



# Base referencial mundial del recurso suelo 2014

Sistema internacional de clasificación de suelos  
para la nomenclatura de suelos y la creación de  
leyendas de mapas de suelos

Actualización 2015



**Fotos de la cobertura** (de la izquierda a la derecha):

Ekranic Technosol – Austria (Foto: ©Erika Michéli)

Reductaquic Cryosol – Rusia (Foto: ©Maria Gerasimova)

Ferralic Nitisol – Australia (Foto: ©Ben Harms)

Pellic Vertisol – Bulgaria (Foto: ©Erika Michéli)

Albic Podzol – República Checa (Foto: ©Erika Michéli)

Hypercalcic Kastanozem – México (Foto: ©Carlos Cruz Gaistardo)

Stagnic Luvisol – Sudáfrica (Foto: ©Márta Fuchs)

---

Los productos de información de la FAO pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a **publications-sales@fao.org**  
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura  
Viale delle Terme di Caracalla  
00100 Roma, Italia

**E-mail:** [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org)

**Fax:** (+39) 06 57053360

**Web site:** <http://www.fao.org>

# Base referencial mundial del recurso suelo 2014

INFORMES SOBRE  
RECURSOS  
MUNDIALES  
DE SUELOS

106

Sistema internacional de clasificación de suelos  
para la nomenclatura de suelos y la creación de  
leyendas de mapas de suelos

Actualización 2015

*Citación recomendada:*

IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

ISBN 978-92-5-308369-5

© FAO, 2016

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, imprimir y descargar el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO apruebe los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request) o a [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org).

# Contenido

<b>Prólogo</b>	<b>V</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>VI</b>
<b>Prólogo para la edición en español</b>	<b>VII</b>
<b>Lista de acrónimos</b>	<b>VIII</b>
<b>Capítulo 1. Antecedentes y conceptos básicos</b>	<b>1</b>
1.1 Historia	1
1.2 Los cambios mayores en la WRB 2014	2
1.3 El objeto clasificado en la WRB	3
1.4 Principios básicos	4
1.5 Arquitectura	9
1.6 Suelo superficial	10
1.7 Traducción a otros idiomas	10
<b>Capítulo 2. Las reglas para la clasificación de suelos y la creación de leyendas de mapas</b>	<b>12</b>
2.1 Reglas generales	12
2.2 Reglas para la clasificación de suelos	13
2.3 Reglas para la creación de leyendas de mapas	14
2.4 Subcalificadores	17
2.5 Suelos enterrados	21
<b>Capítulo 3. Horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico</b>	<b>23</b>
Horizontes de diagnóstico	23
Propiedades de diagnóstico	65
Materiales de diagnóstico	81
<b>Capítulo 4. Clave para los Grupos de Suelos de Referencia con listas de calificadores principales y calificadores suplementarios</b>	<b>90</b>

<b>Capítulo 5. Definiciones de los calificadores</b>	<b>122</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>148</b>
<b>Anexo 1. Descripción, distribución, uso y manejo de los Grupos de Suelos de Referencia</b>	<b>152</b>
<b>Anexo 2. Resumen de los procedimientos analíticos para la caracterización del suelo</b>	<b>194</b>
<b>Anexo 3. Códigos recomendados para los Grupos de Suelos de Referencia, calificadores y especificadores</b>	<b>200</b>
<b>Anexo 4. Tamaño de partículas y clases texturales</b>	<b>205</b>

# Prólogo

La primera edición de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB) fue difundida en el 16° Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo en Montpellier en 1998. Durante el mismo evento, fue aprobado y adoptado como sistema de correlación de suelos y comunicación internacional de la International Union of Soil Sciences (IUSS). La segunda edición de la WRB fue avalada en el 18° Congreso Mundial en Filadelfia en 2006.

Hoy, después de ocho años de una intensa etapa de prueba y recolección de datos al nivel mundial, se presenta la tercera edición de la WRB. Esta publicación refleja el valioso trabajo de los autores de los primeros diseños y ediciones de la WRB, así como las experiencias y contribuciones de muchos científicos de la ciencia del suelo que han participado en las labores del Grupo de Trabajo de IUSS sobre WRB.

La WRB es un sistema de clasificación de suelos para denominar suelos y crear leyendas de mapas de suelos. Es de esperar que la presente publicación contribuya a la comprensión y entendimiento de la ciencia del suelo al público en general y a la comunidad científica.

Esta publicación ha sido posible por los esfuerzos sostenidos de un gran grupo de expertos autores, así como por la cooperación y apoyo logístico de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) y de la IUSS.

Peter Schad (Presidente)  
Cornie van Huyssteen (Vice-Presidente)  
Erika Michéli (Secretaria)

**IUSS Working Group WRB**

Ronald Vargas  
Land and Water Development Division  
**Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)**

# Agradecimientos

Esta edición ha sido compilada bajo el liderazgo de Peter Schad (Technische Universität München, Freising, Alemania), Cornie van Huyssteen (University of the Free State, Bloemfontein, Sudáfrica) y Erika Michéli (Szent István University, Gödöllő, Hungría).

Las decisiones fundamentales han sido tomadas por miembros de la Comisión de WRB: Lucía Anjos (Brasil), Carlos Cruz Gaistardo (México), Seppe Deckers (Bélgica), Stefaan Dondeyne (Bélgica), Einar Eberhardt (Alemania), Maria Gerasimova (Rusia), Ben Harms (Australia), Arwyn Jones (Comisión Europea), Pavel Krasilnikov (Rusia), Thomas Reinsch (Estados Unidos de América), Ronald Vargas (FAO), y Ganlin Zhang (China). La edición de lenguaje (inglés) fue realizada por Ben Harms (Australia).

La presente tercera edición ha recibido contribuciones de muchos científicos, entre ellos: David Badia Villas (España), Frank Berding (Países Bajos), Vanda Buivydaite (Lituania), Przemysław Charzyński (Polonia), Joe Chiaretti (Estados Unidos de América), Juan Comerma (Venezuela), Carmelo Dazzi (Italia), Mahmut Dingil (Turquía), Arnulfo Encina Rojas (Paraguay), Márta Fuchs (Hungría), Luise Giani (Alemania), Sergey Goryachkin (Rusia), Alfred Hartemink (Estados Unidos de América), Juan José Ibáñez Martí (España), Plamen Ivanov (Bulgaria), Jérôme Juilleret (Luxemburgo), Cezary Kabała (Polonia), Andrzej Kacprzak (Polonia), Arno Kanal (Estonia), Nikolay Khitrov (Rusia), Roger Langohr (Bélgica), Xavier Legrain (Bélgica), Andreas Lehmann (Alemania), Gerhard Milbert (Alemania), Brian Murphy (Australia), Otmar Nestroy (Austria), Åge Nyborg (Noruega), Tatiana Prokofieva (Rusia), Jaroslava Sobocká (Eslovaquia), Leigh Sullivan (Australia), Wenceslau Teixeira (Brasil), Łukasz Uzarowicz (Polonia).

El Grupo de Trabajo está inmensamente agradecido a dos brillantes científicos del suelo que hicieron grandes contribuciones al desarrollo de la WRB y lamentablemente han fallecido: Rudi Dudal (Bélgica, 1926–2014), quien fue autor principal del Mapa de Suelos del Mundo, y Otto Spaargaren (Países Bajos, 1944-2015) quien fue durante mucho tiempo el científico líder del Grupo de Trabajo WRB.

Por último, el Grupo de Trabajo desea expresar su gratitud a la FAO por el apoyo y por hacer posible la impresión y distribución de este documento.



# Prólogo para la edición en español

La primera versión de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB por sus siglas en inglés) fue publicada en 1998, edición que luego fue traducida a 13 idiomas. La segunda edición se publicó en el 2006 y luego de intensa colección de datos y comprobaciones de campo se publicó la tercera edición en el 2014. Esta es la versión en español de esta última edición.

La tercera edición de la WRB incorpora, en el nuevo capítulo 2, elementos que permiten generar nombres taxonómicos mucho más informativos que llevan a deducir con facilidad la génesis y funciones de los suelos. Por otro lado, esta nueva versión de la WRB facilita la elaboración de leyendas de mapas a varias escalas para uso multifinalitario.

Los aportes científicos incorporados tienen significativa importancia debido a que facilitan la vinculación entre los sistemas de clasificación existentes, haciendo que esta edición de la WRB sea una herramienta de comunicación muy versátil para compilar bases de datos globales con procesos que se ajustan con facilidad a las tecnológicas actuales de los sistemas de información geográfica, contribuyendo de esta forma a mejorar el inventario y monitoreo de los recursos de suelos del mundo.

La publicación de la tercera edición de este libro es una significativa contribución a la comprensión del sistema de Clasificación de Suelos y estamos seguros que será extensamente utilizada en todo el mundo, tanto por su contenido científico, como por la aplicación práctica en el campo de la agronomía.

Especial mención merece el esfuerzo y dedicación en la publicación de esta tercera edición de la WRB del Dr. Peter Schad, distinguido catedrático de la Universidad Tecnológica de Munich, Alemania y Presidente del Grupo de Trabajo WRB de la Unión Internacional de las Ciencias del Suelo. Además, es importante reconocer la contribución de la Dra. Mabel Susana Pazos de Argentina (fallecida) quien tradujo la edición del 2006, de la Biol. Silvia Chávez Castellanos y del Ing. Francisco Javier Manríquez Cosío del INEGI, México, quienes desarrollaron el borrador de esta edición en español y para el Dr. Roque Ortiz Silla, catedrático de la Universidad de Murcia, España, quien hizo la redacción final.

Gustavo Bernal

**Presidente de la Sociedad Latinoamericana de la Ciencia del Suelo**

## Lista de acrónimos

$Al_{dith}$	Aluminio extraído por una solución de ditionito-citrato-bicarbonato
$Al_{ox}$	Aluminio extraído por una solución de oxalato de amonio ácido
$Al_{py}$	Aluminio extraído por una solución de pirofosfato
$CaCO_3$	Carbonato de calcio
CIC	Capacidad de intercambio catiónico
COLE	Coefficiente de extensibilidad lineal
EC	Conductividad eléctrica
$EC_e$	Conductividad eléctrica del extracto de pasta saturada
ESP	Porcentaje de sodio intercambiable
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
$Fe_{dith}$	Hierro extraído por una solución de ditionito-citrato-bicarbonato
$Fe_{ox}$	Hierro extraído por una solución de oxalato de amonio ácido
$Fe_{py}$	Hierro extraído por una solución de pirofosfato
HCl	Ácido clorhídrico
ISRIC	Centro Internacional de Información y Referencia en Suelos
ISSS	Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo
IUSS	Unión Internacional de la Ciencia del Suelo
KOH	Hidróxido de potasio
KCl	Cloruro de potasio
$Mn_{dith}$	Manganeso extraído por una solución de ditionito-citrato-bicarbonato
NaOH	Hidróxido de sodio
$NH_4OAc$	Acetato de amonio
ODOE	Densidad óptica del extracto de oxalato
RSG	Grupo de Suelos de Referencia

SAR	Relación de absorción de sodio
Si <sub>ox</sub>	Silicio extraído por una solución de oxalato de amonio ácido
SiO <sub>2</sub>	Sílice (dióxido de silicio)
SUITMA	Suelos en Áreas Urbanas, Industriales, de Tráfico, de Minas y Militares (IUSS Grupo de Trabajo)
TRB	Reserva total de bases
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
WRB	Base Referencial Mundial del Recurso Suelo



## Capítulo 1

# Antecedentes y conceptos básicos

## 1.1 HISTORIA

### Desde sus inicios hasta la segunda edición 2006

La Base Referencial Mundial (WRB) está basada en la Leyenda (FAO-UNESCO, 1974) y la Leyenda Revisada (FAO, 1988) del Mapa Mundial de Suelos (FAO-UNESCO, 1971-1981). En 1980, la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (ISSS, desde el año 2002 la Unión Internacional de la Ciencia del Suelo, IUSS) formó la "Base Referencial Internacional para Clasificación de Suelos", un Grupo de Trabajo para la posterior elaboración de un sistema de clasificación de suelos basada en la ciencia. Este Grupo de Trabajo se renombró como "Base Referencial Mundial del Recurso Suelo" en 1992. El Grupo de Trabajo presentó la primera edición de la WRB en 1998 (FAO, 1998) y la segunda edición en 2006 (IUSS Working Group WRB, 2006). En 1998, el Consejo de ISSS aprobó la WRB como su terminología oficialmente recomendada para nombrar y clasificar suelos.

En la segunda edición de la WRB (IUSS Working Group WRB, 2006) se da una descripción detallada de la historia de la WRB.

### De la segunda edición 2006 a la tercera edición 2014

La segunda edición de la WRB se presentó en el 18° Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo 2006 en Filadelfia, EE.UU. (libro: IUSS Working Group WRB, 2006; archivo: <<ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/wsrr103e.pdf>>). Después de la publicación, se identificaron algunos errores y necesidades de mejora, y se publicó una actualización electrónica en 2007. <[http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/images/resources/pdf\\_documents/wrb2007\\_red.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/images/resources/pdf_documents/wrb2007_red.pdf)>.

La segunda edición fue traducida a varios idiomas. La traducción al ruso es de la versión impresa de 2006; mientras que todas las otras traducciones son de la actualización electrónica 2007: árabe, alemán, eslovaco, español, polaco y turco.

Desde 2006, se han organizado varios recorridos de campo para validar la segunda edición de la WRB:

2007: Alemania (Tema especial: Technosols y Stagnosols)

2009: México

2010: Noruega

2011: Polonia

2012: Australia (Victoria y Tasmania)

2013: Rusia (Suelo permafrost ultra-continental en Sakha)

Los recorridos de campo asociados a las reuniones de la Comisión IUSS sobre Clasificación de Suelos en Chile (2008) y Estados Unidos (Iowa y Nebraska, 2012) fueron pruebas adicionales de la segunda edición y también los recorridos ofrecidos con el 19° Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo en 2010 en Australia.

La segunda edición de la WRB es un sistema para clasificar suelos. Poco después de su publicación, se detectó un incremento en la demanda para crear leyendas de mapas de suelo usando la WRB. Para tal efecto, fue publicada en 2010, la "Guía para la construcción de leyendas de mapas a pequeña escala con la WRB" <<http://www.fao.org/nr/land/soils/soil/wrb-documents/en/>>. Se recomienda para escalas de mapas de 1 : 250 000 o más pequeñas. La versión para la clasificación de suelos (2006/07) y la versión para la creación de leyendas de mapas (2010) se basan en las mismas definiciones, pero usan diferentes secuencias de calificadores y diferentes reglas para el uso de calificadores (véase más adelante).

Ahora, 8 años después, se ha preparado una tercera edición.

## 1.2 LOS CAMBIOS MAYORES EN LA WRB 2014

### Los principales cambios son:

- » Las secuencias de calificadores y las reglas para su uso se han adecuado tanto para clasificar suelos como para construir leyendas de mapas de suelos. Están ahora subdivididos en calificadores principales (jerarquizados por cada Grupo de Suelos de Referencia GSR, en orden de relevancia) y calificadores suplementarios (no jerarquizados).
- » El único cambio a nivel Grupos de Suelo de Referencia (GSR) es el reemplazo de Albeluvisols por Retisols. Retisols tienen una definición más amplia e incluyen a los antiguos Albeluvisols.
- » El GSR Fluvisols se ha situado en la penúltima posición de la clave. El GSR Umbrisols se ha colocado directamente después de los Phaeozems. Los siguientes GSR han cambiado sus posiciones: Solonetz y Vertisols, Durisols y Gypsisols, Cambisols y Arenosols. Los suelos caracterizados por un horizonte árgico tienen ahora el siguiente orden: Acrisols - Lixisols - Alisols - Luvisols.
- » La definición de Gleysols se ha ampliado.
- » La definición de Acrisols, Alisols, Luvisols y Lixisols se ha reducido mediante el establecimiento del límite de profundidad del horizonte árgico uniformemente a 100 cm. Con esto se amplía de manera implícita la definición de los Arenosols.
- » Ahora se utilizan dos formas diferentes de saturación de bases. Primero, la saturación de bases efectiva se usa para separar Acrisols de Lixisols, Alisols de Luvisols y el calificador Dystric del Éutric. Se define en WRB como  $(Ca + Mg + K + Na) \text{ intercambiable} / (Ca + Mg + K + Na + Al) \text{ intercambiable}$ ; bases intercambiables por 1 M  $NH_4OAc$  (pH 7), Al intercambiable por 1 M KCl (solución no tamponada). En segundo lugar, la saturación de bases (pH7) se utiliza para todos los demás propósitos. Se define en WRB como  $(Ca + Mg + K + Na) / CIC$  (pH 7); CIC y las bases intercambiables por 1 M  $NH_4OAc$  (pH 7).
- » Se han definido tres nuevos horizontes de diagnóstico. El horizonte chérnico reemplaza al horizonte vorónico y se requiere para Chernozems. El horizonte prético permite un mejor acomodo de "Terra Preta de Indio" dentro de los Anthrosols. El horizonte protovértico (antiguas propiedades vérticas) describe capas con rasgos de expansión-retracción débilmente expresados.
- » Los horizontes ántrico, taquírico y yémico ahora son propiedades de diagnóstico.
- » "Propiedades réticas" es una propiedad de diagnóstico introducida para

- caracterizar a los Retisols. "Grietas de expansión-retracción" es una nueva propiedad de diagnóstico útil para la definición de Vertisols y suelos relacionados.
- » Se han creado nuevos nombres: "propiedades protocálcicas" (en lugar de "carbonatos secundarios"), "propiedades siderálicas" (en vez de "propiedades ferrálicas"). El "patrón de color gléyico" y el "patrón de color stágnico" son ahora "propiedades gléyicas" y "propiedades stágnicas" respectivamente. El "cambio textural abrupto" ha sido renombrado "diferencia textural abrupta"; y "discontinuidad litológica" es ahora "discontinuidad lítica".
  - » El horizonte álbico se ha redefinido como "material álbico".
  - » "*Carbono orgánico del suelo*" ha sido introducido para separar el carbono orgánico edafogenético del carbono orgánico que cumple con los criterios de diagnóstico de artefactos. "Material dolomítico" es un nuevo material de diagnóstico. "Material hipersulfuroso" y "material hiposulfuroso" se han introducido como variedades específicas de material sulfuroso.
  - » "Roca dura técnica" ha sido renombrada como "material *duro técnico*".
  - » Importantes mejoras se han hecho en las definiciones de los horizontes árgico y nátrico, en el criterio de profundidad de los horizontes móllico y úmbrico y en la separación entre material orgánico y material mineral.
  - » Se han agregado muchos nuevos calificadores para proporcionar más información acerca de algunas propiedades importantes de suelo. Se han introducido reglas precisas para el uso de especificadores para definir subcalificadores.
  - » La WRB debe ser capaz de expresar características consideradas como importantes en los sistemas nacionales. Se han hecho algunas modificaciones para permitir una mejor representación de las unidades de suelo en la WRB, por ejemplo, en los sistemas brasileño y australiano.
  - » Algunas partes del mundo anteriormente no han sido bien representadas en el sistema WRB, por ejemplo, los suelos permafrost ultra-continentales. El sistema se ha ampliado para permitir una mejor clasificación de estos suelos.
  - » Se han hecho esfuerzos para mejorar la claridad de las definiciones y la terminología.

### 1.3 EL OBJETO CLASIFICADO EN LA WRB

Al igual que muchas palabras comunes, "suelo" tiene varios significados. En su significado tradicional, el suelo es el medio natural para el crecimiento de plantas, con o sin horizontes discernibles (Soil Survey Staff, 1999).

