonte B.

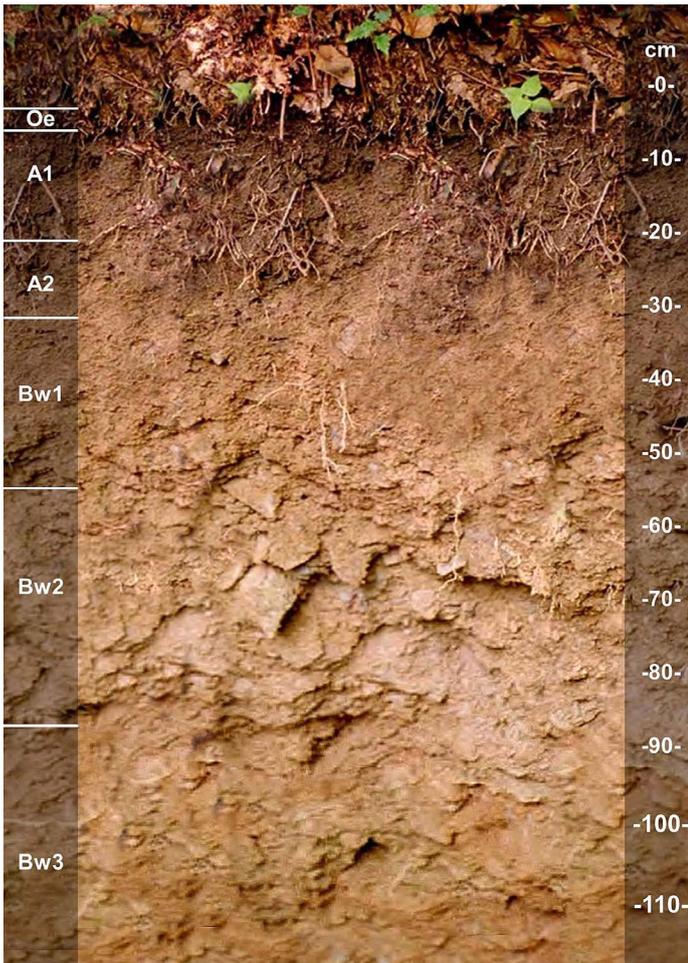


Figura 12: Inceptisol. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS](#). [Anakkesta](#)

5.2.3. ANDISOLES¹⁰

Usualmente se han formado sobre cenizas volcánicas depositadas en períodos geológicamente recientes y no han tenido tiempo para ser fuertemente alterados. El principal proceso de formación ha sido la rápida meteorización (transformación) de cenizas volcánicas hacia materiales amorfos o minerales silicatados pobremente cristalizados, tales como alofano. Algunos Andisoles tienen epipedon melánico, un horizonte diagnóstico superficial que tiene un alto contenido de materia orgánica y color oscuro (Figura 13). Se los conoce por distintos nombre como suelos Ando, Trumao, Andosol, etc. Al igual que los Entisoles y los Inceptisoles, los Andisoles son también suelos jóvenes.

A diferencia de los dos órdenes anteriores de suelos inmaduros, los Andisoles presentan un conjun-

¹⁰ Suelos de cenizas volcánicas.

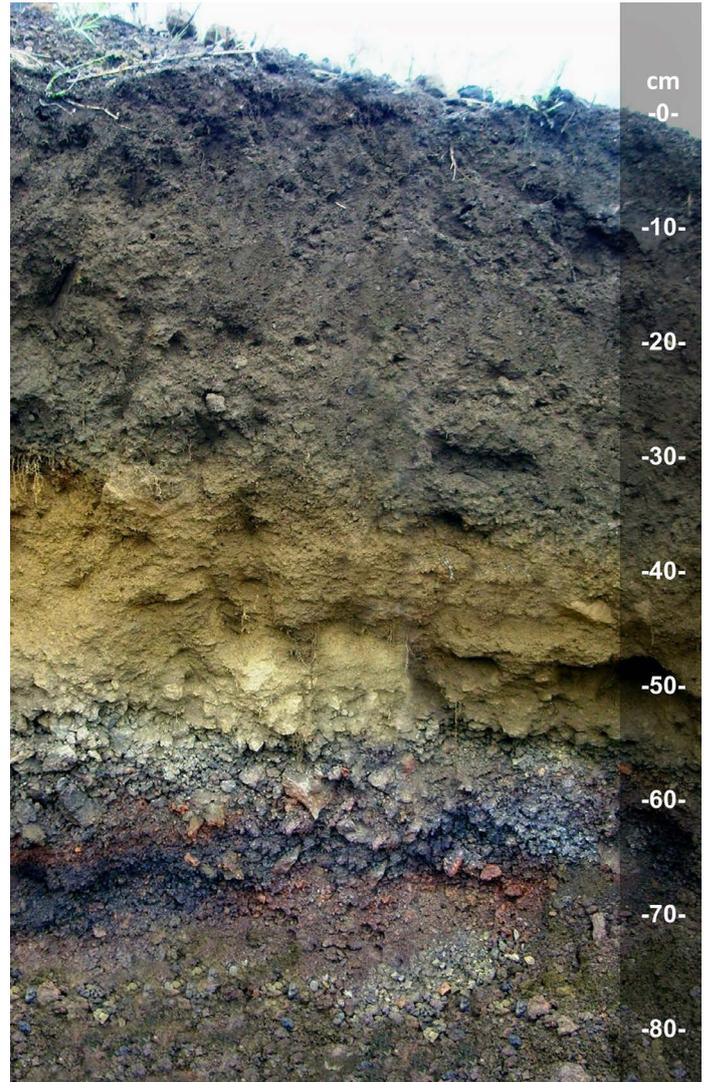


Figura 13: Andisol en España. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS](#). [Andosol ES](#)

to único de propiedades ándicas en los 60 cm superiores del perfil, debido al tipo común de material original. Son suelos livianos y esponjosos (con densidad aparente menor a 0,9 gr/cm³), fáciles de trabajar, con alta capacidad de retención de agua y resistentes a la erosión hídrica.

5.2.3.1. Ubicación geográfica y productividad

Los Andisoles se encuentran en áreas donde hay significativa acumulación de cenizas volcánicas y otros materiales ejetados. Globalmente, representan menos del 1% de los suelos del mundo aunque son importantes en la producción agrícola intensiva de la costa del Pacífico de Sudamérica, en Japón, Indonesia

y Oceanía. En la República Argentina se los localiza en la precordillera andina y bosques subantárticos. En general presentan alta fertilidad natural, aunque que la disponibilidad de fósforo está severamente limitada por la alta capacidad de adsorción de aniones de los materiales presentes. El manejo adecuado de la nutrición puede superar esta dificultad.

Los Andisoles corresponden a suelos intrazonales litomorfos, cuya evolución está condicionada por la naturaleza del material original.

5.2.4. GELISOLES¹¹

Son suelos jóvenes con poco desarrollo del perfil, debido a las bajas temperaturas y las condiciones de congelamiento en la mayoría de los años. Su principal característica es la presencia de una capa de permafrost dentro de los 100 cm (Figura 14), la que puede ser dura, de hielo cementado o no (temperaturas bajo cero por más de 2 años consecutivos). La crioturbaación es la alteración física de los materiales del suelo causada por la formación de cuñas de hielo y por la

11 Suelos congelados



Figura 14: Gelisol en Alaska. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS](#). [Gelisol](#)

expansión y contracción del agua cuando se congela y descongela. La mayoría de los procesos de formación de suelo ocurren por encima del permafrost en la capa activa que se descongela cada uno o dos años. Varios tipos de horizontes de diagnóstico se han desarrollado en diferentes Gelisoles, tales como mólico, hístico, úmbrico, cálcico y ocasionalmente horizonte argílico.