En la WRB de 1998, el suelo estaba definido como:

*"... un cuerpo natural continuo el cual tiene tres dimensiones espaciales y una temporal. Las tres características principales que rigen al suelo son:*

- » *Está formado por **constituyentes minerales y orgánicos** e incluye fases sólida líquida y gaseosa.*
- » *Los constituyentes están organizados en **estructuras**, específicas para el medio edafológico. Estas estructuras constituyen el aspecto morfológico de la cubierta del suelo, equivalente a la anatomía de un ser vivo. Son el resultado de la historia de la cobertura del suelo y de sus dinámicas y propiedades actuales. El estudio de las estructuras de la cubierta del suelo facilita la percepción de sus propiedades físicas, químicas y biológicas; esto permite comprender el pasado y el presente del suelo y predecir su futuro.*

- » El suelo está en **constante evolución**, dando así al suelo su cuarta dimensión, el tiempo.

Aunque hay buenos argumentos para limitar el estudio y cartografía de suelos para áreas de suelos identificables y estables y con cierto espesor, la WRB ha tomado el enfoque más amplio para nombrar cualquier objeto que forma parte de la **epidermis de la tierra** (Sokolov, 1997; Nachtergaele, 2005). Este enfoque tiene sus ventajas; principalmente porque permite que los problemas ambientales se aborden de manera sistemática e integral y evita la discusión estéril sobre una definición universalmente aceptada del suelo y su espesor y estabilidad requeridos. Por lo tanto, el objeto clasificado en la WRB es: *cualquier material dentro de los 2 m de la superficie de la Tierra que esté en contacto con la atmósfera con exclusión de los organismos vivos, las zonas con hielo continuo no cubiertas por otro material y las masas de agua más profundas de 2 m<sup>1</sup>*. Si se dice expresamente, el objeto clasificado en la WRB incluye capas más profundas de 2 m.

La definición incluye roca dura continua, suelos urbanos pavimentados, suelos de áreas industriales, suelos de cavernas, así como suelos subacuáticos. Los suelos bajo roca continua, excepto aquellos que ocurren en cavernas, no son considerados para su clasificación. En casos especiales, la WRB puede utilizarse para clasificar suelos bajo la roca, por ejemplo, para una reconstrucción paleoedafológica del medio ambiente.

## 1.4 PRINCIPIOS BÁSICOS

### Principios Generales

- » La clasificación de suelos se basa en propiedades del suelo definidas en términos de horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, las cuales en medida de lo posible deben poder ser medidas y observadas en campo. La tabla 1 proporciona una visión general de los diagnósticos usados en la WRB.
- » La selección de características de diagnóstico tiene en cuenta su relación con los procesos formadores de suelos. La comprensión de estos procesos formadores de suelos contribuye a una mejor caracterización de los suelos, pero estos procesos no deben, como tales, usarse como criterio de diferenciación.
- » En medida de lo posible a un alto nivel de generalización, se seleccionan rasgos de diagnóstico de suelo que son importantes para su manejo.
- » Parámetros climáticos no se aplican en la clasificación de suelos. Se entiende que estos parámetros deben usarse para propósitos interpretativos, en combinación con propiedades del suelo, sin formar parte de definiciones de suelos. La clasificación de suelos por lo tanto no está subordinada a la disponibilidad de datos climáticos. El nombre de un determinado suelo no se pierde debido a un cambio climático global o local.
- » La WRB es un sistema comprensible de clasificación que permite la acomodación de distintos sistemas nacionales de clasificación de suelos.
- » La WRB no pretende sustituir ningún sistema nacional de clasificación de suelos, sino, más bien, ser un común denominador para comunicación a nivel internacional.
- » La WRB comprende dos niveles de detalle categórico:
  - » el **Primer Nivel** tiene 32 Grupos de Suelos de Referencia (GSR);
  - » el **Segundo Nivel**, consiste en el nombre del GSR combinado con un conjunto de calificadores principales y suplementarios.

1 En las zonas de marea, la profundidad de 2 m se aplica a la marea viva baja.



- » Muchos GSR en la WRB son representativos de regiones principales de suelos de manera que proporcionan un panorama general de la cubierta de suelos del mundo.
- » Las definiciones y descripciones reflejan las variaciones en las características del suelo que ocurren tanto vertical como horizontalmente en el paisaje.
- » El término Base Referencial es connotativo de la función de denominador común de la WRB: sus unidades (GSR) tienen la suficiente amplitud para facilitar la armonización y correlación con los sistemas nacionales de clasificación existentes.
- » Además de servir como correlación entre los sistemas de clasificación existentes, la WRB también sirve como una herramienta de comunicación para la recopilación de bases de datos de suelos globales y para el inventario y monitoreo de los recursos de suelos del mundo.
- » La nomenclatura usada para distinguir grupos de suelo integra términos que han sido utilizados tradicionalmente o que pueden introducirse fácilmente al lenguaje común. Estos se definen, precisamente, para evitar la confusión que se presenta cuando nombres se utilizan con diferentes connotaciones.

TABLA 1

**Los horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico de la WRB**

Nota - Esta tabla no proporciona definiciones. Para los criterios de diagnóstico, consulte el Capítulo 3.

Nombre	Descripción Resumida
<b>1. Horizontes de diagnóstico antropogénicos (todos son minerales)</b>	
horizonte antrácuico	en suelos de cultivo de arroz inundado: la capa que comprende la capa enlodada y el piso de arado, ambos mostrando una matriz reducida y canales radiculares oxidados
horizonte hidrágrico	en suelos de cultivo de arroz inundado: la capa por debajo del horizonte antrácuico que muestra características redoximórficas y/o una acumulación de Fe y/o Mn
horizonte hórtico	oscuro, alto contenido de materia orgánica y P, alta actividad animal, alta saturación de bases; resultante de cultivo a largo plazo, fertilización y aplicación de residuos orgánicos
horizonte irrágrico	estructurado de manera uniforme, al menos un moderado contenido de materia orgánica, alta actividad animal; construido gradualmente por el agua de riego rica en sedimentos
horizonte plágico	oscuro, al menos un moderado contenido de materia orgánica, arenoso o francoso; resultante de la adición de capas superficiales de otros suelos con raíces y hierbas, mezcladas con excrementos
horizonte prético	oscuro, alto contenido de materia orgánica y P, baja actividad animal, altos contenidos de Ca y Mg intercambiables, con residuos de carbón y/o artefactos; incluyendo Tierras Oscuras Amazónicas
horizonte térrico	muestra un color relacionado con el material de origen, alta saturación de bases; resultante de la adición de material mineral (con o sin residuos orgánicos) y labranza profunda
<b>2. Horizontes de diagnóstico que pueden ser orgánicos o minerales</b>	
horizonte cálcico	acumulación de carbonatos secundarios, no-cementado
horizonte críico	perennemente congelado (hielo visible o, si no hay agua suficiente, $\leq 0^{\circ}\text{C}$ )
horizonte fúlvico	propiedades ándicas, materia orgánica altamente humificada, mayorproporción de ácidos fúlvicos que ácidos húmicos
horizonte melánico	propiedades ándicas, materia orgánica altamente humificada, menor proporción de ácidos fúlvicos que ácidos húmicos, negruzco
horizonte sálico	altas cantidades de sales fácilmente solubles
horizonte tiónico	con ácido sulfúrico y muy bajo pH

**3. Horizontes de diagnóstico orgánicos**

horizonte fólico	capa orgánica, no saturada con agua y no drenada
horizonte hístico	capa orgánica, saturada con agua o drenada

**4. Horizontes de diagnóstico superficiales minerales.**

horizonte chérnico	grueso, de color muy oscuro, alta saturación de bases, de moderado a alto contenido de materia orgánica, bien estructurado, alta actividad biológica (caso especial de horizonte móllico)
horizonte móllico	grueso, de color oscuro, alta saturación de bases, de moderado a alto contenido de materia orgánica, no es masivo y duro cuando está seco
horizonte úmbrico	grueso, de color oscuro, baja saturación de bases, de moderado a alto contenido de materia orgánica, no es masivo y duro cuando está seco

**5. Otros horizontes de diagnóstico minerales relacionados con la acumulación de sustancias debido a procesos de migración (vertical o lateral).**

horizonte árgico	capa subsuperficial con claramente mayor contenido de arcilla que la capa suprayacente y/o presencia de arcilla iluvial
horizonte dúrico	concreciones o nódulos, cementados o endurecidos por sílice
horizonte férrico	$\geq 5\%$ de concreciones y/o nódulos de rojizos a negruzcos, o $\geq 15\%$ de moteados gruesos de rojizos a negruzcos, con acumulaciones de óxidos de Fe (y Mn)
horizonte gípsico	acumulación de yeso secundario, no-cementado
horizonte nátrico	capa subsuperficial con claramente mayor contenido de arcilla que la capa suprayacente y/o presencia de arcilla iluvial; alto contenido de Na intercambiable
horizonte petrocálcico	acumulación de carbonatos secundarios, cementados o endurecidos más o menos continuamente
horizonte petrodúrico	acumulación de sílice secundaria, cementada o endurecida más o menos continuamente
horizonte petrogípsico	acumulación de yeso secundario, cementado o endurecido más o menos continuamente
horizonte petroplíntico	lámina de concentraciones (concreciones y/o nódulos o concentraciones en patrones laminar, poligonal o reticulado, de color rojizo y/o negruzco) conectadas; cementada o endurecida más o menos continuamente; altos contenidos de óxidos de Fe, al menos en las concreciones, nódulos o concentraciones
horizonte pisoplíntico	$\geq 40\%$ de concreciones o nódulos amarillentos, rojizos y/o negruzcos fuertemente cementados o endurecidos, con acumulación de óxidos de Fe
horizonte plíntico	$\geq 15\%$ (solos o combinados) de concreciones y/o nódulos rojizos o de concentraciones en patrones laminar, poligonal o reticulado; altos contenidos de óxidos de Fe, al menos en las concreciones, nódulos o concentraciones
horizonte sómbrico	acumulación en el suelo subsuperficial de materia orgánica que no sea en horizontes spódicos o nátricos
horizonte spódico	acumulación en el suelo subsuperficial de materia orgánica y/o Fe y Al

**6. Otros horizontes de diagnóstico minerales**

horizonte cámbico	evidencia de alteración edafogenética; no satisfacen los criterios de horizontes de diagnóstico que indican procesos de alteración o de acumulación más fuertes
horizonte ferrálico	Fuertemente meteorizado; dominado por caolinitas y óxidos
horizonte frágico	estructura compacta en tal grado que las raíces y el agua percolada penetran sólo a lo largo de las caras interpedales; no cementado
horizonte nítico	rico en arcilla y óxidos de Fe, de estructura moderada a fuerte, caras brillantes de los agregados
horizonte protovértico	influenciado por arcillas de expansión-retracción
horizonte vértico	dominado por arcillas de expansión-retracción

**7. Propiedades de diagnóstico relacionadas con características superficiales**

propiedades áridas	características de la capa superficial del suelo en condiciones áridas
propiedades taquíricas	capas superficiales de textura pesada bajo condiciones áridas en suelos periódicamente inundados (caso especial de propiedades áridas)
propiedades yérmicas	pavimento y/o capa vesicular en suelos bajo condiciones áridas (caso especial de propiedades áridas)

**8. Propiedades de diagnóstico definiendo la relación entre dos capas**

diferencia textural abrupta	fuerte aumento del contenido de arcilla a una profundidad determinada
discontinuidad lítica	diferencias en material parental
lenguas albelúvicas	interdigitaciones de material de textura gruesa y color más claro dentro de un horizonte árgico formando lenguas verticales continuas (caso especial de propiedades réticas)
propiedades réticas	interdigitaciones de material de textura gruesa y color más claro dentro de un horizonte árgico o nátrico

**9. Otras propiedades de diagnóstico**

condiciones reductoras	valor bajo de rH y/o presencia de sulfuro, metano o Fe reducido
grietas de expansión-retracción	se abren y cierran debido a la expansión-retracción de minerales de arcilla
propiedades ándicas	minerales del orden de rango corto y/o complejos órgano-metálicos
propiedades ántricas	aplica a suelos con horizontes móllico o úmbrico, si el horizonte móllico o úmbrico es creado o sustancialmente transformado por el hombre
propiedades géricas	CIC efectiva muy baja y/o actúa como intercambiador de aniones
propiedades gléyicas	saturada con agua freática (o gases en dirección ascendente) el tiempo suficiente para que ocurran condiciones reductoras
propiedades protocálcicas	carbonatos derivados de la solución del suelo y precipitados en el suelo (carbonatos secundarios), menos pronunciado que en horizontes cálcico o petrocálcico
propiedades siderálicas	CIC relativamente bajo
propiedades stágnicas	saturada con agua superficial (o con líquidos introducidos), al menos temporalmente, el tiempo suficiente para que ocurran condiciones reductoras
propiedades vítricas	≥ 5% (por conteo de granos) de vidrio volcánico y materiales relacionados; una cantidad limitada de minerales del orden de rango corto y/o complejos órgano-metálicos
roca continua	material consolidado (se excluyen horizontes cementados o endurecidos edafogenéticamente)

**10. Materiales de diagnóstico relacionados a la concentración de carbono orgánico**

carbono orgánico del suelo	carbono orgánico que no cumple los criterios de diagnóstico de artefactos
material mineral	< 20% carbono orgánico del suelo
material orgánico	≥ 20% carbono orgánico del suelo

**11. Material de diagnóstico relativo al color**

material álbico	tierra fina de color claro, expresada por un value Munsell alto y un chroma bajo
-----------------	--

**12. Materiales de diagnóstico tecnogénicos (entendido principalmente como material parental)**

artefactos	creado, sustancialmente modificado, o traído a la superficie por los seres humanos; ningún cambio sustancial posterior de las propiedades químicas o mineralógicas
material duro técnico	material consolidado y relativamente continuo, resultado de un proceso industrial

**13. Otros materiales de diagnóstico (entendido principalmente como material parental)**

material calcárico	≥ 2% de carbonato de calcio equivalente, heredado del material parental
material colúvico	mezcla heterogénea que se ha movido hacia abajo por la pendiente
material dolomítico	≥ 2% de un mineral que tiene una relación $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3 < 1.5$
material flúvico	depósito fluvial, marino o lacustre con estratificación evidente
material gipsífero	≥ 5% de yeso, al menos parcialmente heredado del material parental
material hipersulfuroso	material sulfuroso capaz de una severa acidificación
material hiposulfuroso	material sulfuroso no capaz de severa acidificación
material límnico	depositados en agua por precipitación o por medio de la acción de organismos acuáticos
material ornitogénico	restos de aves o actividad de las aves
material sulfuroso	contiene sulfuros inorgánicos detectables
material téfrico	≥ 30% (por conteo de granos) de vidrio volcánico y materiales relacionados

**Estructura**

Cada GSR de la WRB está provisto de un listado de posibles calificadores principales y suplementarios, de los cuales el usuario puede construir el segundo nivel de clasificación. Los calificadores principales están dados en orden jerárquico. Los principios generales que rigen la diferenciación de clases son:

- » En el primer nivel (GSR), las clases se diferencian principalmente de acuerdo a características del suelo producidas por procesos edafogénicos primarios, excepto donde el material parental del suelo es de primordial importancia.
- » En el segundo nivel (GSR con calificadores), los suelos se diferencian de acuerdo a características del suelo resultando de cualquier proceso formador de suelos secundario que ha afectado significativamente las características primarias. En muchos casos, se consideran características del suelo que tienen un efecto significativo en el uso de la tierra.

**Evolución del sistema**

La Leyenda Revisada del FAO/UNESCO Mapa Mundial de Suelos (FAO, 1988) fue usada como base para el desarrollo de la WRB con el fin de tomar ventaja de la correlación internacional que ya se había llevado a cabo a través de este proyecto y en otros lugares. La primera edición de la WRB, publicada en 1988, integró 30 GSR; la segunda edición, publicada en 2006, y la actual (tercera) edición, ambas tienen 32 GSR.

## 1.5 ARQUITECTURA

La WRB comprende dos niveles de detalle categórico:

1. el **Primer Nivel** tiene 32 Grupos de Suelos de Referencia (GSR);
2. el **Segundo Nivel**, consiste en el nombre del GSR combinado con un conjunto de calificadores principales y suplementarios.

### Primer Nivel: Los Grupos de Suelos de Referencia

La tabla 2 proporciona un panorama general de los GSR y los fundamentos para su secuencia en la clave de la WRB. Los GSR se asignan a grupos a base de identificadores dominantes, por ejemplo, los factores formadores de suelos o los procesos que con mayor claridad condicionan el suelo.

### Segundo nivel: El Grupo de Suelos de Referencia con sus calificadores

En la WRB se hace una distinción entre **calificadores principales** y **calificadores suplementarios**. Los calificadores principales son considerados los más importantes para una mayor caracterización de los suelos perteneciente a un cierto GSR. Estos se dan en orden jerárquico. Los calificadores suplementarios proporcionan algunos detalles adicionales sobre el suelo. Estos no tienen jerarquía pero aparecen en orden alfabético. El Capítulo 2 proporciona las reglas para el uso de los calificadores para denominar suelos y para crear leyendas de mapas.

La construcción del Segundo Nivel al añadir calificadores al GSR tiene varias ventajas comparado con una clave dicotómica:

- » Para cada suelo, el GSR tiene el número apropiado de calificadores asociados. Los suelos con pocas características tienen nombres cortos; suelos con muchas características (por ejemplo, suelos poligenéticos) tienen nombres más largos.
- » La WRB es capaz de indicar la mayoría de las propiedades del suelo, las cuales se incorporan de manera informativa al nombre del suelo.
- » El sistema es robusto. Si falta algún dato, no necesariamente conduce a un error importante en la clasificación del suelo. Si se añade un calificador erróneamente o se omite erróneamente basado en datos incompletos, el resto del nombre del suelo sigue siendo correcto.

## 1.6 SUELO SUPERFICIAL

Las características de la parte superficial del suelo están propensas a cambios rápidos y por tanto, solo se usan en algunos casos en la WRB. Se han hecho varias sugerencias para clasificar la parte superficial del suelo (Broll et al., 2006; Fox et al., 2010; Graefe et al., 2012; Jabiol et al. 2013). Estas pueden combinarse con la WRB.

## 1.7 TRADUCCION A OTROS IDIOMAS

Las traducciones a otros idiomas son bienvenidas. Para los derechos de autor, por favor póngase en contacto con la FAO. Sin embargo, los nombres de los suelos no deben ser traducidos a ningún otro idioma, ni transcritos a otro alfabeto. Los nombres de los suelos deben conservar su forma gramatical. Las reglas para la secuencia de los calificadores deben seguirse en cualquier traducción. Los nombres de los GSR y de los calificadores empiezan con letras mayúsculas.

TABLA 2

### Guía resumida de los Grupos de Suelos de Referencia (GSR) de la WRB con códigos sugeridos

Nota- Esta tabla no debe usarse como una clave. Para definiciones completas vea el capítulo 3 y la clave (capítulo 4).

	GSR	Código
<b>1. Suelos con capas orgánicas gruesas</b>	Histosols	HS
<b>2. Suelos con fuerte influencia humana –</b>		
Largo e intensivo uso agrícola:	Anthrosols	AT
Cantidades significativas de artefactos:	Technosols	TC
<b>3. Suelos con enraizamiento limitado –</b>		
Afectados por permafrost:	Cryosols	CR
Delgados o con muchos fragmentos gruesos:	Leptosols	LP
Alto contenido de Na intercambiable:	Solonetz	SN
Condiciones alternas de sequía-humedad, arcilla de expansión-retracción:	Vertisols	VR
Alta concentración de sales solubles:	Solonchaks	SC
<b>4. Suelos regulados por la química de Fe/Al –</b>		
Afectados por agua freática, subacuáticos y de áreas de mareas:	Gleysols	GL
Alofanos o complejos Al-humus:	Andosols	AN
Acumulación de óxidos y/o humus en el suelo subsuperficial	Podzols	PZ
Acumulación y redistribución de Fe:	Plinthosols	PT
Arcillas de baja actividad, fijación de P, muchos óxidos de Fe, estructura fuerte:	Nitisols	NT
Dominancia de caolinita y óxidos:	Ferralsols	FR
Agua estancada, diferencia textural abrupta:	Planosols	PL
Agua estancada, diferencia estructural y/o diferencia textural moderada:	Stagnosols	ST

---

**5. Acumulación pronunciada de materia orgánica en el suelo mineral superficial –**

Suelo superficial muy oscuro, carbonatos secundarios:	Chernozems	CH
Suelo superficial oscuro, carbonatos secundarios:	Kastanozems	KS
Suelo superficial oscuro, sin carbonatos secundarios (a menos que estén muy profundos), alta saturación de bases:	Phaeozems	PH
Suelo superficial oscuro, baja saturación de bases:	Umbrisols	UM

---

**6. Acumulación de sales moderadamente solubles o de sustancias no-salinas –**

Acumulación de, y cementación por, sílice secundaria:	Durisols	DU
Acumulación de yeso secundario:	Gypsisols	GY
Acumulación de carbonatos secundarios:	Calcisols	CL

---

**7. Suelos enriquecidos en arcillas en la parte subsuperficial –**

Interdigitaciones de material gruesamente texturado de color claro dentro de una capa de textura más fina de color más fuerte:	Retisols	RT
Arcillas de baja actividad, baja saturación de bases:	Acrisols	AC
Arcillas de baja actividad, alta saturación de bases:	Lixisols	LX
Arcillas de alta actividad, baja saturación de bases:	Alisols	AL
Arcillas de alta actividad, alta saturación de bases:	Luvisols	LV

---

**8. Suelos con poca o ninguna diferenciación del perfil –**

Moderadamente desarrollados:	Cambisols	CM
Arenosos:	Arenosols	AR
Sedimentos estratificados fluviales, marinos y lacustres:	Fluvisols	FL
Ningún desarrollo significativo del perfil:	Regosols	RG

---

## Capítulo 2

# Las reglas para la clasificación de suelos y la creación de leyendas de mapas

### 2.1 REGLAS GENERALES

La clasificación consta de tres pasos.

#### **Paso uno – detectar horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico**

*La Guía para la descripción de suelos* (FAO, 2006) debe seguirse cuando se describe el suelo y sus características. Es útil compilar una lista horizontes, de propiedades y materiales de diagnóstico observados (ver Capítulo 3). Es posible hacer una clasificación preliminar en campo utilizando todas las propiedades y características observables o fácilmente medibles en el suelo y en el terreno asociado. Sin embargo, la clasificación final puede hacerse solo cuando se dispone de datos analíticos. The Procedures for Soil Analysis (Van Reeuwijk, 2002) están recomendados para la determinación de características físicas y químicas del suelo. Un resumen de estos se incluye en el anexo 2.

**Para la clasificación, solo los criterios de diagnóstico son relevantes.** Los valores numéricos obtenidos en campo o laboratorio deben ser tomados como tales y no deben ser redondeados cuando se comparan con los valores de umbral en los criterios de diagnóstico. Una capa puede cumplir con los criterios de más de un horizonte, propiedad o material de diagnóstico, que entonces se consideran como solapado o coincidente. Si un horizonte de diagnóstico se conforma de varios subhorizontes, los criterios de diagnóstico (excepto el espesor) se deben cumplir en cada subhorizonte por separado (no se calculan los promedios), a menos que se especifique lo contrario.

#### **Paso dos – asignar al suelo un Grupo de Suelo de Referencia**

La combinación descrita de horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico se compara con la Guía WRB (Capítulo 4) con el fin de asignar al suelo el **Grupo de Suelo de Referencia (GSR)** apropiado. El usuario debe ir a través de la Guía sistemáticamente, comenzando por el principio e ir excluyendo uno por uno los GSR para los cuales no se cumplen los requisitos especificados. El suelo pertenece entonces al primer GSR para el cual cumple los criterios.

#### **Paso tres – asignar calificadores**

Para el Segundo Nivel de la clasificación WRB se utilizan los calificadores. Los calificadores disponibles para su uso con un GSR se enumeran en la clave junto con el GSR. Se dividen en calificadores principales y suplementarios. Los **calificadores principales** son jerárquicos y se presentan en el orden de su importancia. Los



**calificadores suplementarios** no son jerárquicos pero se utilizan, por conveniencia, en orden alfabético.

Los calificadores principales se añaden antes que el nombre del GSR sin paréntesis y sin comas. La secuencia es de derecha a izquierda, es decir, el calificador más alto en la lista, se coloca más cerca al nombre del GSR. Los calificadores suplementarios se añaden después que el nombre del GSR entre paréntesis y separados uno del otro por comas. La secuencia es de izquierda a derecha, es decir, el primer calificador, de acuerdo al alfabeto, se coloca más cercano al nombre del GSR.

**No se agregan calificadores con información redundante.** Por ejemplo, no se agrega Eutric si aplica el calificador Calcaric.

Si dos o más calificadores en la lista están **separados por una barra (/)** solo uno de ellos puede ser usado. La barra significa que estos calificadores se excluyen mutuamente (por ejemplo, Dystric y Eutric) o uno de ellos es redundante (ver más arriba) con los calificadores redundantes listados después de las barras. En el nombre del suelo, los calificadores suplementarios siempre se colocan en orden alfabético, aún si su posición en la lista (Capítulo 4) difiere de la secuencia alfabética debido a la utilización de la barra.

Los calificadores que sean mutuamente excluyentes pueden aplicarse a un mismo suelo a diferentes profundidades con los respectivos especificadores (ver '2.4 Subcalificadores', más adelante). Si los especificadores se utilizan con calificadores principales, el calificador refiriéndose a la capa superior se coloca más cerca del nombre del GSR. Si los especificadores se utilizan con calificadores suplementarios, la secuencia alfabética es de acuerdo a los calificadores, no los subcalificadores.

Si se aplican calificadores que no están en la lista particular para ese GSR, estos deberán agregarse al último como calificadores suplementarios.

Los nombres de los calificadores deben empezar con letras mayúsculas.

## 2.2 REGLAS PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Para la clasificación de un suelo (o en sentido estricto, la asignación de un suelo según la clasificación WRB) en el segundo nivel, todos los calificadores principales y suplementarios que apliquen deben agregarse al nombre del GSR

### Ejemplo de clasificación de suelo según WRB

Descripción de campo:

Un suelo desarrollado a partir de loess con arcillas de alta actividad tiene un marcado aumento de arcilla a 60 cm de profundidad, revestimientos de arcilla en el horizonte rico en arcilla y un valor de campo de pH alrededor de 6 en la profundidad de 50 a 100 cm. El suelo superior pobre en arcilla se subdivide en un horizonte superior oscuro y un horizonte inferior más claro. El horizonte rico en arcilla tiene una cantidad limitada de moteado con colores intensos dentro de los agregados del suelo y condiciones reductoras en algunas partes durante la primavera.

De aquí se obtiene:

a.	incremento de arcilla y/o recubrimiento de arcilla	→ <i>horizonte árgico</i>
b.	<i>horizonte árgico</i> con alta CIC y alta saturación de bases (inferida por pH 6)	→ Luvisol
c.	color claro	→ calificador Albic
d.	algunos moteados	→ propiedades <i>stágnicas</i>
e.	propiedades <i>stágnicas</i> y <i>condiciones reductoras</i> empezando a 60 cm	→ calificador Endostagnic
f.	recubrimientos de arcilla	→ calificador Cutanic
g.	incremento de arcilla	→ calificador Differentic

*La clasificación de campo es:*

Albic Endostagnic Luvisol (Cutanic, Differentic)

Análisis de laboratorio:

El análisis de laboratorio confirma una alta CIC kg<sup>-1</sup> de arcilla en el horizonte árgico y una alta saturación de bases en la profundidad de 50 - 100 cm. Se detecta también en la capa superior del suelo la clase textural franco arcillo limoso con un 30% de arcilla (calificador Siltic) y de arcilla limosa con un 45% de arcilla en el suelo subsuperficial (calificador Clayic).

*La clasificación final es:*

Albic Endostagnic Luvisol (Endoclayic, Cutanic, Diferentic, Episiltic)

## 2.3 REGLAS PARA LA CREACIÓN DE LEYENDAS DE MAPAS

Aplican las siguientes reglas:

1. Una unidad de mapa consta de
  - » un suelo dominante sólo o
  - » un suelo dominante más un suelo codominante y/o uno o más suelos asociados o
  - » dos o tres suelos codominantes o
  - » dos o tres suelos codominantes más uno o más suelos asociados.

Los suelos dominantes representan  $\geq 50\%$  de la cobertura del suelo, suelos codominantes  $\geq 25$  y  $< 50\%$  de la cobertura de los suelos. Los suelos asociados representan  $\geq 5$  y  $< 25\%$  de la cobertura del suelo, o son de gran relevancia en la ecología del paisaje.

Si se indican suelos codominantes o asociados, las palabras "dominante:", "codominante:" y "asociado:" se escriben antes del nombre del suelo; los suelos están separados por punto y coma.

2. El número de calificadores especificados a continuación se refiere al suelo dominante. Para suelos codominantes o asociados, un menor número de calificadores (o incluso ningún calificador) pueden ser apropiados.

3. Dependiendo de la escala, se utilizan diferentes números de calificadores principales:
  - a. Para escalas de mapa muy pequeñas (por ejemplo, menor que 1: 10 000 000), solo se utiliza el Grupo de Suelos de Referencia (GSR).
  - b. Para las siguientes escalas de mapas más grandes (por ejemplo, desde 1: 5 000 000 a 1: 10 000 000), se utiliza el GSR más el primer calificador principal que aplica.
  - c. Para las siguientes escalas de mapas más grandes (por ejemplo, desde 1: 1 000 000 a 1: 5 000 000), se utilizan el GSR más los dos primeros calificadores principales que aplican.
  - d. Para las siguientes escalas de mapas más grandes (por ejemplo, desde 1: 250 000 a 1: 1 000 000), se utilizan el GSR más los tres primeros calificadores principales que aplican.
4. Si aplican menos calificadores que descritos anteriormente, se utiliza el menor número.
5. **Dependiendo del propósito del mapa, o en función de las tradiciones nacionales, a cualquier nivel de la escala, y de manera opcional, se pueden añadir más calificadores.** Pueden ser calificadores principales adicionales de la parte más baja de la lista y todavía no utilizados en el nombre del suelo. o pueden ser calificadores suplementarios. Estos se colocan utilizando las reglas antes mencionadas para calificadores suplementarios. Si se utilizan dos o más calificadores opcionales, se aplican las siguientes reglas:
  - a. los calificadores principales se colocan en primer lugar, y de ellos, el primer calificador, se coloca primero y
  - b. la secuencia de los calificadores suplementarios añadidos se decide por el edafólogo que hace el mapa.

## Ejemplos de unidades de mapa utilizando WRB

### Ejemplo 1

Una unidad de mapa dominada por un suelo con un horizonte mineral superficial muy oscuro de 30 cm de espesor, con una alta saturación de bases, sin carbonatos secundarios, con características de iluviación de arcilla y con influencia de aguas freáticas a partir de 60 cm de la superficie del suelo mineral (es decir que tiene una capa de  $\geq 25$  cm de espesor, que tiene propiedades gléyicas en todo el espesor y condiciones reductoras en algunas partes de cada subcapa) será nombrado de la siguiente manera:

- » en el primer nivel de escala del mapa: → Phaeozems
- » en el segundo nivel de escala del mapa: → Chernic Phaeozems
- » en el tercer nivel de escala del mapa: → Gleyic Chernic Phaeozems
- » en el cuarto nivel de escala del mapa: → Luvic Gleyic Chernic Phaeozems

## Ejemplo 2

En una unidad de mapa, la *roca continua* comienza a 80 cm, en 80% del área el suelo por encima de la *roca continua* tiene menos del 40% de fragmentos gruesos, en el otro 20% del área el suelo por encima de la *roca continua* tiene 85% de fragmentos gruesos; los suelos son calcáreos y limosos. Esta unidad de mapa será nombrada de la siguiente manera:

- » en el primer nivel de escala del mapa: → dominante: Regosols  
→ asociado: Leptosols
- » en el segundo nivel de escala del mapa: → dominantes: Leptic Regosols  
→ asociado: Hyperskeletal Leptosols
- » en el tercer nivel de escala del mapa: → dominante: Calcaric Leptic Regosols  
→ asociado: Hyperskeletal Leptosols
- » en el cuarto nivel de escala del mapa: → dominante: Calcaric Leptic Regosols  
→ asociado: Hyperskeletal Leptosols

En este ejemplo, el siguiente calificador aplicable a los Regosols es Eutric. Sin embargo, como la alta saturación de bases ya está indicada en el calificador Calcaric, el calificador Eutric es redundante. Por lo tanto, en este caso, solo dos calificadores son válidos en el cuarto nivel de escala del mapa.

El alto contenido de limo puede ser expresado por el calificador Siltic que como un calificador suplementario es opcional en una leyenda del mapa. Sin embargo, se puede añadir en cualquier nivel de la escala, por ejemplo:

Regosols (Siltic)  
Leptic Regosols (Siltic)  
Calcaric Leptic Regosols (Siltic)

## Ejemplo 3

Una unidad de mapa dominada por un suelo con una capa gruesa de 70 cm de materia orgánica ácida fuertemente descompuesta con *roca continua* a 80 cm y en un ambiente con gran exceso de precipitación, se denominará como sigue:

- » en el primer nivel de escala del mapa: → Histosols
- » en el segundo nivel de escala del mapa: → Sapric Histosols
- » en el tercer nivel de escala del mapa: → Leptic Sapric Histosols
- » en el cuarto nivel de escala del mapa: → Ombric Leptic Sapric Histosols

En este ejemplo, el siguiente calificador aplicable es Dystric. Sin embargo, como ya se utilizan tres calificadores, el cuarto se puede añadir como un calificador opcional. De manera similar, calificadores opcionales pueden ser utilizados en los otros niveles de escala:

Histosols (Sapric)  
Sapric Histosols (Leptic, Ombric)  
Leptic Sapric Histosols (Ombric)  
Ombric Leptic Sapric Histosols (Dystric)

## 2.4 SUBCALIFICADORES

**Los calificadores pueden combinarse con especificadores** (por ejemplo, Epi-, Proto-) **para formar subcalificadores** (por ejemplo, Epiarenic, Protocalcic). Dependiendo del especificador, el subcalificador cumple con todos los criterios del calificador respectivo, o se desvía de una manera definida de su conjunto de criterios. Aplican las siguientes reglas:

- » Si aplica un subcalificador que cumple todos los criterios del calificador, el subcalificador puede - pero no tiene que - ser utilizado en lugar de su calificador (**subcalificadores opcionales**).
- » Si aplica un subcalificador que cumple todos los criterios del calificador, excepto criterios de espesor y/o profundidad, el subcalificador puede - pero no tiene que - ser utilizado, pero no el calificador (**subcalificadores adicionales**). Nota - puede ser que el calificador no aparezca en el listado de calificadores disponibles para ese GSR en el capítulo 4.
- » Si aplica un subcalificador que se desvía de una manera definida del conjunto de criterios del calificador, el subcalificador debe ser utilizado en lugar del calificador que aparece como disponible para el GSR en el Capítulo 4 (**subcalificadores obligatorios**). Este es el caso para algunos subcalificadores con una definición dada (ver más adelante).

Los subcalificadores opcionales y adicionales están recomendados especialmente para nombrar suelos. Su uso no está recomendado para calificadores principales en unidades de mapa o donde la generalización es importante.

El uso de especificadores no cambia la posición del calificador en el nombre del suelo con excepción de los subcalificadores Bathy-, Thapto- y Proto- (ver más adelante). La secuencia alfabética de los calificadores suplementarios es de acuerdo al calificador, no al subcalificador.

Algunos subcalificadores pueden ser construídos por el usuario de acuerdo a ciertas reglas (ver Capítulo 2.4.1). Otros subcalificadores tienen una definición fija dada en el Capítulo 5 (ver Capítulo 2.4.2).

### 2.4.1. SUBCALIFICADORES CONSTRUIDOS POR EL USUARIO

#### **Subcalificadores construídos relacionados con requisitos de profundidad**

Los calificadores que tienen requisitos de profundidad se pueden combinar con los especificadores **Epi-, Endo-, Amphi-, Ano-, Kato-, Panto-** y **Bathy-** para crear subcalificadores (por ejemplo, Epicalcic, Endocalcic) que expresan en más detalle la profundidad de ocurrencia. Si dos o más de estos especificadores son aplicables, solo se utiliza el que representa la expresión más fuerte (por ejemplo, si Panto- es aplicable, los otros no se utilizan). Los calificadores que se excluyen mutuamente a la misma profundidad pueden ser aplicables a diferentes profundidades en el mismo suelo. Los calificadores que tienen un rango de profundidad específico de 0–50 cm o 50–100 cm de la superficie del suelo, no requieren de estos especificadores de profundidad extra.

En función de los calificadores y de las características específicas del suelo, los subcalificadores relacionados con la profundidad se utilizan de las siguientes formas:

1. Si un calificador se refiere a una característica que se produce en un **punto específico de la profundidad** (por ejemplo, Raptic): pueden construirse subcalificadores opcionales con los siguientes especificadores:

**Epi-** (del griego *epi*, sobre): la característica está presente en algún lugar  $\leq 50$  cm de la superficie (mineral) del suelo y está ausente  $> 50$  y  $\leq 100$  cm de la superficie (mineral) del suelo.

**Endo-** (del griego *endon*, dentro): la característica está presente en algún lugar  $> 50$  y  $\leq 100$  cm de la superficie (mineral) del suelo y está ausente  $\leq 50$  cm de la superficie (mineral) del suelo.

**Amphi-** (del griego *amphi*, alrededor): la característica está presente dos o más veces, una o más veces en alguna parte  $\leq 50$  cm de la superficie (mineral) del suelo y una o más veces en algún lugar  $> 50$  y  $\leq 100$  cm de la superficie (mineral) del suelo.

2. Si un calificador se refiere a un **horizonte o capa** (por ejemplo, Calcic, Arenic, Fluvic), pueden construirse subcalificadores opcionales con los siguientes especificadores (ver fig. 1):

**Epi-** (del griego *epi*, sobre): el horizonte o capa tiene su límite inferior  $\leq 50$  cm de la superficie (mineral) del suelo; y ningún tal horizonte o capa ocurre entre 50 y 100 cm de la superficie (mineral) del suelo; y no se utiliza si la definición del calificador o del horizonte requiere que el horizonte o capa inicie en la superficie (mineral) del suelo.

**Endo-** (del griego *endon*, dentro): el horizonte o capa comienza  $> 50$  cm de la superficie (mineral) del suelo; y ningún tal horizonte o capa ocurre  $< 50$  cm de la superficie (mineral) del suelo. (Ejemplos: Endocalcic: el horizonte cálcico comienza  $\geq 50$  and  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo; Endospodic: el horizonte *spódico* comienza  $\geq 50$  and  $\leq 200$  cm de la superficie mineral del suelo.)