5.2.4.1. Ubicación geográfica y productividad

Los Gelisoles cubren más 11 millones de km² o 8,6% de la superficie terrestre, y están presentes en Rusia, Alaska y Canadá. La mayoría de los Gelisoles sustentan una vegetación de tundra compuesta por líquenes, pastos y arbustos bajos que crecen durante los breves veranos. Las poblaciones humanas son escasas en estos ambientes hostiles.

La productividad de las plantas es baja a causa de la extremadamente corta estación de crecimiento en las lejanas latitudes del hemisferio norte, los bajos niveles de radiación solar (excepto durante los veranos cortos) y la condición de anegamiento, en los que el permafrost inhibe el drenaje interno del suelo durante el deshielo.

5.2.5. HISTOSOLES¹²

Se han formado en ambiente anaeróbico lo que genera condiciones adversas para el desarrollo del perfil. Comprenden la mayoría de los suelos de pantanos, ciénagas, turbas, fangales, etc. El principal proceso de formación del suelo es la acumulación de materia orgánica parcialmente descompuesta sin presencia de permafrost (más de 12 o 18 % de carbono orgánico según la cantidad de arcilla). Aunque pueden formarse en cualquier ambiente, son más frecuentes en los climas fríos donde la producción de materia orgánica excede a su mineralización, lo que ocurre generalmente bajo condiciones de casi una continua saturación con agua. La vegetación natural es hidrófila, con plantas como totoras, juncos, arbustos e incluso algunos árboles. Los Histosoles son generalmente de color negro a pardo oscuro, debido a su alto contenido en materia orgánica (Figura 15), tienen una alta capacidad de almacenaje de agua que puede representar entre 200 a 400% de su peso seco.

5.2.4.1. Ubicación geográfica y productividad

A pesar de que cubren solo el 1% de las tierras, los Histosoles o turberas, abarcan áreas significativas de Alaska, Canadá, Finlandia y Rusia.

A causa de que el rol ecológico de los humedales naturales no ha sido siempre bien apreciado (o protegidos por leyes), muchos humedales originales se han drenado para agricultura o para otros usos. El drenaje altera el ambiente del suelo y provoca la oxidación del material orgánico, lo que resulta en la desaparición de 3-5 cm de suelo por año en los climas cálidos, con alto riesgo de incendios de difícil control. Su baja densidad aparente, los hace aptos para producción de cultivos de órganos subterráneos.

De los Histosoles se extrae turba, que sirve como sustrato para macetas, mantillo o combustible.

En la República Argentina están presentes con frecuencia en las Islas Malvinas y en menor medida en Tierra del Fuego. Son suelos intrazonales hidromórficos.

¹² Suelos orgánicos

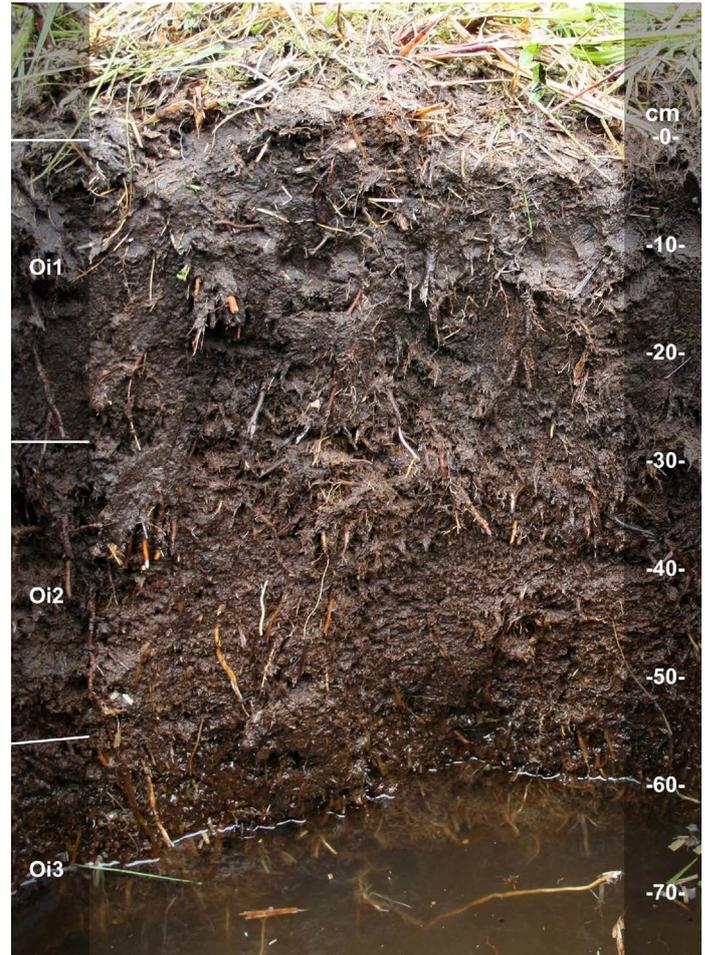


Figura 15: Histosol. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS](#). [Hydric Cryofibrist](#)

5.2.6. ARIDISOLES¹³

La deficiencia de agua es su característica principal. El régimen de humedad arídico permite el crecimiento de las plantas solo por menos de 90 días consecutivos. La vegetación natural consiste de pastos efímeros, arbustos y plantas xerófilas. La superficie está mayormente desnuda y si es gravillosa constituye el pavimento del desierto por la erosión de la tierra fina.

Los Aridisoles se caracterizan por tener un epipedon ócrico, generalmente de color claro y con bajo contenido de materia orgánica (Figura 16), a veces presentan un horizonte antrópico. No hay suficiente agua para lavar los materiales solubles fuera del perfil del suelo, por lo que se pueden encontrar diferentes horizontes de acumulación, tales como cálcico, pe-

¹³ Suelos secos

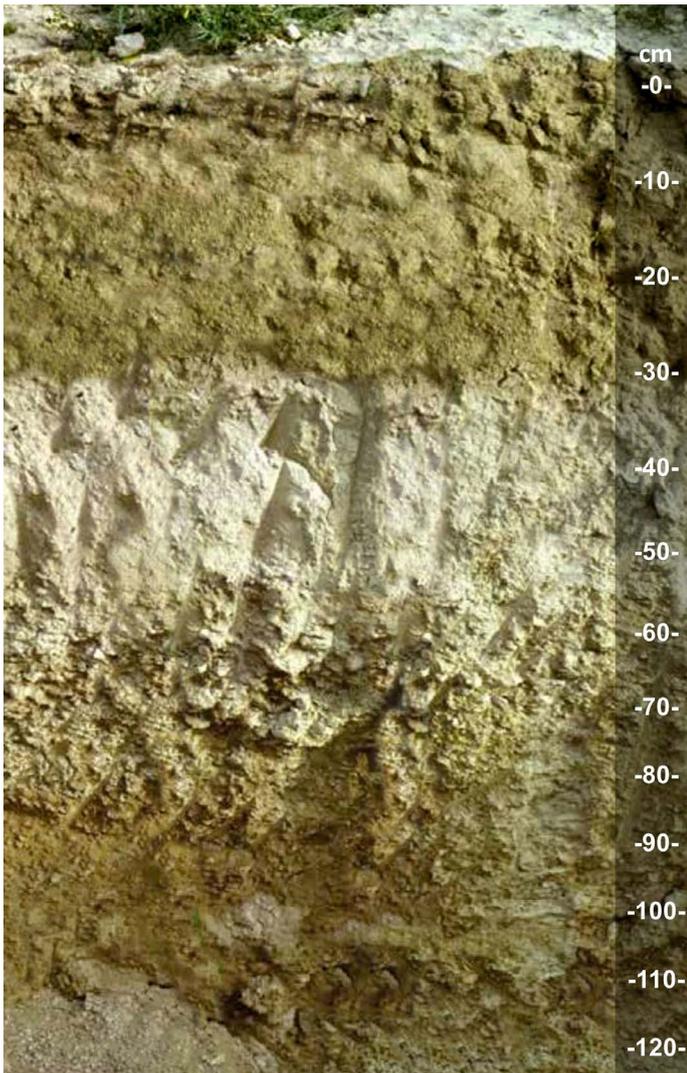


Figura 16: Aridisol en Siria. Foto gentileza de [John A. Kelley](#), USDA-NRCS. [Haplocalcid SY](#)

trocálcico, gípsico, sálico o nátrico. Algunos Aridisoles tienen un horizonte argílico, que son relictos de un clima más húmedo de otra época.