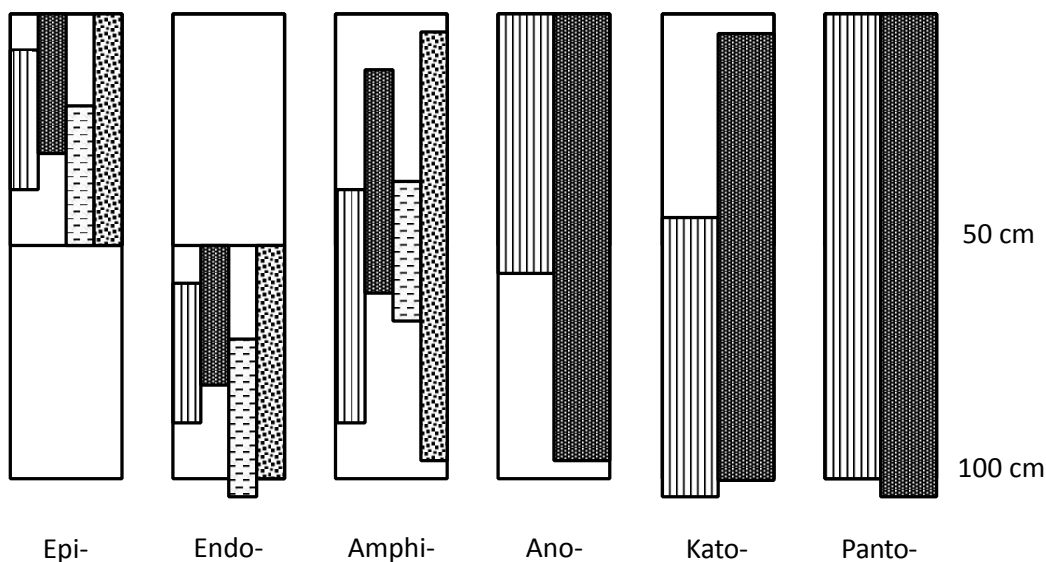
**Amphi-** (del griego *amphi*, alrededor): el horizonte o capa comienza  $> 0$  y  $< 50$  cm de la superficie (mineral) del suelo y tiene su límite inferior  $> 50$  y  $< 100$  cm de la superficie (mineral) del suelo; y ningún tal horizonte o capa ocurre  $< 1$  cm de la superficie (mineral) del suelo; y ningún tal horizonte o capa ocurre entre 99 y 100 cm de la superficie (mineral) del suelo.

**Ano-** (del griego *ano*, hacia arriba): el horizonte o capa comienza en la superficie (mineral) del suelo y tiene su límite inferior  $> 50$  y  $< 100$  cm de la superficie (mineral) del suelo; y ningún tal horizonte o capa ocurre entre 99 y 100 cm de la superficie (mineral) del suelo.

**Kato-** (del griego *kato*, hacia abajo): el horizonte o capa comienza  $> 0$  y  $< 50$  cm de la superficie (mineral) del suelo y tiene su límite inferior  $> 100$  cm de la superficie (mineral) del suelo; y ningún tal horizonte o capa ocurre  $< 1$  cm de la superficie (mineral) del suelo.

**Panto-** (del griego *pan*, todo): el horizonte o capa comienza en la superficie (mineral) del suelo y tiene su límite inferior  $\geq 100$  cm de la superficie (mineral) del suelo.

Figura 1: subcalificadores relacionados con requisitos de profundidad y referidos a un horizonte o capa.



3. Si un calificador se refiere a la **parte principal de un cierto rango de profundidad o a la mitad o más de un cierto rango de profundidad** (Dystric y Eutric), pueden construirse subcalificadores opcionales o adicionales con los siguientes especificadores:

**Epi-** (del griego *epi*, sobre): la característica está presente en la mayor parte (o la mitad o más) entre la superficie (mineral) del suelo (o el límite superior especificado) y 50 cm de la superficie (mineral) del suelo y está ausente en la mayor parte (o la mitad o más) entre 50 y 100 cm de la superficie (mineral) del suelo o entre 50 cm de la superficie (mineral) del suelo y roca continua, material duro técnico o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

**Endo-** (del griego *endon*, dentro): la característica está presente en la mayor parte (o la mitad o más) entre 50 y 100 cm de la superficie (mineral) del suelo o entre 50 cm de la superficie (mineral) del suelo y roca continua, material duro técnico o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad, y ausente en la mayor parte (o la mitad o más) entre la superficie (mineral) del suelo (o el límite superior especificado) y 50 cm de la superficie (mineral) del suelo.

4. Si un calificador se refiere a un rango de **profundidad específica en todo el espesor** (por ejemplo, Calcaric): pueden construirse subcalificadores adicionales con los siguientes especificadores:

**Epi-** (del griego *epi*, sobre): la característica está presente en todo el espesor entre la superficie (mineral) del suelo (o el límite superior especificado) y 50 cm de la superficie (mineral) del suelo y está ausente en alguna capa entre 50 y 100 cm de la superficie (mineral) del suelo.

**Endo-** (del griego *endon*, dentro): la característica está presente en todo el espesor entre 50 y 100 cm de la superficie (mineral) del suelo o entre 50 cm de la superficie (mineral) del suelo y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad, y está ausente en alguna capa  $\leq$  50 cm de la superficie (mineral) del suelo.

5. Si un calificador se basa en el porcentaje (por ejemplo, Skeletic) pueden construirse subcalificadores adicionales con los siguientes especificadores:

**Epi-** (del griego *epi*, sobre): La característica está presente entre la superficie (mineral) del suelo y 50 cm de la superficie (mineral) del suelo, pero no está presente en todo el espesor, es decir, si es promediado sobre una profundidad de 100 cm de la superficie (mineral) del suelo o entre la superficie (mineral) del suelo y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

**Endo-** (del griego *endon*, dentro): La característica está presente entre 50 y 100 cm de la superficie (mineral) del suelo o entre 50 cm de la superficie (mineral) del suelo y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad, pero no está presente en todo el espesor es decir, si es promediado sobre una profundidad de 100 cm de la superficie (mineral) del suelo o entre la superficie (mineral) del suelo y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

6. Si un calificador se refiere a un punto específico de la profundidad o a un horizonte o capa, pero sus criterios solo se cumplen si se toman en cuenta las capas a una profundidad de  $>$  100 cm de la superficie (mineral) del suelo, puede contruirse un subcalificador adicional con el especificador Bathy- (del griego *bathys*, profundo). El subcalificador Bathy- se extiende a una profundidad mayor que la especificada para el calificador. Si el especificador Endo- no puede agregarse a un calificador, tampoco el especificador Bathy- puede utilizarse (por ejemplo, Alcalic, ni Endo-, ni Bathy-). Si se utiliza con un calificador principal, el subcalificador Bathy- **debe pasar a los calificadores suplementarios**. Los subcalificadores Bathy- se colocan después de los calificadores suplementarios que se enlistan para ese GSR. Con el especificador Bathy- pueden agregarse calificadores que ni siquiera están en la lista para ese GSR (ver Capítulo 4), por ejemplo, Albic Arenosols (Bathylixic). Si comprende capas enterradas, Bathy- solo es permitido en combinación con el especificador Thapto-, por ejemplo, Bathythaptovertic (ver más adelante el especificador Thapto- y "2.5 Suelos sepultados").



Nota: Para cada calificador con requisitos de profundidad, la definición (Capítulo 5) especifica si el requisito se refiere a la profundidad **de la superficie del suelo o de la superficie del suelo mineral**.

Nota: Especificadores que transmiten información redundante no son añadidos. Por ejemplo, Skeletic Epileptic Cambisol, no: Episkeletic Epileptic Cambisol.

### Subcalificadores contruídos para otros requisitos

Si un horizonte de diagnóstico o una capa con propiedades de diagnóstico pertenece a un suelo sepultado (ver "2.5 Suelos Enterrados", más adelante), pueden construirse subcalificadores opcionales o adicionales con el especificador Thapto- (del griego *thaptein*, sepultar). Si se utiliza con un calificador principal, el subcalificador Thapto- **debe pasar a los calificadores suplementarios**. Los subcalificadores Thapto- están colocados después de los calificadores suplementarios que están listados para el respectivo GSR y después de cualquier subcalificador Bathy-.

Para suelos con material *duro técnico*, una geomembrana, una capa continua de *artefactos*, *roca continua* o una capa cementada o endurecida, pueden construirse subcalificadores adicionales con el especificador **Supra-** (del latín *supra*, arriba) para describir el material del suelo por encima, si no se cumplen los requisitos de espesor o profundidad de un calificador o sus respectivos diagnósticos pero se cumplen todos los demás requisitos en todo el espesor del material que está por encima (por ejemplo, Ekranic Technosol (Suprafolic)). Si se utiliza el especificador Supra-, no se utiliza el especificador Epi-.

### 2.4.2 SUBCALIFICADORES CON UNA DEFINICIÓN FIJA

**Para algunos calificadores se definen subcalificadores en el Capítulo 5**, por ejemplo, Hypersalic y Protosalic para el calificador Salic. Estos **subcalificadores no están listados con los GSR en el Capítulo 4** (a menos que el calificador sin especificador no exista para el respectivo GSR). Estos pertenecen a los subcalificadores opcionales (por ejemplo, Hypercalcic, Hypocalcic, Orthomineralic), a los subcalificadores adicionales (por ejemplo, Akromineralic) o a los subcalificadores obligatorios (por ejemplo, Protocalcic). Si el especificador **Proto-** es utilizado con un calificador principal, el subcalificador Proto- **debe pasar a los calificadores suplementarios** y ser colocado en la lista de calificadores suplementarios de acuerdo con la posición alfabética del calificador, no del subcalificador.

Si para un calificador, dos o más subcalificadores con una definición fija aplican (por ejemplo Anthromollic y Tonguimollic), tienen que figurar todos. La adición de un especificador a un subcalificador con una definición fija también es permitida, por ejemplo, Endoprotosalic, Supraprotosodic.

### 2.5 SUELOS ENTERRADOS

Un suelo enterrado es un suelo cubierto por depósitos más jóvenes. Donde existe un suelo enterrado, aplican las siguientes reglas:

1. El material suprayacente y el suelo enterrado se clasifican como un solo suelo si ambos juntos califican para un Histosol, Anthrosol, Technosol, Cryosol, Leptosol, Vertisol, Gleysol, Andosol, Planosol, Stagnosol, Arenosol, Fluvisol o Regosol.

2. De lo contrario, el material suprayacente se clasifica con preferencia si es  $\geq$  50 cm de espesor o si el material suprayacente, si estaba solo, satisface los requisitos de un Follic Regosol o de un GSR que no sea Regosol. Para los requisitos de profundidad en el material suprayacente, el límite inferior del material suprayacente se considera como si fuera el límite superior de *roca continua*.
3. En todos los demás casos, el suelo enterrado se clasifica con preferencia. Para los requisitos de profundidad en el suelo enterrado, el límite superior del suelo enterrado se considera como su superficie del suelo.
4. Si el suelo suprayacente es clasificado con preferencia, el nombre del suelo enterrado se coloca después del nombre del suelo suprayacente agregando la palabra "over" en el medio, por ejemplo, Skeletic Umbrisol (Siltic) over Albic Podzol (Arenic). Como muchos suelos enterrados son poligenéticos, se les pueden aplicar calificadores que no están en la lista particular del GSR. Si es así, estos calificadores se deben utilizar como calificadores suplementarios. Los calificadores Infraandic y el Infraspodic se utilizan solo con suelos enterrados y por lo tanto no se enumeran con los GSR en el Capítulo 4. Alternativamente, en vez del suelo enterrado un horizonte de diagnóstico enterrado o una capa enterrada con una propiedad de diagnóstico pueden añadirse como subcalificador Thapto- al nombre del suelo suprayacente (ver "2.4 Subcalificadores", más arriba).
5. Si el suelo sepultado es clasificado con preferencia, el material suprayacente se indica con el calificador Novic y, si aplican, con los calificadores Aeolic, Akrofluvic, Colluvic o Transportic.

## Capítulo 3

# Horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico

**Antes de usar los horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, por favor lea las “Reglas para la clasificación de suelos” (Capítulo 2).**

Los *horizontes* y *propiedades de diagnóstico* se caracterizan por una combinación de atributos que reflejan resultados extendidos y comunes de los procesos de formación del suelo (Bridges, 1997) o indican condiciones específicas de formación del suelo. Sus características pueden observarse o medirse, ya sea en el campo o en el laboratorio, y requieren una expresión mínima o máxima para calificar como de diagnóstico. Además, los horizontes de diagnóstico requieren un cierto espesor, formando así una capa reconocible en el suelo.

Los *materiales de diagnóstico* son materiales que influyen significativamente en los procesos edafogénicos o son indicativos de ellos.

A lo largo del siguiente texto, las referencias a los GSRs definidos en el Capítulo 4 y las características de diagnóstico listadas en cualquier otro lugar en este Capítulo se muestran en *itálicas*.

## HORIZONTES DE DIAGNÓSTICO

### Horizonte antrácuico

#### Descripción general

Un horizonte *antrácuico* (del griego *anthropos*, humano, y latín *aqua*, agua) es un horizonte superficial modificado por la actividad humana (cultivo húmedo) que comprende una *capa enlodada* y un *piso de arado*.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte *antrácuico* es un horizonte superficial consistente de material *mineral* y tiene:

1. una capa enlodada con los siguientes colores Munsell, en húmedo, en  $\geq 80\%$  del área expuesta:
  - a. un matiz de 7.5 YR o más amarillo, un brillo de  $\leq 4$  y un croma de  $\leq 2$ ; **o**
  - b. un matiz de GY, B o BG, y un brillo de  $\leq 4$ ; **y**
2. un piso de arado subyaciendo a la capa enlodada con todos los siguientes:
  - a. uno o ambos de los siguientes:
    - ai. una estructura laminar en  $\geq 25\%$  de su volumen; **o**

- a. una estructura masiva en  $\geq 25\%$  de su volumen; **y**
  - b. una densidad aparente mayor en  $\geq 10\%$  (relativo) que la de la capa enlodada; y
  - c. moteados o revestimientos de hierro-manganeso pardo amarillentos, pardos o pardo rojizos alrededor de canales de raíces, y si hay agregados presentes, en o cerca de las superficies de los agregados; y
3. un espesor de  $\geq 15$  cm.

### Identificación de campo

Un horizonte *antrácuico* muestra evidencias de reducción y oxidación debido a inundación en parte del año. Cuando no está inundado, es muy dispersable y tiene un empaquetamiento suelto de pequeños agregados ordenados. El piso de arado es compacto, tiene una estructura laminar o masiva y una tasa de infiltración muy lenta. Tiene una matriz reducida y moteados herrumbrosos pardo amarillentos, pardos o pardo rojizos a lo largo de grietas y canales de raíces debido a la liberación de oxígeno desde las raíces de las plantas.

### Horizonte árgico

#### Descripción general

Un horizonte árgico (del latín *argilla*, arcilla blanca) es un horizonte subsuperficial que tiene marcadamente mayor contenido de arcilla que el horizonte suprayacente. La diferenciación textural puede estar causada por:

- » una acumulación iluvial de arcilla,
- » formación edafogenética predominante de arcilla en el suelo subsuperficial,
- » destrucción de arcilla en el horizonte superficial,
- » erosión superficial selectiva de arcilla,
- » movimiento ascendente de partículas más gruesas debido a expansión y contracción,
- » actividad biológica, o
- » una combinación de dos o más de estos diferentes procesos.

La sedimentación de materiales superficiales que son más gruesos que el horizonte subsuperficial pueden intensificar una diferenciación textural pedogenética. Sin embargo, la diferencia textural debido únicamente a una *discontinuidad lítica*, tal como puede ocurrir en depósitos aluviales, no califica como un horizonte árgico.

Los suelos con horizonte árgico frecuentemente tienen un conjunto específico de propiedades morfológicas, físico-químicas y mineralógicas además del mero incremento de arcilla. Estas propiedades permiten distinguir varios tipos de horizontes árgicos y trazar sus vías de desarrollo (Sombroek, 1986).

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte árgico consiste de material *mineral y*:

1. tiene una clase textural areno francosa o más fina y  $\geq 8\%$  de arcilla; **y**
2. uno o ambos de los siguientes:

- a. tiene un horizonte suprayacente de textura más gruesa con todos los siguientes:
  - ai. el horizonte de textura más gruesa no está separado del horizonte árgico por una discontinuidad lítica; **y**
  - a.ii. si el horizonte de textura más gruesa está directamente sobre el horizonte árgico, su subhorizonte más bajo no forma parte de una capa de arado; **y**
  - a.iii. si el horizonte de textura más gruesa no está directamente sobre el horizonte árgico, el horizonte transicional entre el horizonte de textura más gruesa y el horizonte árgico tiene un espesor de  $\leq 15$  cm; **y**
  - a.iv. si el horizonte de textura más gruesa tiene  $< 10\%$  de arcilla en la fracción tierra fina, el horizonte árgico tiene  $\geq 4\%$  (absoluto) más arcilla; **y**
  - a.v. si el horizonte de textura más gruesa tiene  $\geq 10$  y  $< 50\%$  de arcilla en la fracción tierra fina, la relación entre arcilla en el horizonte árgico y arcilla en el horizonte de textura más gruesa es  $\geq 1.4$ ; **y**
  - a.vi. si el horizonte de textura más gruesa tiene  $\geq 50\%$  de arcilla en la fracción tierra fina, el horizonte árgico tiene  $\geq 20\%$  (absoluto) más arcilla; **o**
- b. tiene evidencia de arcilla iluvial en una o más de las siguientes formas:
  - b.i. arcilla orientada formando puentes entre  $\geq 5\%$  de los granos de arena; **o**
  - b.ii. revestimientos de arcilla revistiendo  $\geq 5\%$  de las superficies en los poros; **o**
  - b.iii. revestimientos de arcilla cubriendo  $\geq 5\%$  de las superficies verticales y  $\geq 5\%$  de las superficies horizontales de los agregados; **o**
  - b.iv. en cortes delgados, cuerpos de arcilla orientada que constituyen  $\geq 1\%$  del corte; **o**
  - b.v. un coeficiente de extensibilidad linear (COLE) de  $\geq 0.04$ , y una relación de arcilla fina<sup>2</sup> a arcilla total en el horizonte árgico mayor en  $\geq 1.2$  veces que la relación en el horizonte suprayacente de textura más gruesa; **y**
3. ambos de los siguientes:
  - a. no forma parte de un horizonte *nátrico*; **y**
  - b. no forma parte de un horizonte *spódico*, a menos que la arcilla iluvial sea evidente por uno o más de los criterios de diagnóstico listados en 2.b; **y**

---

2 Arcilla fina: diámetro equivalente  $< 0.2 \mu\text{m}$ .

4. tiene un espesor de un décimo o más del espesor del material *mineral* suprayacente, si está presente, y uno de los siguientes:
  - a.  $\geq 7.5$  cm (espesor combinado, si está compuesto por láminas), si el horizonte árgico tiene una clase textural franco arenosa o más fina; **o**
  - b.  $\geq 15$  cm (espesor combinado, si está compuesto por láminas).

#### Identificación de campo

La diferenciación textural es el rasgo principal para reconocer los horizontes árgicos. La naturaleza iluvial del horizonte árgico puede establecerse usando una lupa de mano de 10x. Si ocurren revestimientos de arcilla sobre las superficies de los agregados, en fisuras, en poros y en canales – los horizontes árgicos iluviales muestran revestimientos de arcilla en por lo menos 5% de ambas caras vertical y horizontal de los agregados y en los poros. En suelos expandibles, los revestimientos de arcilla son fácilmente confundibles con facetas de presión (cutanes de presión). La presencia de revestimientos de arcilla en posiciones protegidas, por ejemplo en poros, cumple los requerimientos para un horizonte árgico iluvial.

#### Características adicionales

El carácter iluvial de un horizonte árgico puede establecerse mejor usando cortes delgados. Los horizontes de diagnóstico árgicos *iluviales* muestran áreas con arcillas orientadas que constituyen en promedio  $\geq 1\%$  de todo el corte transversal. Otras pruebas involucradas son el análisis de la distribución por tamaño de partícula, para determinar el incremento en contenido de arcilla en una profundidad especificada, y la relación arcilla fina a arcilla total. En horizontes árgicos iluviales la relación arcilla fina a arcilla total es mayor que en los horizontes suprayacentes, causada por la eluviación preferencial de partículas de arcilla fina.

Si el suelo muestra una *discontinuidad litica* directamente por encima del horizonte árgico, o si el horizonte superficial ha sido removido por erosión, o si hay una capa arable por encima del horizonte árgico, entonces la naturaleza iluvial debe establecerse claramente (criterio de diagnóstico 2b). El horizonte árgico puede ser subdividido en varias láminas (laminillas) con capas de textura más gruesa intermedias.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes árgicos normalmente están asociados con y situados debajo de horizontes eluviales, es decir, horizontes de los cuales han sido removidos la arcilla y el hierro. Aunque inicialmente formados como un horizonte subsuperficial, los horizontes árgicos pueden aparecer en la superficie como resultado de erosión o remoción de los horizontes suprayacentes. Posteriormente, se pueden acumular nuevos sedimentos.