5.2.6.1. Ubicación geográfica y productividad

Los Aridisoles están presentes en casi el 12% de las tierras del mundo. Ocupan vastas áreas en el desierto de Sahara y en el de Gobi, en la mayoría de los suelos de Australia, así como los del sur de Argentina. Excepto con riego, no son suelos aptos para la agricultura. Si la capa freática está cerca de la superficie del suelo, las sales solubles se pueden acumular en los horizontes superiores en niveles que la mayoría de las plantas no puede tolerar.

En algunos lugares se usan para pastoreo de baja intensidad, especialmente de ovinos y caprinos. El sobrepastoreo de los Aridisoles posibilita el fenómeno de desertificación en muchas regiones áridas y semiáridas del mundo. Con riego y fertilización, estos suelos pueden tener alta productividad. Los valles irrigados de las regiones áridas están entre los más productivos del mundo. Sólo suelos con adecuada permeabilidad deben ser incorporados al riego para evitar los riesgos de salinización y sodificación. Los Aridisoles tienen contenidos bajos en nitrógeno debido a su pobreza en materia orgánica, pero pueden ser ricos en otros elementos nutritivos por el escaso lavado.

En Argentina se encuentran extendidos en la Patagonia, Cuyo y la Puna. En el NOA, se los encuentra en los valles áridos de la Rioja, Catamarca, Tucumán, Salta y Jujuy.

5.2.7. VERTISOLES¹⁴

El principal proceso de formación del suelo es la contracción y la expansión de arcillas. El concepto central es el de suelos con alto contenido de arcillas (más de 30%) con anchas y profundas grietas y presencia de microrelieve gilgai. Se los conoce también como black cotton soils, regur, tirs, grumosoles, arcillas negras tropicales, etc. El material originario, montmorillonita rica en Ca y Mg, condiciona la génesis del suelo, lo que los hace ser suelos intrazonales litomórficos (Figura 17). Además del tipo de arcilla, es condición necesaria la ocurrencia de climas contrastantes que alternen períodos húmedos y secos (ambientes subhúmedos y semiáridos de regiones cálidas), lo que permite la expansión y la contracción de las arcillas y el desarrollo de profundas y anchas grietas que son una característica diagnóstica del orden. A pesar de que la mayoría de los Vertisoles son oscuros, esto no indica necesariamente un alto contenido de materia orgánica. En la superficie del suelo generalmente se forman gránulos, los cuales pueden moverse dentro de las grietas, dando lugar a una parcial inversión del suelo, de lo que deriva el nombre del orden.

¹⁴ Arcillas con expansión y agrietamiento

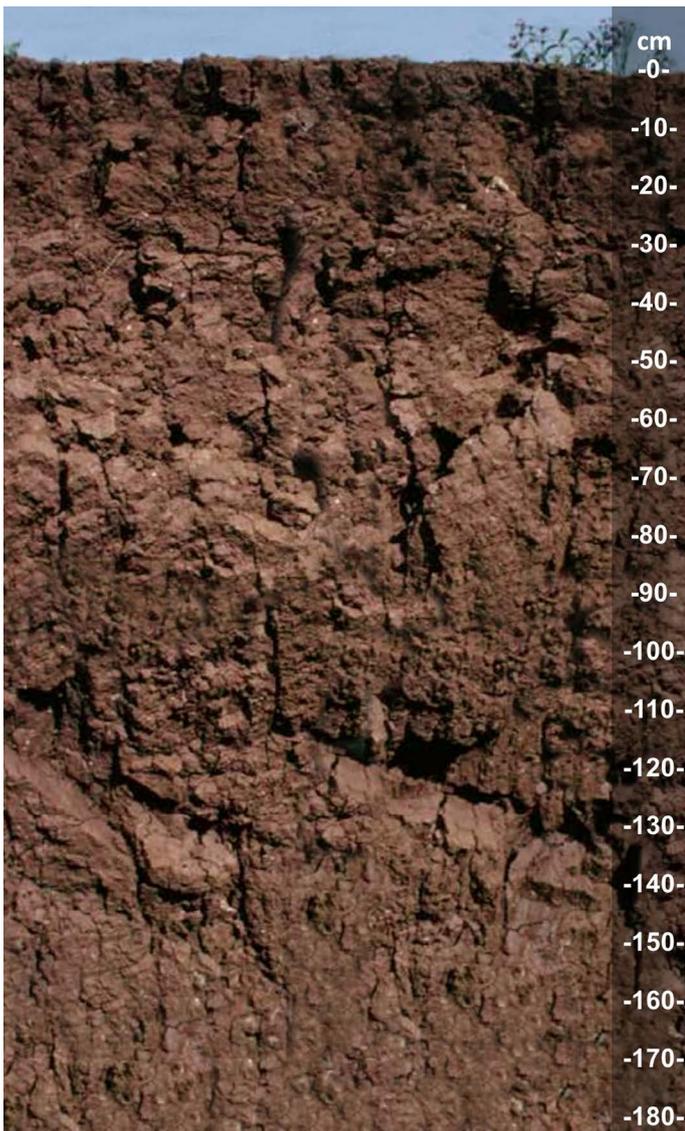


Figura 17: Vertisol en Jordania. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS](#). Haploxerert JO

En el período húmedo, el agua ingresa por las grandes grietas humedeciendo las arcillas en el subsuelo y causando su hinchamiento. La repetición de contracción y expansión del subsuelo arcilloso causa una clase de movimiento imperceptible de grandes masas de suelo. Como el subsuelo se expande, los bloques se frotan entre sí, dando lugar a las superficies de espejo o slickensides. Se genera así un patrón de microelevaciones y microdepressiones llamado relieve gilgai. El proceso de vertisolización está descrito con detalle en la cartilla anexa de Procesos Pedogenéticos Fundamentales.



5.2.7.1. Ubicación geográfica y productividad

Los Vertisoles abarcan el 2,5 % de los suelos del mundo. Se encuentran extendidos en India, Etiopía, Sudán y Australia.

Son problemáticos para la construcción de rutas y edificaciones, así como para el manejo agrícola de los mismos. Son muy adhesivos y plásticos cuando están húmedos y muy duros cuando comienzan a secarse, por lo que el momento de labranza es crítico. Son suelos muy susceptibles a la degradación física y la erosión. La actividad ganadera es preponderante. La irrigación presenta problemas especiales debido a su baja conductividad hidráulica. En Argentina los Vertisoles se localizan en Entre Ríos, sur de Corrientes, y norte de Buenos Aires. En el NOA se han descrito algunos suelos con propiedades vérticas.

5.2.8. MOLISOLES¹⁵

El principal proceso de formación del suelo es la acumulación de materia orgánica rica en calcio, en gran parte proveniente de los densos sistemas radiculares de las pasturas, que forma un espeso y mullido epipedon mólico que caracteriza a los suelos de este orden (**Figura 18**). Los molisoles de las regiones húmedas generalmente tienen epipedones mólicos con más alto contenido de materia orgánica, más oscuros y de mayor espesor que aquellos de regímenes de humedad más secos. El proceso de oscurecimiento del suelo por adición y descomposición de materia orgánica se llama melanización. En realidad se trata de un conjunto de varios procesos más específicos, tales como extensión de las raíces de la vegetación de la pradera al perfil del suelo; descomposición microbiana de materiales orgánicos en el suelo, producción de compuestos oscuros y estables (humificación); y reelaboración del suelo y materiales orgánicos por lombrices de tierra, hormigas, roedores, etc. (bioturbación).

Por debajo del epipedon mólico pueden estar presentes horizontes argílicos, nátricos, álbicos o cámbicos, o incluso puede no estar presente ningún

¹⁵ Suelos oscuros, mullidos de praderas

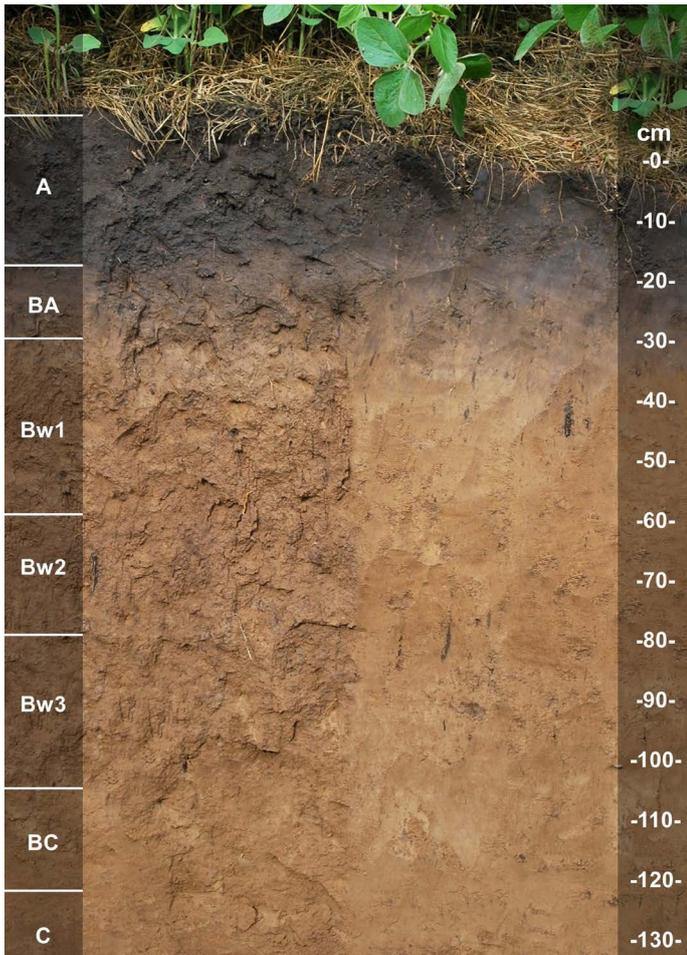


Figura 18: Molisol en Wisconsin. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS](#). [Hapludoll, Typic](#)

endopedón. Pueden encontrarse entre otros perfiles de tipo ABtC; AEBtC; ABtnC; ABwC; ACK.

Cuando el CaCO_3 está presente en el material original, se transloca en el perfil según el régimen de humedad, por lo que la profundidad a la que se acumula es un buen indicador general de la precipitación media anual. Un buen ejemplo de ello puede observarse en la región de la llanura Chacopampeana de Tucumán, en la que los carbonatos se han lixiviado en la subregión subhúmeda-húmeda con régimen údico de humedad y ocurre el lessivage que da lugar al horizonte argílico, mientras que el CaCO_3 aparece en el perfil del suelo en las subregiones subhúmeda-seca y semiárida de régimen ústico de humedad. Los procesos de lessivage, calcificación-decalcificación pueden verse con más detalle en la cartilla anexa de Procesos Pedogenéticos Fundamentales.

5.2.8.1. Ubicación geográfica y productividad

Los Molisoles cubren extensas áreas en ambientes subhúmedos a semiáridos en las planicies de Norte América, Europa, Asia y Sudamérica. Se ubican generalmente entre los Aridisoles de clima árido y los Alfisoles de clima más húmedo. Globalmente ocupan el 7% de los suelos del mundo, pero a causa de su gran fertilidad, son y han sido los suelos cerealeros y sojeros del mundo. Los Molisoles incluyen suelos que en las clasificaciones anteriores eran conocidos como Brunizem, Suelos pradera, Chernozem y Castaños.

Están entre los suelos más productivos del mundo, por lo que la mayoría de ellos están cultivados. Una vez laboreados, parte de la materia orgánica se oxida, liberando nitrógeno y otros nutrientes en cantidades suficientes para producir altos rendimientos de los cultivos y en algunos casos hasta sin uso de fertilizantes. Sin embargo, el cultivo continuo con laboreo ha llevado a un serio deterioro de la estructura del suelo y a erosión en las tierras con pendiente.

En la Argentina ocupan áreas extensas en la región pampeana húmeda y semiárida. En el NOA aparecen especialmente en Tucumán en las regiones del pedemonte, de la llanuras Chacopampeana y Deprimida, es decir en casi toda el área productiva de la provincia (ver cartilla Suelos de Tucumán).



5.2.9. ALFISOLES¹⁶

Suelos que tienen un epipedón ócrico, o raramente úmbrico y un endopedón argílico con moderada a alta saturación con bases (más del 35%). El proceso que ha dado origen a este endopedón es el lessivage (en francés, lixiviación) que consiste en el arrastre mecánico vertical, y su posterior deposición, de las partículas coloidales dispersas, es decir arcillas e hidróxidos de Fe ligados a ellas y se describe con detalle en la cartilla anexa de Procesos Pedogenéticos Fundamentales (Figura 19).

Pueden también tener un horizonte nátrico,
¹⁶ Suelos con horizonte argílico o nátrico, moderadamente lavados

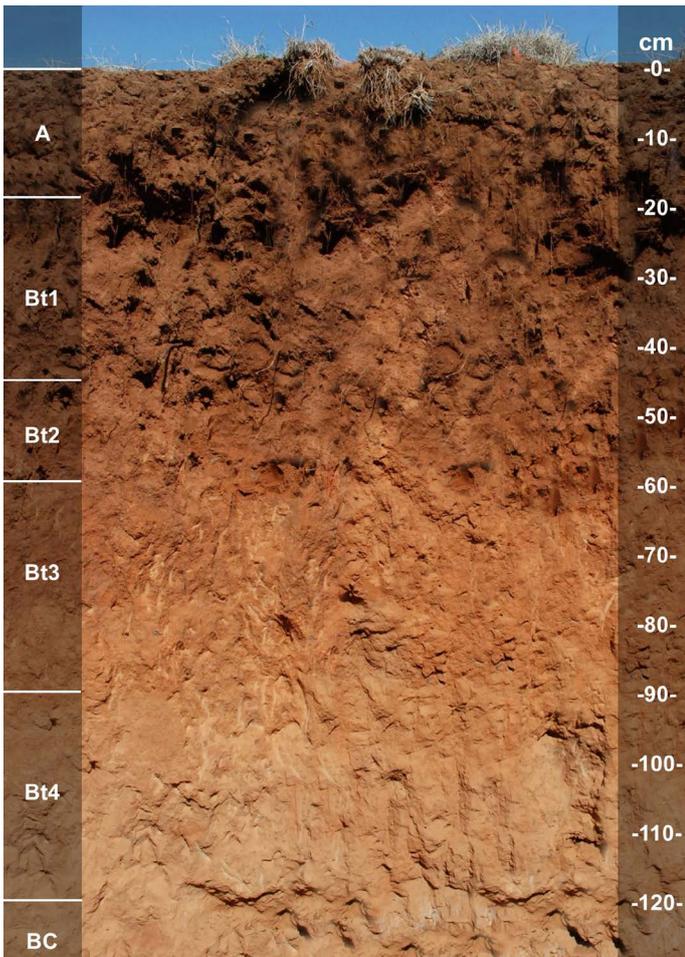


Figura 19: Alfisol en Texas. Foto gentileza de [John A. Kelley](#), USDA-NRCS. [Haplustalf, Torrertic](#)

fragipán, duripán o petrocálcico. Los Alfisoles son suelos con un buen desarrollo del perfil y un moderado grado de alteración. En general, se han formado bajo bosques templados caducifolios y a veces tienen horizonte álbico (E), ligeramente coloreado y lavado y que se encuentra debajo del horizonte A. Una secuencia de horizontes común en los Alfisoles es ABtC; AEBtC o ABtnC.