Algunos horizontes árgicos cumplen todos los criterios de un horizonte *ferrálico*. Algunos horizontes árgicos cumplen la mayoría de los criterios del horizonte *ferrálico*, pero no cumplen el criterio 3, el cual requiere  $< 10\%$  de arcilla dispersable en agua o *propiedades géricas* o  $\geq 1.4\%$  de *carbono orgánico del suelo*. Los Ferralsols deben tener un *horizonte ferrálico* y pueden tener un horizonte árgico también, el cual puede o no superponerse con el horizonte *ferrálico*; pero si está presente un horizonte árgico, éste debe tener en sus primeros 30 cm:  $< 10\%$  de arcilla dispersable en agua o *propiedades géricas* o  $\geq 1.4\%$  de *carbono orgánico del suelo*.

Los horizontes árgicos carecen de la saturación de sodio característica del horizonte *nátrico*.

Los horizontes árgicos en suelos frescos y húmedos, libremente drenados, de mesetas y montañas altas de regiones tropicales y subtropicales pueden aparecer en asociación con horizontes *sómbricos*.

## Horizonte cálcico

### Descripción general

Un horizonte cálcico (del latín *calx*, cal) es un horizonte en el cual se ha acumulado carbonato de calcio secundario ( $\text{CaCO}_3$ ) en forma difusa (el carbonato de calcio aparece como impregnación de la matriz o en forma de partículas finas de calcita de  $< 1$  mm, dispersadas en la matriz) o como concentraciones discontinuas (venas, pseudomicelios, revestimientos, nódulos blandos y/o duros).

La acumulación usualmente ocurre en un horizonte subsuperficial, en el material parental, o más raramente, en horizontes superficiales. El horizonte cálcico puede contener también carbonatos primarios.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte cálcico:

1. tiene un contenido de carbonato de calcio equivalente en la fracción tierra fina de  $\geq 15\%$  ; **y**
2. tiene uno o ambos de los siguientes:
  - a.  $\geq 5\%$  (en volumen) de carbonatos secundarios; **o**
  - b. un carbonato de calcio equivalente en la fracción tierra fina de  $\geq 5\%$  más alto (absoluto, en masa) que el de una capa subyacente y no presenta *discontinuidad lítica* entre las dos capas; **y**
3. no forma parte de un horizonte *petrocálcico*; **y**
4. tiene un espesor de  $\geq 15$  cm.

### Identificación en campo

El carbonato de calcio puede identificarse en el campo usando una solución de ácido clorhídrico 1 M (HCl). El grado de efervescencia (sólo audible, visible como burbujas individuales, o como espuma) es un indicador de la cantidad de carbonato presente. Esta prueba es importante si sólo se encuentran presentes distribuciones difusas. Cuando se desarrolla espuma después de agregar HCl 1M, esto indica un carbonato de calcio equivalente próximo a  $o > 15\%$ .

Otros posibles indicadores de la presencia de un horizonte cálcico son:

- » colores blanco, rosado a rojizo, o gris (si no está sobrepuesto con horizontes ricos en *carbono orgánico*), **y**

- » una baja porosidad (la porosidad inter-agregados generalmente es menor que la del horizonte directamente por encima y, posiblemente, también menor que la del horizonte directamente por debajo).

El contenido de carbonato de calcio puede disminuir con la profundidad, pero esto es difícil de establecer en algunos lugares, particularmente si el horizonte cálcico ocurre en el subsuelo profundo. Debido a esto, una cierta acumulación de carbonatos secundarios es suficiente para diagnosticar un horizonte cálcico.

#### **Características adicionales**

La determinación de la cantidad de carbonato de calcio (en masa) y los cambios del contenido de carbonato de calcio dentro del perfil de suelo son los principales criterios analíticos para establecer la presencia de un horizonte cálcico. La determinación del  $\text{pH}_{\text{agua}}$  permite diferenciar acumulaciones con un carácter básico (*cálcico*) ( $\text{pH } 8\text{--}8.7$ ) debido al predominio de  $\text{CaCO}_3$ , de aquellas con un carácter ultrabásico (*no-cálcico*) ( $\text{pH} > 8.7$ ) debido a la presencia de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y/o  $\text{MgCO}_3$ .

Además, el análisis microscópico de cortes delgados puede revelar la presencia de formas de disolución en horizontes por encima o por debajo de un horizonte cálcico, evidencia de epigénesis de silicato (pseudomorfo de calcita a partir de minerales primarios), o la presencia de otras características de acumulación de carbonato de calcio, mientras que los análisis mineralógicos de arcilla de los horizontes cálcicos frecuentemente muestran arcillas características de ambientes confinados, tales como smectitas, palygorskitas y sepiolitas.

Si la acumulación de carbonatos blandos se vuelve tal que desaparecen todas o la mayor parte de las estructuras de suelo y/o de roca y prevalecen concentraciones continuas de carbonato de calcio, se utiliza el calificador Hypercalcic.

#### **Relaciones con algunos otros diagnósticos**

Cuando los horizontes cálcicos se vuelven endurecidos, tiene lugar la transición al horizonte *petrocálcico*, cuya expresión puede ser estructuras masivas o laminares. Un horizonte cálcico y un horizonte *petrocálcico* pueden superponerse uno al otro. Las acumulaciones menos pronunciadas de carbonatos secundarios, que no califican como un horizonte cálcico, pueden cumplir los criterios de diagnóstico de las propiedades *protocálcicas*. El material *calcárico* se refiere a carbonatos primarios.

En regiones secas y en presencia de soluciones del suelo o aguas freáticas ricas en sulfato, los horizontes cálcicos aparecen asociados con horizontes *gípsicos*. Los horizontes cálcico y *gípsico* generalmente (pero no siempre) ocupan posiciones diferentes en el perfil de suelo debido a que el yeso es más soluble que el carbonato de calcio, y normalmente pueden distinguirse uno de otro con claridad por la diferencia en la morfología de los cristales. Los cristales de yeso tienden a ser aciculares, con frecuencia visibles a simple vista, mientras que los cristales de carbonato de calcio edafogénico son de tamaño mucho más pequeños.



## Horizonte cámbico

### Descripción general

Un horizonte cámbico (del latín *cambire*, cambiar) es un horizonte subsuperficial que muestra evidencia de alteración edafogenética que va desde débil hasta relativamente fuerte. El horizonte cámbico ha perdido, al menos en la mitad del volumen de la fracción tierra fina, su estructura original de roca. Si la capa subyacente tiene el mismo material parental, el horizonte cámbico usualmente muestra contenido más alto de óxidos y/o de arcillas que esta capa subyacente y/o evidencia de remoción de carbonatos y/o yeso. La alteración edafogenética de un horizonte cámbico también puede ser establecida por contraste con uno de los horizontes minerales suprayacentes que son generalmente más ricos en materia orgánica y por tanto tienen un color más oscuro y/o menos intenso. En este caso, algún desarrollo de estructura del suelo es necesario para probar la alteración edafogenética.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte cámbico consiste de material *mineral* y:

1. tiene una clase textural:
  - a. franco arenosa o más fina; **o**
  - b. arenosa muy fina o areno francosa muy fina<sup>3</sup>; **y**
2. tiene ausencia de estructura de roca en  $\geq 50\%$  del volumen de la fracción tierra fina; **y**
3. muestra evidencia de alteración edafogenética en una o más de los siguientes:
  - a. cuando se compara con la capa directamente inferior, si ésta no está separada del horizonte cámbico por una *discontinuidad lítica*, uno o más de los siguientes:
    - ai. color Munsell con un matiz de  $\geq 2.5$  unidades más rojo, en húmedo; **o**
    - a.ii. color Munsell con un croma de  $\geq 1$  unidad más alto, en húmedo; **o**
    - a.iii. un contenido de arcilla  $\geq 4\%$  (absoluto) más alto; **o**
  - b. estructura de agregados de suelo en  $\geq 50\%$  del volumen de la fracción tierra fina *y*, cuando se compara con una capa mineral suprayacente, si ésta no está separada del horizonte cámbico por una *discontinuidad lítica*, uno o más de los siguientes:
    - bi. color Munsell con un matiz de  $\geq 2.5$  unidades más rojo, en húmedo; **o**
    - b.ii. color Munsell con un brillo de  $\geq 1$  unidad más alto, en húmedo; **o**

---

3 Arena muy fina y areno francosa muy fina: La clase textural es arena o areno francosa y  $\geq 50\%$  de la fracción arena es  $< 125 \mu\text{m}$  y  $< 25\%$  de la fracción arena es  $\geq 630 \mu\text{m}$  (ver clases texturales, Anexo 4).

- biii. color Munsell con un croma de  $\geq 1$  unidad más alto, en húmedo; **o**
- c. cuando se compara con la capa directamente subyacente, si ésta no está separada del horizonte cámbico por una *discontinuidad lítica*, evidencia de remoción de carbonatos o yeso por uno o más de los siguientes:
  - ci.  $\geq 5\%$  (en masa, absoluto, en la fracción tierra fina) menos carbonatos o yeso; **o**
  - cii. si todos los fragmentos gruesos en la capa subyacente están completamente cubiertos con carbonatos, algunos de estos fragmentos en el horizonte cámbico están parcialmente libres de recubrimientos; **o**
  - ciii. si los fragmentos gruesos en la capa subyacente están cubiertos con carbonatos solamente en la parte inferior, aquellos en el horizonte cámbico están libres de recubrimientos; **y**
- 4. no forma parte de una capa de arado y no forma parte de un horizonte *antrácuico, árgico, cálcico, dúrico, ferrálico, frágico, gípsico, hórtico, hidrágrico, irrágico, móllico, nátrico, nítico, petrocálcico, petrodúrico, petrogípsico, petroplíntico, pisoplíntico, plágico, plíntico, prético, sálico, sómbrico, spódico, úmbrico, térrico o vértico*; **y**
- 5. tiene un espesor de  $\geq 15$  cm.

#### **Relaciones con algunos otros diagnósticos**

El horizonte cámbico puede considerarse el predecesor de muchos otros horizontes de diagnóstico, todos los cuales tienen propiedades específicas que no son reconocidas en el horizonte cámbico, tales como acumulación iluvial o residual, remoción de sustancias que no sean carbonato o yeso, acumulación de componentes solubles, o el desarrollo de estructura de suelo específica.

Los horizontes cámbicos en suelos frescos y húmedos, libremente drenados de mesetas y montañas altas en regiones tropicales y subtropicales pueden aparecer en asociación con horizontes *sómbricos*.

### **Horizonte críco**

#### **Descripción general**

Un horizonte críco (del griego *kryos*, frío, hielo) es un horizonte del suelo permanentemente congelado en materiales *minerales* u *orgánicos*.

#### **Criterios de diagnóstico**

Un horizonte críco tiene:

1. continuamente por  $\geq 2$  años consecutivos, uno de los siguientes:
  - a. hielo masivo, cementación por hielo o cristales de hielo fácilmente visibles; **o**
  - b. una temperatura del suelo de  $\leq 0$  °C y agua insuficiente como para formar

cristales de hielo fácilmente visibles; y

2. un espesor de  $\geq 5$  cm.

### Identificación de campo

Los horizontes críicos ocurren en áreas con permafrost<sup>4</sup> y muestran evidencias de segregación de hielo permanente, generalmente asociada con evidencia de procesos criogénicos (material de suelo mezclado, horizontes de suelo perturbados, involuciones, intrusiones orgánicas, levantamientos por helada, separación de materiales gruesos de los finos, grietas) por encima del horizonte críico y/o rasgos superficiales en patrones (lomas de tierra, montículos por helada, círculos de piedras, rayas, redes y polígonos).

Los suelos que contienen agua salina no se congelan a 0 °C. Para desarrollar un horizonte críico, tales suelos deben estar suficientemente fríos como para congelarse.

Para identificar rasgos de crioturbación, separación o contracción térmica, un perfil de suelo debería intersectar diferentes elementos de terreno en patrones, si los hay, o ser más ancho de 2 m.

Los ingenieros distinguen entre permafrost *cálido* y *frío*. El permafrost cálido tiene una temperatura mayor de -2 °C y debe considerarse inestable. El permafrost frío tiene una temperatura de -2 °C o menor y puede usarse con mayor seguridad para propósitos de construcción siempre que la temperatura permanezca bajo control.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes críicos pueden cumplir las características de horizontes *hístico*, *fólico* o *spódico*, y pueden aparecer en asociación con horizontes *sálico*, *cálcico*, *móllico* o *úmbrico*. En regiones áridas frías, pueden presentarse propiedades *arídicas* o *yérmicas*.

## Horizonte chérnico

### Descripción general

Un horizonte chérnico (del ruso *chorniy*, negro) es un horizonte superficial relativamente grueso, bien estructurado, de color muy oscuro, con una alta saturación de bases, una alta actividad biológica y un contenido de materia orgánica moderado a alto.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte chérnico es un horizonte superficial consistente de material *mineral* y tiene:

1.  $\geq 20\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de tierra fina; y
2. estructura granular o en bloques subangulares finos; y
3.  $\geq 1\%$  de *carbono orgánico del suelo*; y
4. uno o ambos de los siguientes:

---

4 Permafrost: capa de suelo o roca, a alguna profundidad debajo de la superficie, en la cual la temperatura ha estado continuamente por debajo de 0 °C por lo menos algunos años. Existe donde el calentamiento de verano no alcanza a llegar a la base del terreno congelado. Arctic Climatology and Meteorology Glossary, National Snow and Ice Data Center, Boulder, USA (<http://nsidc.org>).

- a. en muestras ligeramente apelmazadas un color Munsell con un brillo de  $\leq 3$  en húmedo, y  $\leq 5$  en seco, y un croma de  $\leq 2$  en húmedo; o
- b. todos los siguientes:
  - bi.  $\geq 40\%$  (en masa) de carbonato de calcio equivalente en la fracción tierra fina y/o una clase textural areno francosa o más gruesa; y
  - bii. en muestras ligeramente apelmazadas un color Munsell con un brillo de  $\leq 5$ , y un croma de  $\leq 2$ , ambos en húmedo; y
  - biii.  $\geq 2.5\%$  de *carbono orgánico del suelo*; y
5.  $\geq 1\%$  (absoluto) más de *carbono orgánico del suelo* que el material parental, si está presente y tiene un color Munsell con un brillo de  $\leq 4$ , en húmedo; y
6. una saturación de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $\geq 50\%$  en promedio ponderado, en todo el espesor del horizonte; y
7. un espesor de  $\geq 25$  cm.

### Identificación de campo

Un horizonte chérnico puede identificarse fácilmente por su color negruzco, causado por la acumulación de materia orgánica, su estructura bien desarrollada granular o en bloques subangulares finos, un indicio de alta saturación de bases (p. ej.  $\text{pH}_{\text{agua}} > 6$ ), y su espesor.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El horizonte chérnico es un caso especial del horizonte *móllico* con un contenido más alto de *carbono orgánico del suelo*, un croma más bajo, estructura del suelo generalmente mejor desarrollada, un contenido mínimo de tierra fina y un espesor mínimo mayor. El límite superior del contenido de *carbono orgánico del suelo* es 20%, el cual es el límite inferior para el material *orgánico*.

## Horizonte dúrico

### Descripción general

Un horizonte dúrico (del latín *durus*, duro) es un horizonte subsuperficial que presenta nódulos o concreciones débilmente cementados hasta endurecidos por sílice ( $\text{SiO}_2$ ), presumiblemente en forma de ópalo y formas microcristalinas de sílice (*durinodos*). Los durinodos con frecuencia tienen revestimientos de carbonato que tienen que ser removidos con HCl antes de disgregar los durinodos con hidróxido de potasio (KOH).

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte dúrico consiste de material *mineral* y tiene:

1.  $\geq 10\%$  (en volumen) de nódulos enriquecidos en sílice (durinodos) débilmente cementados hasta endurecidos o fragmentos de un horizonte *petrodúrico* roto que muestren todos los siguientes:
  - a. cuando secados al aire,  $< 50\%$  (en volumen) se disgrega en HCl 1 M aún después de remojado prolongado, pero  $\geq 50\%$  se disgrega en KOH

- concentrado, NaOH concentrado o en ácido y álcali alternados; y
- b. son firmes o muy firmes, y quebradizos en mojado, tanto antes como después del tratamiento con ácido; y
  - c. tienen un diámetro de  $\geq 1$  cm ; y
2. un espesor de  $\geq 10$  cm.

### Características adicionales

Los durinodos secos no se disgregan apreciablemente en agua, pero el remojo prolongado puede resultar en descamación de laminillas muy finas y en algo de disgregación. En corte transversal la mayoría de los durinodos son aproximadamente concéntricos, y se pueden observar filamentos concéntricos de ópalo bajo una lupa de mano.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

En regiones áridas los horizontes dúricos aparecen en asociación con horizontes *gípsico*, *petrogípsico*, *cálcico* y *petrocálcico*.

## Horizonte ferrálico

### Descripción general

Un horizonte ferrálico (del latín *ferrum*, hierro, y *alumen*, alumbre) es un horizonte subsuperficial que resulta de meteorización intensa y prolongada. La fracción arcilla está dominada por arcillas de baja actividad y contiene varias cantidades de minerales resistentes tales como (hidr-)óxidos de Fe, Al, Mn y Titanio (Ti). Puede haber una acumulación residual de cuarzo muy marcada en las partículas de tamaño limo y arena. Los horizontes ferrálicos normalmente tienen  $< 10\%$  de arcilla dispersable en agua. Ocasionalmente pueden tener más arcilla dispersable en agua, pero al mismo tiempo mostrarán propiedades *géricas* o un contenido de carbono orgánico relativamente alto.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte ferrálico consiste de material *mineral* y:

1. tiene una clase textural franco arenosa o más fina y  $< 80\%$  (en volumen) de fragmentos gruesos, nódulos o concreciones *pisoplínticos* o remanentes de un horizonte *petroplíntico*; **y**
2. tiene una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $< 16 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de arcilla y una suma de bases intercambiables (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) más Al intercambiable (por KCl 1 M, sin buffer) de  $< 12 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de arcilla; **y**
3. tiene una o más de los siguientes:
  - a.  $< 10\%$  de arcilla dispersable en agua; **o**
  - b. propiedades *géricas*; **o**
  - c.  $\geq 1.4\%$  de *carbono orgánico del suelo*; **y**

4. tiene < 10% (por recuento de granos) de minerales meteorizables<sup>5</sup> en la fracción de 0.05 – 0.2 mm; **y**
5. no tiene propiedades *ándicas* o *vítricas*; **y**
6. tiene un espesor de  $\geq 30$  cm.

### Identificación de campo

Los horizontes ferrálicos están asociados con geoformas antiguas y estables. La macroestructura parece ser de moderada a débil a primera vista pero los horizontes ferrálicos típicos tienen una fuerte microagregación.

Los horizontes ferrálicos ricos en óxidos de Fe (especialmente ricos en hematita) usualmente tienen una consistencia friable y el material de suelo disgregado, seco, fluye como harina entre los dedos. Los terrones de horizontes ferrálicos usualmente son relativamente livianos en peso debido a la baja densidad aparente; muchos horizontes ferrálicos producen un sonido hueco al palmarlos, indicando porosidad elevada.

Si el horizonte ferrálico tiene menos hematita y un color más amarillento, típicamente muestra una densidad aparente más alta y una porosidad más baja. Es masivo o tiene una estructura débil de bloques subangulares y una consistencia dura o firme.

Indicadores de iluviación de arcilla tales como revestimientos de arcilla generalmente están ausentes, del mismo modo las facetas de presión y otros rasgos de presión. Los límites de un horizonte ferrálico normalmente son graduales a difusos y se puede detectar poca variación en color o distribución por tamaño de partículas dentro del horizonte.