5.2.9.1. Ubicación geográfica y productividad

Los Alfisoles ocupan aproximadamente el 10% de los suelos globalmente. En general, los Alfisoles son suelos productivos. Buenos bosques de madera dura crecen y los rendimientos de los cultivos son favorecidos por su característica saturación con bases media a alta en el solum (lo que indica una buena fertilidad natural), textura generalmente favorable y

localización en regiones con suficientes lluvias para las plantas al menos una parte del año.

La erosión severa puede exponer en superficie el horizonte argílico, lo que no es favorable para el desarrollo vegetal y para la infiltración y captación del agua. No se presentan problemas de toxicidad por aluminio pero a veces el encalado es necesario para corregir problemas de acidez. Los Alfisoles están bien representados en la Argentina, y son frecuentes en buena parte de la región chaqueña del NOA y NEA, en el litoral y en la provincia de Buenos Aires. Pueden tener régimen de humedad ácuico, údico o ústico.

5.2.10. ULTISOLES¹⁷

Los principales procesos involucrados en la formación de los Ultisoles son la meteorización y translocación de arcilla que se acumula en un horizonte argílico o kándico con menos de 35% de saturación con bases (ver proceso de ferruginación en cartilla anexa de Procesos Pedogenéticos Fundamentales). La mayoría de ellos se han desarrollado bajo vegetación forestal en climas tropicales cálidos y húmedos pero con algún déficit estacional de lluvias. A menudo tienen un epipedon ócrico o úmbrico y un subsuelo bastante ácido y pobre en nutrientes para las plantas. En general, las precipitaciones superan a la evapotranspiración y ese exceso circula a través del suelo hasta el húmedo o saturado substrato. La liberación de bases por la alteración es igual o menor a la removida por el lavado, y normalmente la mayoría de estas son retenidas por la vegetación y en los primeros centímetros del suelo.

Los Ultisoles están más fuertemente meteorizados y acidificados que los Alfisoles con fuerte presencia de caolinita y gibbsita (hidróxido de Al). En general, los horizontes subsuperficiales son de color rojo o amarillo, evidencia de la acumulación de óxidos de hierro (**Figura 20**). Son suelos con alta capacidad de adsorción y fijación de fosfatos. Una secuencia común de horizontes en los suelos de este orden es ABtC o AEBtC.

¹⁷ Suelos con horizonte argílico, pobre en bases

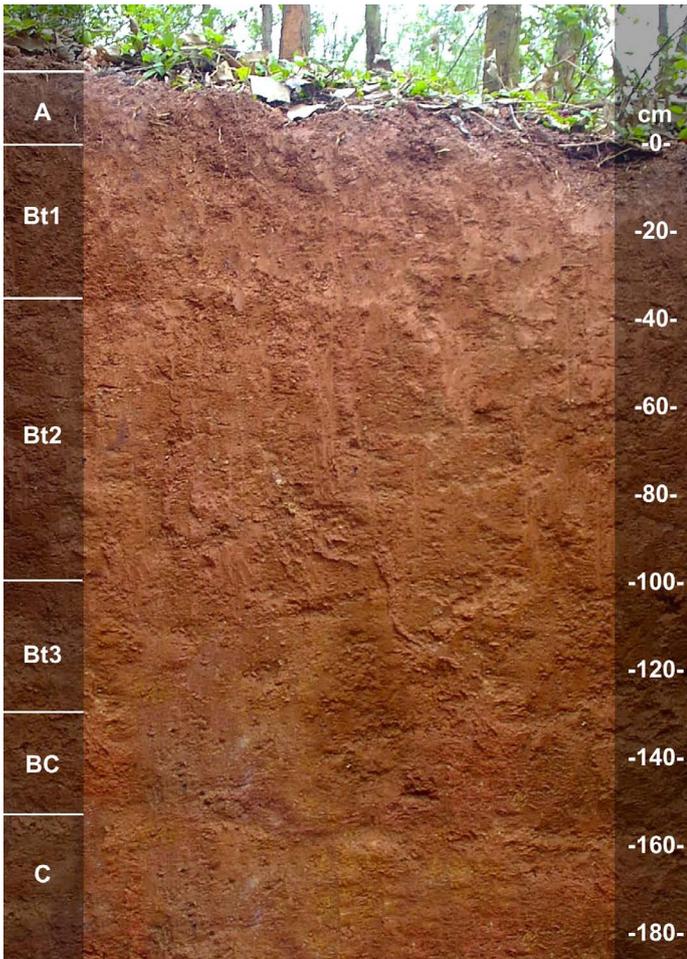


Figura 20: Ultisol en China. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS](#). [Kanhapludult CN](#)

5.2.10.1. Ubicación geográfica y productividad

Los Ultisoles ocupan grandes áreas en el sudeste de USA y de Asia, como así también en China. Extensas áreas de Ultisoles se encuentran en los trópicos húmedos de Brasil y Paraguay en cercana asociación con algunos Oxisoles.

Están localizados principalmente en regiones de largas estaciones de crecimiento y abundante humedad para la buena producción de cultivos, aunque su aptitud natural es forestal. Los Ultisoles normalmente producen buenas cosechas los primeros años hasta que se agotan los nutrientes liberados en el biociclo de la materia orgánica que son tomados por el cultivo o lavados del perfil. En ese momento el productor debe restaurar la fertilidad agregando abonos y fertilizantes. El pH debe corregirse con prácticas de encalado.

En Argentina este Orden se localiza al norte de

Corrientes y al Sur de Misiones.

5.2.11. OXISOLES¹⁸

Antes conocidos como suelos lateríticos, son los suelos más fuertemente meteorizados en el sistema de clasificación. Son los suelos amarillos y rojizos de las regiones tropicales y subtropicales, cuya característica diagnóstica es la presencia de un endopedon óxico (**Figura 21**). Este horizonte generalmente tiene un alto contenido de partículas del tamaño de la arcilla, donde predominan los óxidos de hierro y aluminio y las arcillas 1:1. La meteorización y el intenso lavado han removido una gran parte de la sílice de los materiales silicatados. Se formaron en climas cálidos y húmedos, por lo tanto la vegetación nativa es generalmente una selva tropical. Sin embargo, algunos Oxisoles se encuentran en áreas que actualmente son mucho más secas que cuando se formaron. En la mayoría de los Oxisoles el epipedón predominante es ócrico o úmbrico.