### Características adicionales

Como una alternativa al requerimiento de minerales meteorizables, puede resultar indicativa una reserva total de bases (RTB = calcio [Ca], magnesio [Mg], potasio [K] y sodio [Na] intercambiables más minerales) de  $< 25 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de suelo.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Algunos horizontes *árgicos* cumplen todos los criterios de diagnóstico del horizonte ferrálico. Algunos otros horizontes *árgicos* cumplen la mayoría de los criterios del horizonte ferrálico, pero no cumplen el criterio 3.

El  $\text{Al}_{\text{ox}}$ ,  $\text{Fe}_{\text{ox}}$ ,  $\text{Si}_{\text{ox}}$  en horizontes ferrálicos son muy bajos, lo que lo separa de los horizontes *níticos* y capas con propiedades *ándicas* o *vítricas*.

Algunos horizontes *cámbicos* tienen una CIC baja; sin embargo, la cantidad de minerales meteorizables o la RTB es demasiado alta para un horizonte ferrálico. Tales horizontes representan un estado avanzado de meteorización y una transición hacia el horizonte ferrálico.

---

5 Ejemplos de minerales que están incluidos en el significado de minerales meteorizables son todos los filosilicatos 2:1, clorita, sepiolita, palygorskita, alófana, filosilicatos trioctaédricos 1:1 (serpentininas), feldespatos, feldespatoides, minerales ferromagnésicos, vidrio, zeolitas, dolomita y apatito. La intención del término minerales meteorizables es incluir aquellos minerales que son inestables en climas húmedos comparados con otros minerales, tales como cuarzo y arcillas 1:1, pero que son más resistentes a la meteorización que la calcita (Soil Survey Staff, 1999).

Los horizontes ferrálicos en suelos frescos y húmedos, libremente drenados de mesetas y montañas altas en regiones tropicales y subtropicales pueden aparecer en asociación con horizontes *sómbricos*.

Si hay procesos redox, los horizontes ferrálicos se pueden desarrollar en horizontes *plínticos*. La mayoría de los horizontes *plínticos* también cumplen los criterios de los horizontes ferrálicos.

## Horizonte férrico

### Descripción general

Un horizonte férrico (del latín *ferrum*, hierro) es un horizonte en el cual la segregación de Fe (o Fe y Mn) ha tenido lugar en tal grado que se forman grandes moteados o concreciones o nódulos discretos y la matriz entre moteados, concreciones o nódulos está muy empobrecida en Fe y Mn. Éstos no necesariamente tienen grandes cantidades de Fe (o Fe y Mn), pero el Fe (o Fe y Mn) se encuentran concentrados en los moteados o concreciones o nódulos. Generalmente, tal segregación lleva a una pobre agregación de las partículas del suelo en las áreas empobrecidas en Fe y Mn y a la compactación del horizonte. La segregación es el resultado de procesos redox que pueden ser activos o relictos.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte férrico consiste de material *mineral* y:

1. tiene uno o ambos de los siguientes:
  - a.  $\geq 15\%$  del área expuesta ocupada por moteados gruesos ( $\geq 20$  mm de diámetro), que son negros o con un color Munsell con un matiz más rojo que 7.5 YR y un croma de  $\geq 5$ , ambos en húmedo; **o**
  - b.  $\geq 5\%$  del volumen que consiste de concreciones y/o nódulos discretos rojizos a negruzcos, con un diámetro de  $\geq 2$  mm, con por lo menos el exterior de las concreciones o los nódulos estando por lo menos débilmente cementados o endurecidos y, si no son negros, teniendo el exterior un matiz más rojo o un croma más fuerte que el interior; **y**
2. no forma parte de un horizonte *petroplíntico*, *pisoplíntico* o *plíntico*; **y**
3. tiene un espesor de  $\geq 15$  cm.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

En regiones tropicales o subtropicales, los horizontes férricos pueden transicionar lateralmente hacia horizontes *plínticos*. En los horizontes *plínticos* la cantidad de concreciones o nódulos o moteados alcanza  $\geq 15\%$  (en volumen). Adicionalmente, en horizontes *plínticos* un cierto contenido de  $Fe_{dith}$  es excedido y/o las concreciones o nódulos o moteados se endurecen irreversiblemente hacia concreciones o nódulos duros o un hardpan por exposición a mojado y secado repetidos con libre acceso de oxígeno. Si la cantidad de concreciones o nódulos duros alcanza  $\geq 40\%$ , es un horizonte *pisoplíntico*.

## Horizonte fólico

### Descripción general

Un horizonte fólico (del latín *folium*, hoja) es un horizonte superficial o un horizonte subsuperficial que aparece a poca profundidad, que consiste de material *orgánico* bien aireado. Éstos predominantemente aparecen en climas frescos o a altas elevaciones.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte fólico consiste de material *orgánico* y:

1. está saturado con agua por < 30 días consecutivos en la mayoría de los años y no está drenado; y
2. tiene un espesor de  $\geq 10$  cm.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El horizonte fólico tiene características similares al horizonte *hístico*; sin embargo, el horizonte *hístico* está saturado con agua durante un mes o más la mayoría de los años. Además, la composición del horizonte *hístico* generalmente es diferente a la del horizonte fólico ya que la cobertura vegetal con frecuencia es diferente. El límite inferior de 20% de *carbono orgánico del suelo* separa al horizonte fólico de los horizontes *chérnico*, *móllico* o *úmbrico*, los cuales tienen estos contenidos como límites superiores. Los horizontes fólicos pueden mostrar propiedades *ándicas* o *vítricas*.

## Horizonte frágico

### Descripción general

Un horizonte frágico (del latín *fragilis*, frágil) es un horizonte subsuperficial natural no cementado con una estructura y un patrón de porosidad tal que las raíces y agua de percolación sólo penetran el suelo a lo largo de las caras entre los agregados y vetas. El carácter natural excluye pisos de arado y panes superficiales por tráfico.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte frágico consiste de material *mineral* y:

1. muestra unidades estructurales que no permiten la entrada a raíces; las separaciones entre estas unidades tienen un espaciamiento horizontal promedio de  $\geq 10$  cm; **y**
2. muestra evidencia de alteración como se define en el horizonte *cámbico*, por lo menos en las caras de unidades estructurales; **y**
3. contiene < 0.5% (en masa) de *carbono orgánico del suelo*; **y**
4. muestra en  $\geq 50\%$  del volumen disgregación o fractura de terrones secos al aire, de 5-10 cm de diámetro, dentro de  $\leq 10$  minutos cuando se coloca en agua; **y**
5. no se cementa por humedecimiento y secado repetidos; **y**
6. tiene a capacidad de campo una resistencia a la penetración de  $\geq 4$  MPa en  $\geq 90\%$  del volumen, **y**
7. no muestra efervescencia después de agregar solución de HCl 1 M; **y**
8. tiene un espesor de  $\geq 15$  cm.



### Identificación de campo

Un horizonte frágico tiene una estructura prismática y/o en bloques. Las partes internas de los prismas pueden tener una porosidad total relativamente alta pero, como resultado de una corteza externa densa, no existe continuidad entre los poros dentro de los agregados y los poros y fisuras entre los agregados. El resultado es un sistema de caja cerrada con  $\geq 90\%$  del volumen del suelo que no puede ser explorado por raíces y no está infiltrada por agua.

Es esencial que el volumen de suelo requerido se inspeccione a partir de ambos cortes verticales y horizontales; los cortes horizontales frecuentemente revelan estructuras poligonales. Tres o cuatro de tales polígonos (o un corte de hasta  $1 \text{ m}^2$ ) son suficientes para probar la base volumétrica para la definición del horizonte frágico.

Los horizontes frágicos comúnmente son francos, pero no están excluidas las texturas arenofrancas y arcillosas. En el último caso, la mineralogía de arcillas es predominantemente caolinítica.

Los terrones secos son duros a extremadamente duros; los terrones húmedos son firmes a extremadamente firmes; la consistencia en húmedo puede ser quebradiza. Una unidad estructural de un horizonte frágico tiende a romperse de pronto bajo presión más que a sufrir deformación paulatina.

El horizonte frágico tiene poca actividad de fauna excepto, ocasionalmente, entre las unidades estructurales.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Un horizonte frágico puede estar por debajo (aunque no necesariamente directamente) de material *álbico*, o un horizonte *cámbico*, *spódico* o *árgico*, a menos que el suelo haya sido truncado. Puede sobreponerse parcial o completamente con un horizonte árgico. El horizonte frágico puede mostrar propiedades *réticas* o *lenguas albelúvicas*, especialmente en su parte superior. Además, los horizontes frágicos pueden tener *condiciones reductoras* y propiedades *stágnicas*.

## Horizonte fúlvico

### Descripción general

Un horizonte fúlvico (del latín *fulvus*, amarillo oscuro) es un horizonte espeso, de color oscuro, en o cerca de la superficie del suelo que está típicamente asociado con minerales de bajo grado de ordenamiento (comúnmente alófana) o con complejos aluminio-orgánicos. Tiene una baja densidad aparente y contiene materia orgánica altamente humificada que muestra una relación más baja entre ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, comparado con el horizonte *melánico*.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte fúlvico tiene:

1. propiedades *ándicas*; y
2. uno o ambos de los siguientes:
  - a. un color Munsell con brillo o croma de  $> 2$ , en húmedo; **o**

- b. un índice melánico<sup>6</sup> de  $\geq 1.7$ ; y
3. un promedio ponderado de  $\geq 6\%$  *carbono orgánico del suelo* y  $\geq 4\%$  *carbono orgánico del suelo* en todas sus partes; y
4. un espesor combinado de  $\geq 30$  cm con  $\leq 10$  cm de material no fúlvico intermedio.

#### Identificación de campo

Cuando es pardo oscuro, el horizonte fúlvico es fácilmente identificable por su color y su espesor. El horizonte fúlvico típicamente ocurre en asociación con depósitos piroclásticos. Sin embargo, también pueden encontrarse en capas derivadas de otros materiales que cumplan los requerimientos del calificador Aluandic. La distinción entre el horizonte *fúlvico* y el *melánico* negruzcos se hace después de determinar el índice melánico, el cual requiere análisis de laboratorio.

### Horizonte gípsico

#### Descripción general

Un horizonte gípsico (del griego *gypsos*, yeso) es un horizonte no cementado que contiene acumulaciones de yeso secundario ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) en diversas formas. Puede ser un horizonte superficial o subsuperficial.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte gípsico consiste de material *mineral* y:

1. tiene  $\geq 5\%$  de yeso (en masa) en la fracción de tierra fina; **y**
2. tiene uno o ambos de los siguientes:
  - a.  $\geq 1\%$  (en volumen) de yeso secundario visible; **o**
  - b. un contenido de yeso en la fracción de tierra fina  $\geq 5\%$  más alto (absoluto, en masa) que el de una capa inferior y no tiene una *discontinuidad lítica* entre las dos capas: **y**
3. tiene un producto del espesor (en centímetros) por el contenido de yeso (porcentaje, en masa) de  $\geq 150$ ; **y**
4. no forma parte de un horizonte *petrogípsico*; **y**
5. tiene un espesor de  $\geq 15$  cm.

#### Identificación de campo

El yeso aparece como pseudomicelios, como cristales gruesos, como nidos, barbas o revestimientos, como agrupamientos elongados de cristales fibrosos, o como acumulaciones pulverulentas. La última forma da al horizonte gípsico una estructura masiva. La diferenciación entre acumulaciones pulverulentas compactas y las otras es importante en términos de capacidad potencial del suelo. Los cristales de yeso pueden confundirse visualmente con cuarzo. El yeso es blando y puede rasgarse con navaja o romperse fácilmente entre el pulgar y el índice. El cuarzo es duro y no puede romperse excepto a martillazos.

---

6 Ver Anexo 2.

### Características adicionales

El análisis de cortes delgados es útil para establecer la presencia de un horizonte gípsico y la distribución del yeso en la masa del suelo.

Si la acumulación de yeso se vuelve tal que desaparecen todas o la mayoría de las estructuras edafológicas y/o litológicas, y predominan concentraciones continuas de yeso, se usa el calificador Hypergypsic.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Cuando los horizontes gípsicos se vuelven endurecidos, tiene lugar la transición hacia el horizonte *petrogípsico*, cuya expresión puede ser en estructuras masivas o laminares. Un horizonte gípsico y un horizonte *petrogípsico* pueden superponerse uno al otro. El material *gipsirico* contiene yeso primario y nada o muy poco yeso secundario.

En regiones secas los horizontes gípsicos están asociados con horizontes *cálcicos* y/o *sálicos*. Los horizontes *cálcico* y gípsico generalmente ocupan posiciones distintas en el perfil de suelo ya que la solubilidad del carbonato de calcio es menor a la del yeso. Normalmente puede distinguirse claramente uno de otro por su morfología (ver horizonte *cálcico*). El horizonte *sálico* y gípsico también ocupan posiciones diferentes por las mismas razones.

## Horizonte hidrágrico

### Descripción general

Un horizonte hidrágrico (del griego *hydor*, agua, y latín *ager*, campo) es un horizonte subsuperficial que resulta de la actividad humana asociada con labranza inundada.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte hidrágrico consiste de material *mineral*, está asociado con labranza inundada y:

1. tiene un horizonte *antrácuico* suprayacente; **y**
2. consiste de uno o más subhorizontes y cada uno de ellos tiene uno o más de los siguientes:
  - a. revestimientos de Fe o Mn en  $\geq 15\%$  del área expuesta, predominantemente alrededor de canales de raíces y en o cerca de la superficie de los agregados; **o**
  - b. empobrecimientos redox con un color Munsell con un brillo de  $\geq 4$  y un croma de  $\leq 2$ , ambos en húmedo, en macroporos; **y**
  - c. concentraciones de Fe o Mn en  $\geq 5\%$  del área expuesta, predominantemente dentro de los agregados; **o**
  - d.  $Fe_{dith} \geq 1.5$  veces y/o  $Mn_{dith} \geq 3$  veces que el del horizonte superficial; **y**
3. tiene un espesor de  $\geq 10$  cm.

### Identificación de campo

El horizonte hidrágico aparece debajo de la capa de arado de un horizonte *antrácuico*. Tiene características de reducción en poros, tales como revestimientos o halos con un color Munsell con un matiz de 2.5 Y o más amarillo y un croma de  $\leq 2$ , ambos en húmedo, y/o concentraciones de Fe y/o Mn en la matriz como resultado del ambiente oxidativo. Generalmente muestra cutanes grises de arcilla-limo fino y arcilla-limo-humus sobre las caras de los agregados. Las características listadas como parte del criterio de diagnóstico 2 rara vez aparecen juntas en la misma capa pero están distribuidas sobre diferentes subhorizontes.

### Características adicionales

El manganeso y/o el hierro reducidos se mueven lentamente de forma descendente a lo largo del pan de arado del horizonte *antrácuico* suprayacente hacia el horizonte hidrágico; el manganeso tiende a moverse más hacia abajo que el hierro. Dentro del horizonte hidrágico, el manganeso y el hierro siguen migrando más hacia el interior de los agregados donde van a ser oxidados.

## Horizonte hístico

### Descripción general

Un horizonte hístico (del griego *histos*, tejido) es un horizonte superficial, o un horizonte subsuperficial que aparece a poca profundidad, que consiste de material *orgánico* pobremente aireado.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte hístico consiste de material *orgánico* y:

1. está saturado con agua durante  $\geq 30$  días consecutivos en la mayoría de los años, o se encuentra drenado; **y**
2. tiene un espesor de  $\geq 10$  cm.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes hísticos tienen características similares al horizonte *fólico*; sin embargo, el horizonte *fólico* está saturado con agua durante menos de un mes en la mayoría de los años. Además, la composición del horizonte hístico generalmente es diferente a la del horizonte *fólico* ya que la cubierta vegetal es much as veces diferente.

## Horizonte hórtico

### Descripción general

Un horizonte hórtico (del latín *hortus*, jardín) es un horizonte mineral superficial creado por las actividades humanas de labranza profunda, fertilización intensiva y/o aplicación continua y prolongada de residuos humanos y animales y otros residuos orgánicos (p. ej. estiércol, desperdicios culinarios, compost y heces humanas).

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte hórtico es un horizonte superficial consistente de material *mineral* y tiene:

1. un color Munsell con un brillo y croma de  $\leq 3$ , húmedo; **y**
2. un promedio ponderado de  $\geq 1\%$  de *carbono orgánico del suelo*; **y**

3. un contenido de  $P_2O_5$  extractable en  $NaHCO_3$ <sup>7</sup> 0.5 M de  $\geq 100 \text{ mg kg}^{-1}$  de tierra fina en los primeros 25 cm; y
4. una saturación de bases (por  $NH_4OAc$  1 M, pH 7) de  $\geq 50\%$ ; **y**
5.  $\geq 25\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de poros de fauna, coprolitos u otros rastros de actividad de fauna del suelo; **y**
6. un espesor de  $\geq 20$  cm.

### Identificación de campo

El horizonte hórtico está profundamente mezclado. Son comunes los restos de alfarería y otros artefactos aunque con frecuencia desgastados. Puede haber marcas de labranzas o evidencias de mezclado del suelo.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes hórticos pueden cumplir también los criterios de diagnóstico de un horizonte *móllico* o *chérnico*.

## Horizonte irrágrico

### Descripción general

El horizonte irrágrico (del latín *irrigare*, regar, y *ager*, campo) es un horizonte superficial mineral que resulta de la actividad humana y se forma gradualmente a través de la aplicación continua de agua de riego que contiene cantidades sustanciales de sedimentos y que puede incluir fertilizantes, sales solubles, materia orgánica, etc.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte irrágrico es un horizonte superficial consistente de *material* mineral y tiene:

1. una capa superficial de textura uniforme; **y**
2. un mayor contenido de arcilla, particularmente arcilla fina, que el suelo original subyacente; **y**
3. diferencias en los contenidos de arena media, de arena fina, de arena muy fina, de limo, de arcilla y de carbonatos de  $< 20\%$  (relativo)  $\bullet < 4\%$  (absoluto) entre partes dentro del horizonte; **y**
4. un promedio ponderado de  $\geq 0.5\%$  de *carbono orgánico del suelo*, disminuyendo con la profundidad pero que permanece en  $\geq 0.3\%$  en el límite inferior del horizonte irrágrico; **y**
5.  $\geq 25\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de poros de fauna, coprolitos u otros rastros de actividad de fauna del suelo; **y**
6. un espesor de  $\geq 20$  cm.

---

7 Conocido como el método de rutina de Olsen (Olsen et al., 1954); datos de acuerdo con Gong et al., 1997.

### Identificación de campo

Los suelos con un horizonte irrágrico muestran evidencias de levantamiento de la superficie, el cual puede inferirse por observación de campo o por registros históricos. El horizonte irrágrico muestra evidencias de actividad biológica considerable. El límite inferior es claro y pueden presentarse depósitos de riego o suelos enterrados por debajo.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes irrágricos difieren de los materiales *flúvicos* en que, debido al arado continuo, carecen de evidencias de estratificación. Algunos horizontes irrágricos pueden calificarse también como horizontes *móllicos* o *úmbricos*, dependiendo de su saturación de bases.

## Horizonte melánico

### Descripción general

Un horizonte melánico (del griego *melas*, negro) es un horizonte espeso, negro, en o cerca de la superficie, que está típicamente asociado con minerales de bajo grado de ordenamiento (comúnmente alófana) o con complejos alúmino-orgánicos. Tiene una baja densidad aparente y contiene materia orgánica altamente humificada que muestra una relación más baja entre ácidos fúlvicos y ácidos húmicos, comparada con el horizonte *fúlvico*.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte melánico tiene:

1. propiedades *ándicas*; **y**
2. un color Munsell con brillo y croma de  $\leq 2$ , en húmedo; **y**
3. un índice melánico<sup>8</sup> de  $< 1.7$ ; **y**
4. un promedio ponderado de  $\geq 6\%$  de *carbono orgánico del suelo* y  $\geq 4\%$  de *carbono orgánico del suelo* en todas sus partes; **y**
5. un espesor combinado de  $\geq 30$  cm con  $\leq 10$  cm de material no melánico intermedio.