Aunque su contenido de arcilla es alto, éstas son de baja actividad. Además son no adhesivas lo que los hace fácilmente trabajables. Son resistentes a la compactación, por lo que el agua se mueve libremente a través del perfil. La alteración, que es muy avanzada, ha penetrado hasta gran profundidad, produciendo una espesa regolita (ver proceso de ferralitización en cartilla anexa de Procesos Pedogenéticos Fundamentales). Una secuencia de horizontes común en los Oxisoles es ABoC.

5.2.11.1. Ubicación geográfica y productividad

Los Oxisoles representan casi 8% de los suelos del mundo. Grandes áreas de Oxisoles están en Sudamérica, Asia y África central.

La arcilla de baja actividad tiene una muy limitada capacidad para contener nutrientes catiónicos como calcio, magnesio y potasio, por lo que su fertilidad natural es baja y son moderada o fuertemente ácidos. La alta concentración de óxidos de hierro y aluminio y de arcillas 1:1 le otorgan a estos suelos una alta capacidad de retener el poco fósforo presente, por

¹⁸ Suelos con horizonte óxico, fuertemente meteorizados

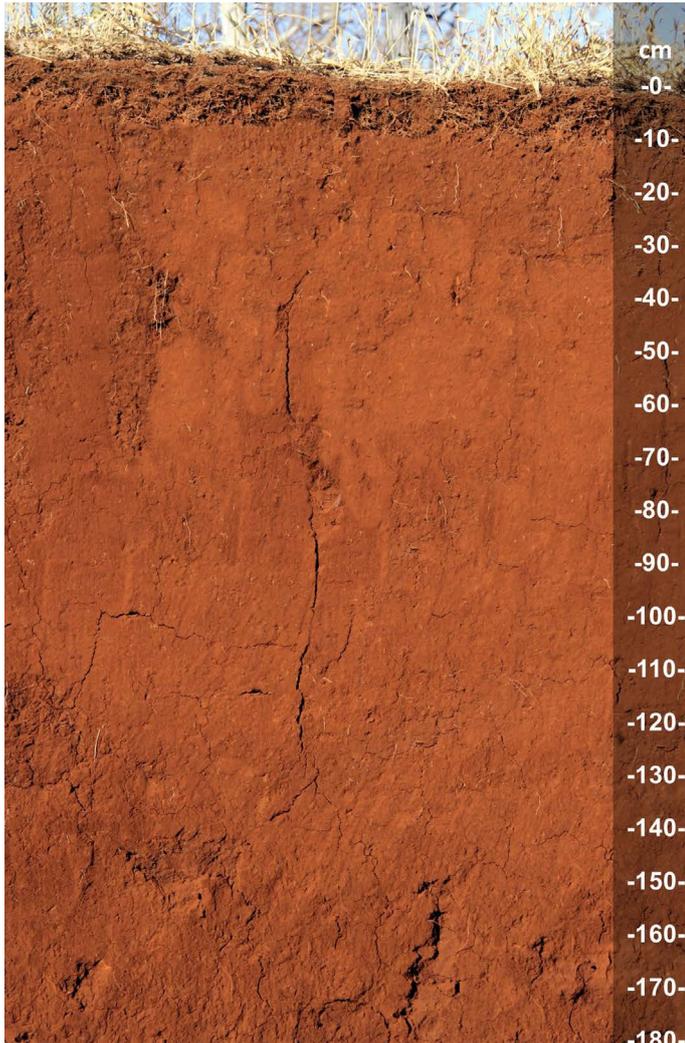


Figura 21: Oxisol. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS. 09_Oxisols](#)

lo que la deficiencia de este nutriente a menudo limita el crecimiento de los cultivos cuando la vegetación natural es removida. A su vez, la presencia de los componentes de hierro les permite tener una alta estabilidad estructural y ser bastante resistentes a la erosión. El ciclaje de nutrientes por las raíces profundas de los árboles es especialmente importante para la productividad de estos suelos. Probablemente el mejor uso de los Oxisoles, además de soportar la selva, es la mezcla de cultivos perennes con cultivos arbóreos.

Sin enmiendas, la mayoría de los Oxisoles constituyen suelos de baja productividad para los cultivos. Con técnicas modernas, enmiendas, fertilizantes, pesticidas, etc. muchos son altamente productivos. En la Argentina los Oxisoles se localizan en la provincia de Misiones.

5.2.12. ESPODOSOLES¹⁹

Estos suelos evolucionan principalmente sobre materiales originarios ácidos y de textura gruesa sujetos a un rápido lavado. El rasgo común a la mayoría de los Espodosoles es la presencia del horizonte espódico, en el cual mezclas amorfas de materia orgánica y sesquióxidos de aluminio o hierro (complejos o quelatos), se han acumulado por iluviación. Este proceso se conoce con el nombre de queluviación y se describe con detalle bajo el título de Podzolización en la cartilla anexa de Procesos Pedogenéticos Fundamentales. Normalmente hay un horizonte eluvial E (álbico) de color grisáceo claro, sobreyacente al espódico. Por arriba del E puede existir un horizonte A o un O con restos orgánicos parcialmente descompuestos (Figura 22).

Solo están presentes en áreas húmedas, comúnmente en climas fríos o templados, pero también aparecen en algunas áreas tropicales y subtropicales. Casi siempre son considerados suelos zonales, es decir en equilibrio con el clima y la vegetación. Los Espodosoles se forman bajo vegetación forestal de coníferas, altas en resinas ácidas y con bajas necesidades en cationes básicos como calcio. Los residuos vegetales producen una materia orgánica acidófila, de lenta descomposición que resulta determinante en el proceso de queluviación que domina la evolución de estos suelos.

Algunas secuencias de horizontes comunes en este Orden son: OAEBsC; OAEBshC; OAEBsC. El horizonte A puede no estar presente.

5.2.12.1. Ubicación geográfica y productividad

Grandes áreas de Espodosoles se encuentran en el norte de Europa y Rusia, y también en Canadá y norte de USA. En regiones montañosas templadas de Sudamérica hay pequeñas áreas de Espodosoles.

Naturalmente no son suelos fértiles. Se trata de suelos ácidos que necesitan ser encalados y fertilizados para corregir los problemas derivados de la acidez y la escasez de nutrientes. Sin embargo, cuando se los fertiliza adecuadamente, pueden ser bastante productivos. A causa de su textura arenosa, (son pobremen-

¹⁹ Suelos forestales, ácidos, arenosos, pobres en bases

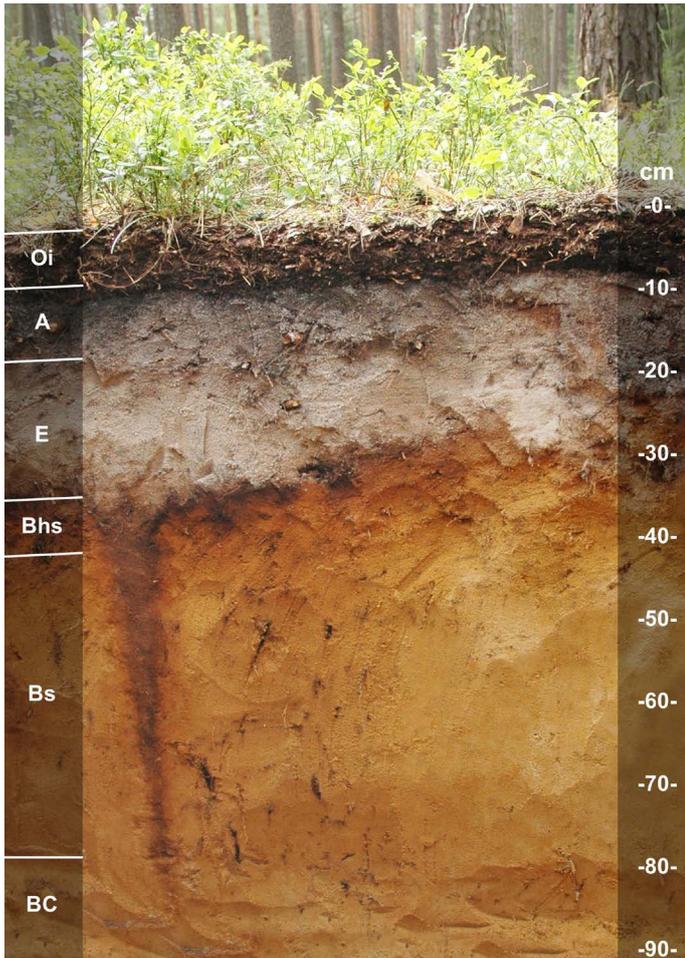


Figura 22: Espodosol en la República Checa. Foto gentileza de [John A. Kelley, USDA-NRCS](#). [Haplorthod, Entic](#)

te bufferados) y la presencia de abundantes lluvias, la contaminación por lavado de napas y lagos de cuencas hidrográficas es bastante común.