### Identificación de campo

El color negro intenso, su espesor, así como su asociación común con depósitos piroclásticos ayudan a reconocer al horizonte melánico en el campo. Sin embargo, se necesitan análisis de laboratorio para determinar el tipo de materia orgánica para identificar inequívocamente el horizonte melánico.

## Horizonte móllico

### Descripción general

Un horizonte móllico (del latín *mollis*, blando) es un horizonte superficial relativamente grueso, de color oscuro, con una alta saturación de bases y un contenido de materia orgánica moderado a alto.

---

8 Ver Anexo 2.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte móllico es un horizonte superficial consistente de material *mineral*. Para los criterios de diagnóstico 2 al 4, se calcula un promedio ponderado de cada valor y luego se compara con el criterio de diagnóstico, ya sea para los primeros 20 cm, o para todo el suelo mineral sobre *roca continua*, material *duro técnico* o un horizonte *críico*, *petrocálcico*, *petrodúrico*, *petrogípsico* o *petroplíntico* si comienza a < 20 cm de la superficie del suelo mineral. Si el horizonte móllico tiene subhorizontes que inicien  $\geq 20$  cm de la superficie del suelo mineral, no se calcula un promedio ponderado para esos subhorizontes; cada valor se compara separadamente con el criterio de diagnóstico. Un horizonte móllico tiene:

1. una estructura del suelo suficientemente fuerte como para que no sea a la vez masivo y duro o muy duro en seco (prismas de más de 30 cm de diámetro se incluyen en el significado de masivo si no hay estructura que subdivida los prismas); y
2.  $\geq 0.6\%$  de *carbono orgánico del suelo*; **y**
3. uno o ambos de los siguientes:
  - a. en muestras ligeramente apelmazadas un color Munsell con un brillo de  $\leq 3$  en húmedo, y  $\leq 5$  en seco, y un croma de  $\leq 3$  en húmedo; **o**
  - b. todos los siguientes:
    - bi.  $\geq 40\%$  (en masa) de carbonato de calcio equivalente en la fracción tierra fina y/o una clase textural areno francosa o más gruesa; **y**
    - bii. en muestras ligeramente apelmazadas un color Munsell con un brillo de  $\leq 5$  y un croma de  $\leq 3$ , ambos en húmedo; **y**
    - biii.  $\geq 2.5\%$  de *carbono orgánico del suelo*; **y**
4.  $\geq 0.6\%$  (absoluto) más *carbono orgánico del suelo* que el material parental, si está presente y tiene un color Munsell con un brillo de  $\leq 4$ , en húmedo; **y**
5. una saturación de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $\geq 50\%$  en promedio ponderado en todo el espesor del horizonte; **y**
6. un espesor de uno de los siguientes:
  - a.  $\geq 10$  cm si está directamente por encima de *roca continua*, material *duro técnico* o un horizonte *críico*, *petrocálcico*, *petrodúrico*, *petrogípsico* o *petroplíntico*; **o**
  - b.  $\geq 20$  cm.

### Identificación de campo

Un horizonte móllico puede identificarse fácilmente por su color oscuro, causado por la acumulación de materia orgánica, en la mayoría de los casos una estructura bien desarrollada (generalmente una estructura granular o en bloques subangulares finos), un indicador de alta saturación de bases (p. ej.  $\text{pH}_{\text{agua}} > 6$ ), y su espesor.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

La saturación de bases de  $\geq 50\%$  separa al horizonte mólico del horizonte *úmbrico*, que por lo demás es similar. El límite superior del contenido de *carbono orgánico del suelo* es 20%, el cual es el límite inferior para el material *orgánico*.

Un tipo especial de horizonte mólico es el horizonte *chérnico*. Éste requiere un mayor contenido de *carbono orgánico del suelo*, un cromatismo más bajo, una estructura del suelo mejor desarrollada, un mínimo contenido de tierra fina y un espesor mínimo más amplio.

Algunos horizontes *hórticos*, *irrágricos*, *préticos* o *térricos* también pueden calificar como horizontes mólicos.

### Horizonte nátrico

#### Descripción general

Un horizonte nátrico (del árabe *natrún*, sal) es un horizonte subsuperficial denso con un contenido de arcilla evidentemente más alto que en el (los) horizonte(s) suprayacente(s). Tiene un alto contenido de Na intercambiable y, en algunos casos, un contenido relativamente alto de Mg intercambiable.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte nátrico consiste de material *mineral* y:

1. tiene una clase textural areno francosa o más fina y  $\geq 8\%$  de arcilla; **y**
2. uno o ambos de los siguientes:
  - a. tiene un horizonte suprayacente de textura más gruesa con todos los siguientes:
    - ai. el horizonte de textura más gruesa no está separado del horizonte nátrico por una *discontinuidad lítica*; **y**
    - a.ii. si el horizonte de textura más gruesa está directamente sobre el horizonte nátrico, su subhorizonte más bajo no forma parte de una capa de arado; **y**
    - a.iii. si el horizonte de textura más gruesa no está directamente sobre el horizonte nátrico, el horizonte transicional entre el horizonte de textura más gruesa y el horizonte nátrico tiene un espesor de  $\leq 15$  cm; **y**
    - a.iv. si el horizonte de textura más gruesa tiene  $< 10\%$  de arcilla en la fracción tierra fina, el horizonte nátrico tiene  $\geq 4\%$  (absoluto) más arcilla; **y**
    - a.v. si el horizonte de textura más gruesa tiene  $\geq 10$  y  $< 50\%$  de arcilla en la fracción tierra fina, la relación entre arcilla en el horizonte nátrico y arcilla en el horizonte de textura más gruesa es  $\geq 1.4$ ; **y**
    - a.vi. si el horizonte de textura más gruesa tiene  $\geq 50\%$  de arcilla en la fracción tierra fina, el horizonte nátrico tiene  $\geq 20\%$  (absoluto) más arcilla; **o**



- b. tiene evidencia de arcilla iluvial en una o más de las siguientes formas:
- bi. arcilla orientada formando puentes entre  $\geq 5\%$  de los granos de arena; **o**
  - bii. revestimientos de arcilla revistiendo  $\geq 5\%$  de las superficies en los poros; **o**
  - biii. revestimientos de arcilla cubriendo  $\geq 5\%$  de las superficies verticales **y**  $\geq 5\%$  de las superficies horizontales de los agregados; **o**
  - biv. en cortes delgados, cuerpos de arcilla orientada que constituyen  $\geq 1\%$  del corte; **o**
  - bv. un COLE de  $\geq 0.04$ , y una relación de arcilla fina<sup>9</sup> a arcilla total en el horizonte nátrico mayor en  $\geq 1.2$  veces que la relación en el horizonte suprayacente de textura más gruesa; **y**
3. tiene uno o más de los siguientes:
- a. una estructura columnar o prismática en alguna parte del horizonte; **o**
  - b. ambos de los siguientes:
    - bi. una estructura en bloques; **y**
    - bii. penetraciones de un horizonte suprayacente de textura más gruesa en el cual hay granos no revestidos de limo o arena, que se extiende  $\geq 2.5$  cm dentro del horizonte nátrico; **y**
4. tiene uno de los siguientes:
- a. un porcentaje de Na intercambiable (ESP<sup>10</sup>) de  $\geq 15$  en todo el espesor del horizonte nátrico o sus primeros 40 cm, lo que sea más delgado; **o**
  - b. ambos de los siguientes:
    - bi. más Mg más Na intercambiables que Ca más acidez intercambiable (a pH 8.2) en todo el espesor del horizonte nátrico o sus primeros 40 cm, lo que sea más delgado; **y**
    - bii. un porcentaje de Na intercambiable (ESP) de  $\geq 15$  en algún subhorizonte que comience  $\leq 50$  cm por debajo del límite superior del horizonte nátrico; **y**
5. tiene un espesor de un décimo o más del espesor del material *mineral* suprayacente, si está presente, y uno de los siguientes:
- a.  $\geq 7.5$  cm (espesor combinado, si está compuesto por láminas), si el horizonte nátrico tiene una clase textural franco arenosa o más fina; **o**
  - b.  $\geq 15$  cm (espesor combinado, si está compuesto por láminas).

---

9 Arcilla fina: diámetro equivalente  $< 0.2 \mu\text{m}$ .

10  $\text{ESP} = \text{Na intercambiable} \times 100/\text{CIC}$  (a pH 7).

### Identificación de campo

El color del horizonte nátrico va de pardo a negro, especialmente en la parte superior, pero también pueden encontrarse colores más claros, o colores de amarillo a rojizo. La estructura es usualmente columnar gruesa o prismática gruesa, a veces en bloques. Son características las cabezas redondeadas de los elementos estructurales. En muchos casos, se encuentran cubiertas con un polvo blanquecino proveniente del horizonte eluvial suprayacente.

Ambas características de color y estructurales dependen de la composición de los cationes intercambiables y el contenido de sales solubles en las capas subyacentes. Con frecuencia aparecen recubrimientos de arcilla gruesos y de color oscuro, especialmente en la parte superior del horizonte. Muchos horizontes nátricos tienen una pobre estabilidad de los agregados y muy baja permeabilidad bajo condiciones húmedas. Cuando seco, el horizonte nátrico es duro a extremadamente duro. La reacción del suelo usualmente es fuertemente alcalina con un  $\text{pH}_{\text{agua}} \geq 8.5$ .

### Características adicionales

Otra medida para caracterizar al horizonte nátrico es la relación de adsorción de sodio (SAR) que debe ser  $\geq 13$ . El SAR se calcula a partir de datos de la solución del suelo ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  expresados en mmolc/litro):  $\text{SAR} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) / 2]^{0.5}$ .

Micromorfológicamente, los horizontes nátricos muestran una fábrica específica. El plasma peptizado muestra una fuerte orientación en un patrón de mosaico o estriado paralelo. Las separaciones de plasma también muestran un alto contenido de humus asociado. Cuando el horizonte nátrico es impermeable aparecen microcostras, cutanes, pápulas y rellenos.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El horizonte superficial puede ser rico en materia orgánica, puede tener un espesor desde unos pocos centímetros hasta  $> 25$  cm, y puede ser un horizonte *móllico* o *chérnico*. Puede haber presente *material álbico* entre el horizonte superficial y el horizonte nátrico.

Frecuentemente aparece una capa afectada por sales debajo del horizonte nátrico. La influencia de sales puede extenderse dentro del horizonte nátrico, el cual también se vuelve salino. Las sales presentes pueden ser cloruros, sulfatos o carbonatos/bicarbonatos.

La parte con humus iluvial del horizonte nátrico tiene una saturación de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $\geq 50\%$ , lo que lo separa del horizonte *sómbrico*.

## Horizonte nítico

### Descripción general

Un horizonte nítico (del latín *nitidus*, brillante) es un horizonte subsuperficial rico en arcilla. Tiene una estructura en bloques moderada a fuertemente desarrollada que rompen en elementos poliédricos o con bordes chatos o nuciformes con muchas caras de agregados brillantes, que no pueden, o sólo pueden parcialmente ser atribuidos a iluviación de arcilla.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte nítico consiste de material *mineral* y:

1. tiene todos los siguientes:
  - a.  $\geq 30\%$  de arcilla; **y**
  - b. una relación limo/arcilla  $< 0.4$ ; **y**
2. tiene  $< 20\%$  de diferencia (relativa) en el contenido de arcilla sobre 15 cm a capas directamente por encima o por debajo; **y**
3. tiene una estructura en bloques moderada a fuerte, que rompen en elementos poliédricos o con bordes chatos o nuciformes con caras de agregados brillantes en estado húmedo. Las caras brillantes no están, o sólo están parcialmente, asociadas con revestimientos de arcilla; **y**
4. tiene todos los siguientes:
  - a.  $\geq 4\%$  de  $Fe_{dith}$  (hierro *libre*) en la fracción tierra fina; **y**
  - b.  $\geq 0.2\%$  de  $Fe_{ox}$  (hierro *activo*) en la fracción tierra fina; **y**
  - c. una relación entre hierro *activo* y *libre* de  $\geq 0.05$ ; **y**
5. no forma parte de un horizonte *plíntico*; **y**
6. tiene un espesor de  $\geq 30$  cm.

### Identificación de campo

Un horizonte nítico tiene textura franco arcillosa o más fina, pero puede sentirse francosa. La diferencia en el contenido de arcilla con los horizontes supra- y subyacentes es gradual o difusa. Del mismo modo, no hay diferencia abrupta de color con los horizontes por encima y por debajo. Los colores son de brillo bajo con un frecuente matiz de 2.5 YR en húmedo, pero a veces más rojo o más amarillo. La estructura es moderada a fuerte en bloques que rompen en elementos poliédricos o con bordes chatos o nuciformes con caras brillantes.

### Características adicionales

En muchos horizontes níticos la CIC (por  $NH_4OAc$  1 M, pH 7) es  $< 36$   $cmol_c\ kg^{-1}$  de arcilla o aún  $< 24$   $cmol_c\ kg^{-1}$  de arcilla. La suma de bases intercambiables (por  $NH_4OAc$  1 M, pH 7) más Al intercambiable (en KCl 1 M, sin buffer) es alrededor de la mitad de la CIC. La CIC moderada a baja refleja el predominio de arcillas 1:1 (ya sea caolinita y/o [meta]halloisita). Muchos horizontes níticos tienen una relación de arcilla dispersable en agua a arcilla total de  $< 0.1$ .

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El horizonte nítico puede considerarse como un horizonte *cámbico* fuertemente expresado, con propiedades específicas tales como una elevada cantidad de hierro activo. Los horizontes níticos pueden mostrar revestimientos de arcilla y pueden cumplir los requerimientos de un horizonte *árgico*, aunque el contenido de arcilla en el horizonte nítico no es mucho más elevada que el del horizonte subyacente. Su mineralogía (caolinitica/[meta]halloisítica) los separa de la mayoría de los horizontes *vérticos*, los cuales tienen una mineralogía esmectítica predominante. Sin embargo, los horizontes níticos pueden transicionar lateralmente hacia horizontes *vérticos* en posiciones del paisaje más bajas. La estructura del suelo bien expresada, la elevada

cantidad de hierro activo, *y*, en algunos casos, la CIC intermedia en los horizontes níticos los separa de los horizontes *ferrálicos*. Los horizontes níticos en suelos frescos y húmedos, libremente drenados de mesetas y montañas altas en regiones tropicales y subtropicales pueden aparecer en asociación con horizontes *sómbricos*.

## Horizonte petrocálcico

### Descripción general

Un horizonte petrocálcico (del griego *petros*, roca, y latín *calx*, cal) es un horizonte endurecido, que está cementado por carbonato de calcio *y*, en algunos sitios, por carbonato de magnesio también. Es de naturaleza masiva o laminar y extremadamente duro.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte petrocálcico consiste de material *mineral y*:

1. presenta una muy fuerte efervescencia al agregar solución de HCl 1 M; **y**
2. muestra endurecimiento o cementación, al menos parcialmente por carbonatos secundarios, hasta el grado de que los fragmentos secados al aire no se disgregan en agua; **y**
3. es continuo hasta el grado que las fracturas verticales, si están presentes, tienen un espaciamiento horizontal promedio de  $\geq 10$  cm y ocupan  $< 20\%$  (en volumen); **y**
4. no puede ser penetrado por raíces, excepto a lo largo de fracturas verticales, si están presentes; **y**
5. tiene una consistencia extremadamente dura en seco de modo que no puede ser penetrado por pala o barrena; **y**
6. tiene un espesor de  $\geq 10$  cm, o  $\geq 1$  cm si es laminar y descansa directamente sobre *roca continua*.

### Identificación de campo

Los horizontes petrocálcicos ocurren como calcretas no laminares (ya sea masiva o nodular) o como calcretas laminares, de las cuales los siguientes tipos son los más frecuentes:

- » *Calcreta laminar*: capas petrificadas separadas superpuestas que varían en espesor desde unos pocos milímetros hasta varios centímetros. El color generalmente es blanco o rosado.
- » *Calcreta petrificada laminar*: una o varias capas extremadamente duras que tienen color gris o rosado. Generalmente están más cementadas que la calcreta laminar y son muy masivas (no hay estructuras laminares finas, pero puede haber estructuras laminares gruesas).

Los poros no capilares en los horizontes petrocálcicos están rellenos, y la conductividad hidráulica es moderadamente lenta a muy lenta.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

En regiones áridas, los horizontes petrocálcicos pueden aparecer en asociación con horizontes (*petro-*)*dúricos*, hacia los cuales pueden transicionar lateralmente. Los

horizontes petrocálcico y dúrico se diferencian por el agente cementante. En horizontes petrocálcicos el carbonato de calcio y algo de carbonato de magnesio constituyen los principales agentes cementantes mientras que puede haber algo de sílice accesorio. En los horizontes *dúricos* la sílice es el principal agente cementante, con o sin carbonato de calcio. Los horizontes petrocálcicos también aparecen en asociación con horizontes *gípsicos* o *petrogípsicos*.

Los horizontes con una acumulación significativa de carbonatos secundarios sin endurecimiento o cementación califican como horizontes *cálcicos*.

## Horizonte petrodúrico

### Descripción general

Un horizonte petrodúrico (del griego *petros*, roca, y latín *durus*, duro), también conocido como duripán o dorbank (Sudáfrica), es un horizonte subsuperficial, generalmente de color rojizo o pardo rojizo, que está cementado principalmente por sílice secundaria (SiO<sub>2</sub>, presumiblemente ópalo y formas microcristalinas de sílice). Los fragmentos secos al aire de horizontes petrodúricos no se disgregan en agua, aún después de un remojado prolongado. El carbonato de calcio puede estar presente como agente cementante complementario.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte petrodúrico consiste de material *mineral* y:

1. tiene cementación o endurecimiento en  $\geq 50\%$  (en volumen) de algún subhorizonte; **y**
2. muestra evidencia de acumulación de sílice (ópalo u otras formas de sílice) por ejemplo como revestimientos en algunos poros, en algunas caras estructurales o como puentes entre granos de arena; **y**
3. cuando secado al aire,  $< 50\%$  (en volumen) se disgrega en HCl 1 M aún después de remojado prolongado, pero  $\geq 50\%$  se disgrega en KOH concentrado, NaOH concentrado o en ácido y álcali alternados; **y**
4. es continuo hasta el grado que las fracturas verticales, si están presentes, tienen un espaciamiento horizontal promedio de  $\geq 10$  cm y ocupan  $< 20\%$  (en volumen); **y**
5. no puede ser penetrado por raíces en las partes endurecidas o cementadas, excepto a lo largo de fracturas verticales, si están presentes; **y**
6. tiene un espesor de  $\geq 1$  cm.

### Identificación de campo

Un horizonte petrodúrico tiene una consistencia muy a extremadamente firme en húmedo, y es extremadamente duro en seco. Puede presentar efervescencia al aplicar HCl 1 M, pero probablemente no es tan vigorosa como en horizontes *petrocálcicos*, los cuales se ven muy similares.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

En climas áridos y secos, los horizontes petrodúricos pueden aparecer en asociación con horizontes *petrocálcicos*, hacia los que pueden transicionar lateralmente, y/o aparecer en conjunto con horizontes *cálcico* o *gípsico*.

## Horizonte petrogípsico

### Descripción general

Un horizonte petrogípsico (del griego *petros*, roca, y *gypsos*, yeso) es un horizonte cementado que contiene acumulaciones de yeso secundario ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte petrogípsico consiste de material *mineral* y:

1. tiene  $\geq 5\%$  (en masa) de yeso; **y**
2. tiene  $\geq 1\%$  (en volumen) de yeso secundario visible; **y**
3. muestra endurecimiento o cementación, al menos parcialmente por yeso secundario, hasta el grado de que los fragmentos secados al aire no se disgregan en agua; **y**
4. es continuo hasta el grado que las fracturas verticales, si están presentes, tienen un espaciamiento horizontal promedio de  $\geq 10$  cm y que ocupan  $< 20\%$  (en volumen); **y**
5. no puede ser penetrado por raíces, excepto a lo largo de fracturas verticales, si están presentes; **y**
6. tiene un espesor de  $\geq 10$  cm.