En la República Argentina se localizan al sur de Tierra del Fuego.

5.2. RESUMEN

A modo de resumen, en el esquema de la [Figura 23](#) se resumen las condiciones generales que posibilitan la formación de los suelos de los diferentes órdenes de la Taxonomía de Suelos. A partir de las características del perfil del suelo se puede inferir el grado de desarrollo de los suelos de los distintos órdenes.

En la [Figura 24](#) se muestra la distribución general simplificada de los 12 órdenes de suelo en los diferentes continentes del planeta.

En la [Figura 25](#) se observa la distribución de los

órdenes presentes en la República Argentina. Argentina es uno de los pocos países donde se encuentran los 12 órdenes de suelos (incluyendo los gelisoles en la Antártida Argentina). En los mapas de las Figuras 24 y 25, cada polígono corresponde al orden dominante, donde pueden existir otros órdenes, pero en menor proporción.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2013). Nature and properties of soils, the: Pearson new international edition pdf ebook. Pearson Higher Ed.
- Buol S.W., Hole F.D., McCracken R.J., and Soutard R.J. 1997. Soil Genesis and Classification. Ed. Iowa State University. Fourth Edition.
- Fadda G.S. 1999. Clasificación de Suelos. Cartilla de cátedra de Edafología. FAZ-UNT. www.edafologia.org
- Hammp E. en Sistema Suelo. Sus orígenes y propiedades fundamentales (Bricchi E. y Degioanni A. com). Ed. UNRC.
- Rodríguez, D., Schulz, G.A., Aleksa, A., Vuegen, L.T. (2019). Distribution and Classification of Soils. In: Rubio, G., Lavado, R., Pereyra, F. (eds) The Soils of Argentina. World Soils Book Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76853-3_5
- Sanzano G.A. 2019. Génesis del Suelo. Procesos Pedogenéticos Fundamentales. Cartilla de cátedra de Edafología. FAZ-UNT. www.edafologia.org
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys, 2nd (USDA)

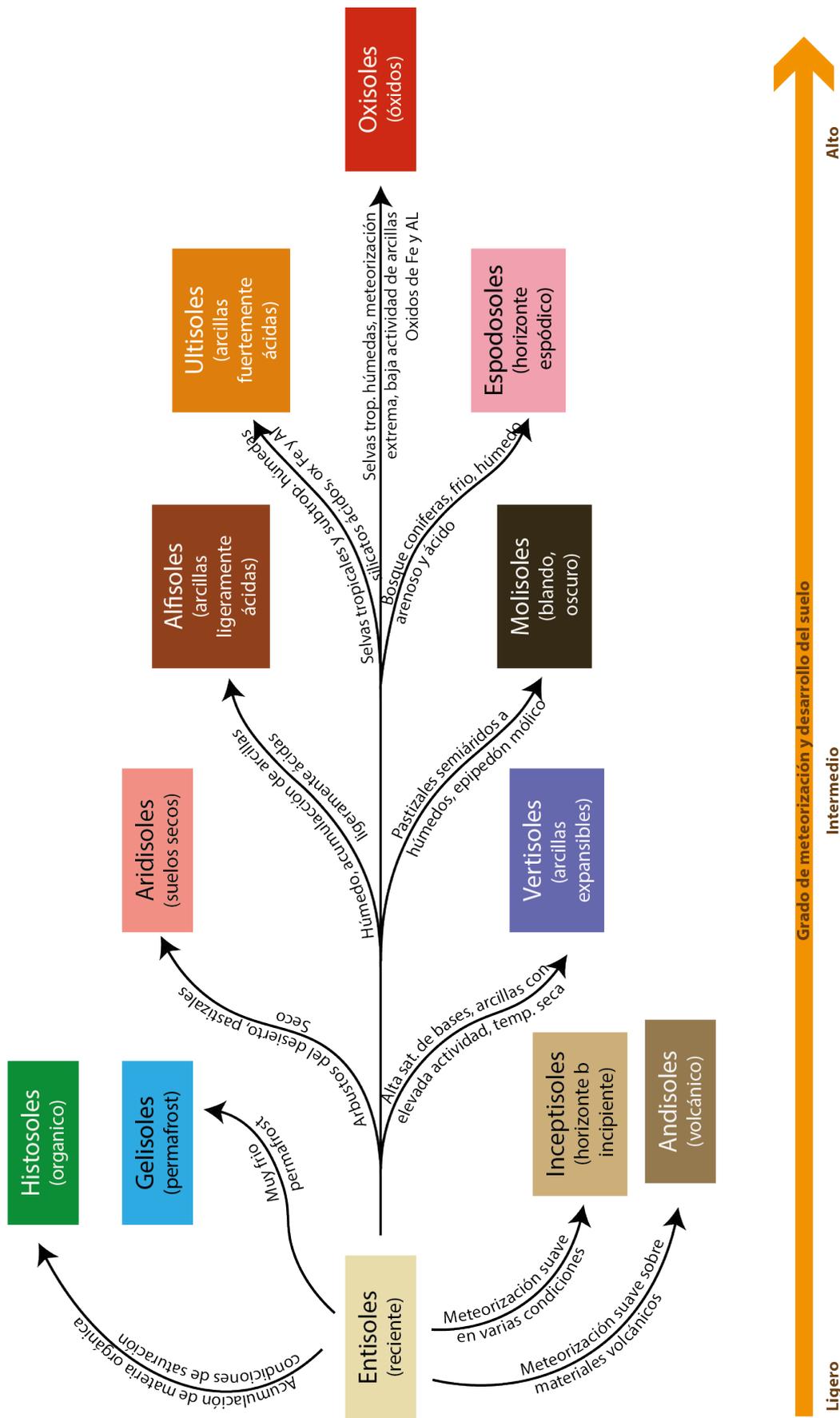


Figura 23: Esquema de meteorización y desarrollo de los diferentes ordenes de suelos. Fuente: Adaptado de Brady, N. C., & Weil, R. R. (2013). Nature and properties of soils, the: Pearson new international edition pdf ebook. Pearson Higher Ed.

Global Soil Regions

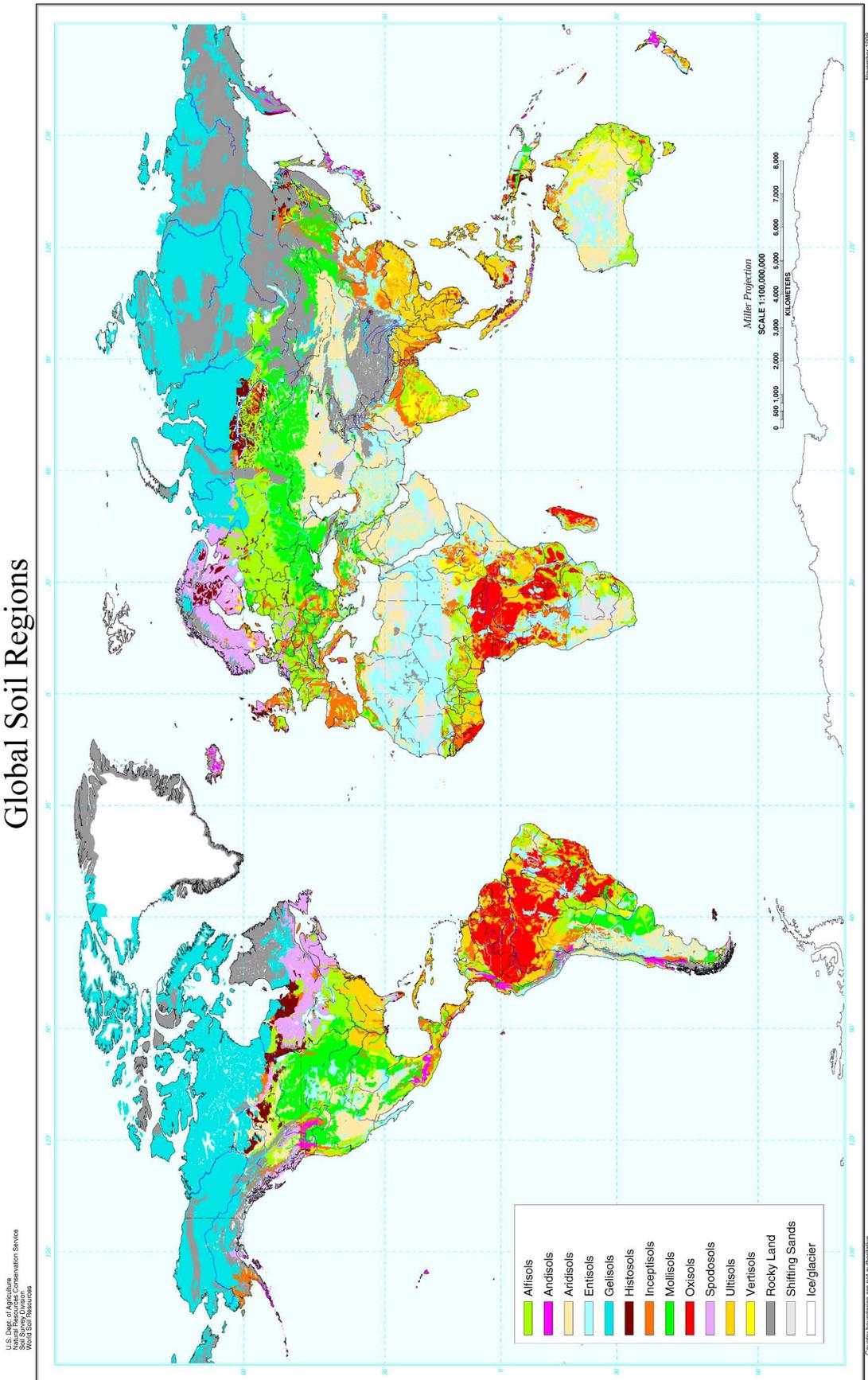


Figura 24: Distribución de los órdenes de suelo en el mundo. Fuente: [Global USDA Soil Taxonomy](#)

Órdenes dominantes en Argentina

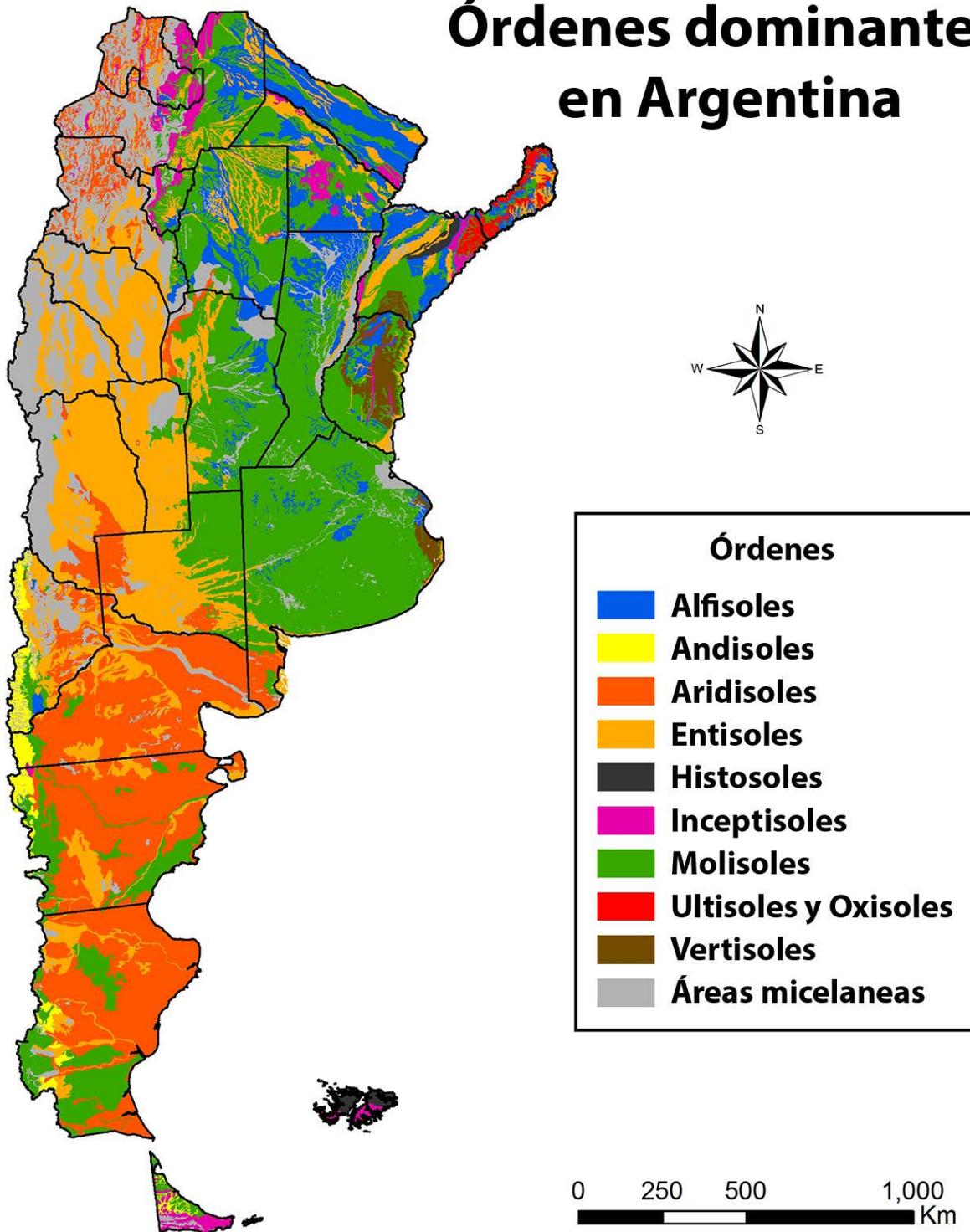


Figura 25: Ordenes de suelo en Argentina. Fuente: Gentileza de Dario Rodríguez, Instituto de Suelos INTA. En Rodríguez, D., Schulz, G.A., Aleksa, A., Vuegen, L.T. (2019). *Distribution and Classification of Soils*. In: Rubio, G., Lavado, R., Pereyra, F. (eds) *The Soils of Argentina*. World Soils Book Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76853-3_5