### Identificación de campo

Los horizontes petrogípsicos son duros, blancuzcos y compuestos predominantemente por yeso. Los horizontes petrogípsicos antiguos pueden estar coronados por una capa laminar fina de yeso recientemente precipitado, de alrededor de 1 cm de espesor.

### Características adicionales

El análisis de cortes delgados es una técnica útil para establecer la presencia de un horizonte petrogípsico y la distribución del yeso en la masa del suelo.

En cortes delgados el horizonte petrogípsico muestra una microestructura compacta con sólo unas pocas cavidades. La matriz está compuesta de cristales de yeso lenticulares en empaquetamiento denso, mezclado con pequeñas cantidades de material detrítico. La matriz tiene un color amarillo débil a plena luz. Los nódulos irregulares formados por zonas transparentes incoloras consisten de agregados coherentes de cristales con una fábrica hipidiotópica o xenotópica y están principalmente asociados con poros o antiguos poros. A veces son visibles rastros de actividad biológica (pedotúbulos).

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Ya que el horizonte petrogípsico se desarrolla a partir de un horizonte *gípsico*, los dos están estrechamente ligados. Los horizontes petrogípsicos aparecen frecuentemente en asociación con horizontes *cálcicos*. Las acumulaciones cálcicas y gípsicas usualmente ocupan posiciones diferentes en el perfil de suelo debido a que la solubilidad del carbonato de calcio es menor a la del yeso. Normalmente pueden distinguirse claramente uno de otro por su morfología (ver horizonte *cálcico*).

## Horizonte petroplíntico

### Descripción general

Un horizonte petroplíntico (del griego *petros*, roca, y *plinthos*, ladrillo) es una capa continua, fracturada o rota de material endurecido, en la cual los (hidr-)óxidos de Fe (y en algunos casos también de Mn) son un cemento importante y en la cual la materia orgánica está ausente o sólo presente en rastros.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte petroplíntico consiste de material *mineral* y:

1. es una lámina de fuertemente cementadas a endurecidas, conectadas:
  - a. concreciones y/o nódulos amarillentos, rojizos y/o negruzcos; **o**
  - b. concentraciones amarillentos, rojizos y/o negruzcos en patrones laminar, poligonal o reticulado; **y**
2. tiene una resistencia a la penetración<sup>11</sup> de  $\geq 4.5$  MPa en  $\geq 50\%$  del volumen de la tierra fina; **y**
3. tiene uno o ambos de los siguientes:
  - a.  $\geq 2.5\%$  (en masa) de  $Fe_{dith}$  en la fracción tierra fina; **o**
  - b.  $\geq 10\%$  (en masa) de  $Fe_{dith}$  en las concreciones, nódulos y/o concentraciones; **y**
4. tiene una relación entre  $Fe_{ox}$  (pH 3) y  $Fe_{dith} < 0.1$ <sup>12</sup> en la fracción tierra fina; **y**
5. es continuo hasta el grado que las fracturas verticales, si están presentes, tienen un espaciamiento horizontal promedio de  $\geq 10$  cm y que ocupan  $< 20\%$  (en volumen); **y**
6. tiene un espesor de  $\geq 10$  cm.

### Identificación de campo

Los horizontes petroplínticos son extremadamente duros y típicamente de color pardo herrumbre a pardo amarillento. Pueden ser, o bien masivos, o mostrar un patrón interconectado nodular, reticulado, laminar o columnar, que encierra material no endurecido. Pueden estar fracturados o rotos. Las raíces generalmente sólo se encuentran en las fracturas verticales.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes petroplínticos están estrechamente asociados con horizontes *plínticos* y *pisoplínticos* a partir de los cuales se desarrollan. En algunos lugares los horizontes *plínticos* pueden rastrearse siguiendo capas petroplínticas, que se han formado, por ejemplo, en cortes de caminos.

11 Asiamah (2000). Desde este punto en adelante, el horizonte comenzará a endurecerse irreversiblemente.

12 Estimado a partir de datos de Varghese y Byju (1993).

La baja relación entre  $Fe_{ox}$  y  $Fe_{dith}$  separa al horizonte petroplíntico de los panes de hierro delgados, hierro de pantanos y horizontes *spódicos* endurecidos que aparecen, por ejemplo, en *Podzols*, los que además contienen una buena cantidad de materia orgánica.

## Horizonte pisoplíntico

### Descripción general

Un horizonte pisoplíntico (del latín *pisum*, guisante, y griego *plinthos*, ladrillo) contiene concreciones o nódulos que están fuertemente cementados a endurecidos por (hidr-)óxidos de Fe (y en algunos casos también de Mn).

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte pisoplíntico consiste de material *mineral* y:

1. tiene  $\geq 40\%$  del volumen ocupado por concreciones y/o nódulos fuertemente cementados a endurecidos, amarillentos, rojizos y/o negruzcos con un diámetro de  $\geq 2$  mm; y
2. no forma parte de un horizonte *petroplíntico*; y
3. tiene un espesor de  $\geq 15$  cm.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Un horizonte pisoplíntico es el resultado de un horizonte *plíntico* que se endurece en forma de nódulos o concreciones discretos. La dureza y la cantidad de nódulos o concreciones lo separa también del horizonte *férrico*. Si los nódulos o concreciones están lo suficientemente interconectados, el horizonte pisoplíntico se convierte en un horizonte *petroplíntico*.

## Horizonte plágico

### Descripción general

Un horizonte plágico (del bajo alemán *plaggen*, cepellón) es un horizonte superficial mineral negro o pardo que resulta de la actividad humana. Mayormente en suelos pobres en nutrientes de la parte noroccidental de Europa Central, desde tiempos medievales hasta la introducción de fertilizantes minerales al inicio del siglo 20, cepellones y otros materiales de tierra vegetal se usaban comúnmente como cama para el ganado. Los cepellones consisten de vegetación de céspedes, hierbas o arbustos bajos, con sus raíces y el material del suelo adherido a ellas. La mezcla de cepellones y excrementos se esparcían después en los campos. Los materiales aportados a lo largo del tiempo producían un horizonte apreciablemente engrosado (en algunos sitios con más de 100 cm de espesor) que es rico en *carbono orgánico del suelo*. La saturación de bases es típicamente baja.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte plágico es un horizonte superficial consistente de material *mineral* y:

1. tiene una clase textural arenosa, areno francosa, franco arenosa o franca, o una combinación de ellas; **y**
2. contiene *artefactos*; **y**



3. tiene colores Munsell con un brillo de  $\leq 4$  en húmedo,  $\leq 5$  en seco, y un croma de  $\leq 4$  en húmedo; **y**
4. tiene  $\geq 0.6$  % de *carbono orgánico del suelo*; **y**
5. tiene una saturación de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $< 50\%$ , a menos que el suelo haya sido encalado o fertilizado; **y**
6. aparece en tierras con superficies localmente levantadas; **y**
7. tiene un espesor de  $\geq 20$  cm.

### Identificación de campo

El horizonte plágico tiene colores parduzcos o negruzcos, relacionados con los materiales de origen. Contiene *artefactos*, pero normalmente menos de 20%. Su reacción es principalmente de ligera a fuertemente ácida. El pH puede haber aumentado debido a abonado reciente pero sin alcanzar una elevada saturación de bases. Muestra evidencias de trabajos agrícolas antiguas en su parte más baja, tales como marcas de pala o azada así como antiguas capas de labranza. Los horizontes plágicos comúnmente están por encima de suelos enterrados aunque la superficie original puede estar mezclada con los cepellones. En algunos casos, se hacen zanjas en los suelos enterrados como una forma de cultivo para mejoramiento del suelo. El límite inferior es típicamente claro.

### Características adicionales

En la mayoría de los casos la textura es arenosa o areno francosa. Franco arenosa y franca son raras. El *carbono orgánico del suelo* puede incluir carbono agregado con el cepellón. El contenido de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (extractable en ácido cítrico al 1 por ciento) en horizontes plágicos puede ser alto, con frecuencia  $\geq 0.025\%$  dentro de  $\leq 20$  cm desde la superficie del suelo. Originalmente, el horizonte plágico tiene una baja saturación de bases. Si se ha encalado o fertilizado, este criterio se omite.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

La saturación en bases baja diferencia al horizonte plágico del horizonte *térrico*. Hay solamente pocas otras características que diferencian al horizonte *térrico* y plágico entre sí. Los horizontes *térricos* generalmente tienen una reacción del suelo neutra a ligeramente alcalina ( $\text{pH}_{\text{agua}}$  normalmente  $\geq 7$ ) y pueden contener carbonatos de calcio libres. Usualmente tienen una alta actividad biológica. Algunos horizontes plágicos pueden calificarse también como horizontes *úmbricos* o hasta *mólicos*. No puede excluirse que un horizonte cumpla también los criterios del horizonte *prético*. En este caso, el edafólogo debería usar el conocimiento histórico para tomar la decisión final, para que el horizonte sea llamado plágico o *prético*.

## Horizonte plíntico

### Descripción general

Un horizonte *plíntico* (del griego *plinthos*, ladrillo) es un horizonte subsuperficial que es rico en (hidr-)óxidos de Fe (en algunos casos también de Mn), y pobre en humus. La arcilla es principalmente caolinítica, con la presencia de otros productos de intensa meteorización, tal como gibsita. El horizonte plíntico cambia irreversiblemente a una capa de nódulos o concreciones duros, o una capa continua endurecida por exposición repetida a humedecimiento y secado con libre acceso al oxígeno.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte plíntico consiste de material *mineral* y:

1. tiene en  $\geq 15\%$  del volumen, solo o en combinación:
  - a. concreciones y/o nódulos discretos que son, en estado húmedo, al menos firmes y que tienen un matiz más rojo o un croma más fuerte que el material que los rodea; **o**
  - b. concentraciones en patrones laminar, poligonal o reticulado que son, en estado húmedo, al menos firmes y que tienen un matiz más rojo o un croma más fuerte que el material que los rodea; **y**
2. uno o más de los siguientes:
  - a. tiene  $\geq 2.5\%$  (en masa) de  $Fe_{dith}$  en la fracción tierra fina; **o**
  - b. tiene  $\geq 10\%$  (en masa) de  $Fe_{dith}$  en las concreciones, los nódulos o las concentraciones; **o**
  - c. se endurece irreversiblemente por la exposición a humedecimiento y secado repetidos; **y**
3. tiene una relación entre  $Fe_{ox}$  (pH 3) y  $Fe_{dith}$  de  $< 0.1$  en la fracción tierra fina<sup>13</sup>; **y**
4. no forma parte de un horizonte *petroplíntico* o *pisoplíntico*; **y**
5. tiene un espesor de  $\geq 15$  cm.

### Identificación de campo

Un horizonte plíntico presenta concreciones o nódulos o concentraciones prominentes en patrones laminar, poligonal o reticulado. En un suelo permanentemente húmedo, muchas concreciones, nódulos o concentraciones no son duros sino firmes o muy firmes y pueden cortarse con una pala. El humedecimiento y secado repetidos generalmente los cambian irreversiblemente a concreciones o nódulos duros o un *hardpan* (*ironstone*), especialmente si también está expuesto al calor del sol, pero éstos no se endurecen irreversiblemente como resultado de un solo ciclo de secado y rehumedecimiento.

### Características adicionales

Los estudios micromorfológicos pueden revelar el grado de impregnación de la masa del suelo por (hidr-)óxidos de Fe. El horizonte plíntico con concreciones o nódulos se ha desarrollado bajo condiciones redoximórficas causadas por agua estancada y muestra propiedades *stágnicas*. El horizonte plíntico con concentraciones en patrones laminares, poligonales, o reticulares se ha desarrollado bajo condiciones oximórficas en la franja capilar del agua freática. En este caso, el horizonte plíntico muestra propiedades *gléyicas* con colores oximórficos y en muchos casos tiene por debajo un horizonte blancuzco. En muchos horizontes plínticos, ya no se presentan *condiciones reductoras* prolongadas.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Si las concreciones y nódulos del horizonte plíntico se endurecen y alcanzan  $\geq 40\%$  del volumen, el horizonte plíntico se vuelve un horizonte *pisoplíntico*. Si se endurece

13 Estimado a partir de datos de Varghese y Byju (1993).

como una hoja continua, el horizonte plíntico se convierte entonces en un horizonte *petroplíntico*.

Si las concreciones, nódulos o moteados no alcanzan el 15% del volumen, éste puede ser un horizonte *férrico*.

## Horizonte prético

### Descripción general

Un horizonte prético (del portugués *preto*, negro) es un horizonte superficial mineral que resulta de actividades humanas incluyendo la adición de carbón vegetal. Se caracteriza por su color oscuro, la presencia de *artefactos* (fragmentos de cerámica, instrumentos líticos, de hueso o de conchas, etc.) y altos contenidos de carbono orgánico, fósforo, calcio, magnesio y micronutrientes (principalmente zinc y manganeso), por regla general en contraste con los suelos naturales en las áreas circundantes. Típicamente contiene restos visibles de carbón vegetal.

Los horizontes préticos se encuentran, por ejemplo, en muchos lugares a lo largo de la cuenca del Amazonas, donde son el resultado de actividades precolombinas y han persistido durante muchos siglos a pesar de las condiciones de humedad tropical y las altas tasas de mineralización. Estos suelos con un horizonte prético son conocidos como "Terra Preta de Indio" o "Tierras Oscuras del Amazonas". Generalmente tienen altas reservas de carbono orgánico. Muchos de ellos están dominados por arcillas de baja actividad.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte prético es un horizonte superficial consistente de material *mineral* y tiene:

1. un color Munsell con un brillo de  $\leq 4$  y un croma de  $\leq 3$ , ambos en húmedo; **y**
2.  $\geq 1$  % de carbono orgánico; **y**
3. Ca más Mg intercambiables (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $\geq 2$   $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de tierra fina; **y**
4. P extractable (Mehlich-1) de  $\geq 30$   $\text{mg kg}^{-1}$ ; **y**
5. uno o más de los siguientes:
  - a.  $\geq 1$  % de *artefactos*, (en volumen, en promedio ponderado); **o**
  - b.  $\geq 1$  % de carbón vegetal, (en volumen, en promedio ponderado); **o**
  - c. evidencia de ocupación humana antigua en el paisaje circundante, p. ej. construcciones, jardines, concheros (sambaquis) u obras de tierra (geoglifos); **y**
6.  $< 25$  % (en volumen) de poros de animales, coprolitos u otros rastros de actividad animal en el suelo; **y**
7. una o más capas con un espesor combinado de  $\geq 20$  cm.

### Características adicionales

El carbón vegetal es un *artefacto* sólo si es fabricado intencionalmente por los humanos.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes préticos no muestran la actividad animal requerida para los horizontes *hórtico* e *irrágrico*. Los criterios de diagnóstico para la concentración de P en los horizontes prético y *hórtico* se basan en diferentes métodos analíticos con un menor requerimiento para el horizonte prético. No puede excluirse que un horizonte prético cumpla también los criterios del horizonte *plágico*. En este caso, el edafólogo debería usar el conocimiento histórico para tomar la decisión final, para que el horizonte sea llamado *plágico* o prético. Algunos horizontes préticos pueden calificarse también como horizontes *móllicos* o *úmbricos*.

## Horizonte protovértico

### Descripción general

Un horizonte protovértico (del griego *protou*, antes, y latín *vertere*, dar vuelta), tiene arcillas expandibles y contraíbles.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte protovértico consiste de material *mineral* y tiene:

1.  $\geq 30\%$  de arcilla; **y**
2. uno o más de los siguientes:
  - a. agregados de suelo en forma de cuña en  $\geq 10\%$  del volumen del suelo; **o**
  - b. slickensides (caras de presión con estriamientos o canales suaves que se producen por fuerzas de expansión y contracción) en  $\geq 5\%$  de las superficies de los agregados de suelo; **o**
  - c. *grietas de expansión y contracción*; **o**
  - d. un COLE de  $\geq 0.06$  promediado en toda la profundidad del horizonte; **y**
3. un espesor de  $\geq 15$  cm.

### Identificación de campo

Los agregados en forma de cuña y las caras de presión pueden no ser evidentes de inmediato si el suelo está húmedo. En algunas ocasiones hay que esperar hasta que el suelo se haya secado para decidir si están presentes. Los agregados en forma de cuña pueden ser una subestructura de bloques angulares más grandes o elementos prismáticos, los cuales deben ser examinados cuidadosamente para ver si se encuentran presentes agregados en forma de cuña.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Si la expansión y contracción es más prominente (o la capa es más gruesa), el horizonte protovértico transiciona hacia un horizonte *vértico*.

## Horizonte sálico

### Descripción general

Un horizonte *sálico* (del latín *sal*, sal) es un horizonte superficial o subsuperficial a una profundidad somera que contiene altas cantidades de sales fácilmente solubles, es decir, sales más solubles que el yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\log K_s = -4.85$  a  $25^\circ\text{C}$ ).

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte *sálico* tiene:

1. en algún momento del año, una conductividad eléctrica del extracto de saturación ( $\text{CE}_e$ ) a  $25^\circ\text{C}$  de
  - a.  $\geq 15 \text{ dS m}^{-1}$ ; **o**
  - b.  $\geq 8 \text{ dS m}^{-1}$  si el  $\text{pH}_{\text{agua}}$  del extracto de saturación es  $\geq 8.5$ ; **y**
2. en algún momento del año, un producto del espesor (en centímetros) por la  $\text{CE}_e$  a  $25^\circ\text{C}$  (en  $\text{dS m}^{-1}$ ) de  $\geq 450$ ; **y**
3. un espesor de  $\geq 15 \text{ cm}$ .

### Identificación de campo

*Salicornia*, *Tamarix* u otras plantas halófitas y cultivos tolerantes a sales son los primeros indicadores. Las capas afectadas por sales con frecuencia están esponjosas. Las sales precipitan sólo después de la evaporación de la mayor parte de la humedad del suelo; si el suelo está húmedo, puede ser que las sales no estén visibles.

Las sales pueden precipitarse en la superficie (*Solonchaks* externos) o en profundidad (*Solonchaks* internos). Una costra de sales, si está presente, es parte del horizonte *sálico*.

### Características adicionales

En suelos alcalinos carbonatados, una  $\text{CE}_e$  a  $25^\circ\text{C}$  de  $\geq 8 \text{ dS m}^{-1}$  y un  $\text{pH}_{\text{agua}}$  de  $\geq 8.5$  son muy comunes. Los horizontes sálicos pueden consistir de materiales *orgánicos* o *minerales*.

## Horizonte sómbrico

### Descripción general

Un horizonte sómbrico (del francés *sombre*, oscuro) es un horizonte subsuperficial de color oscuro que contiene humus iluvial que no está asociado con Al ni dispersado por Na.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte sómbrico consiste de material *mineral* y:

1. tiene un color Munsell con un brillo o croma en húmedo, inferior que el horizonte suprayacente; **y**
2. muestra evidencia de acumulación de humus por uno o más de los siguientes:
  - a. un mayor contenido de *carbono orgánico del suelo* respecto del horizonte suprayacente; **o**

- b. la presencia de humus iluvial sobre caras de agregados o en poros; **o**
  - c. la presencia de humus iluvial en poros visible en cortes delgados; **y**
3. no tiene una *discontinuidad lítica* en su límite superior, no está directamente por debajo de una capa con material *álbico* y no forma parte de un horizonte *nátrico* o *spódico*; **y**
  4. tiene un espesor de  $\geq 15$  cm.

### Identificación de campo

Los horizontes *sómbricos* se encuentran en suelos subsuperficiales de color oscuro, asociados con suelos frescos y húmedos, bien drenados, de mesetas y montañas altas de regiones tropicales y subtropicales. Parecen horizontes enterrados pero, en contraste con muchos de éstos, los horizontes *sómbricos* siguen aproximadamente la forma de la superficie.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes *sómbricos* pueden coincidir con horizontes *árgico*, *cámbico*, *ferrálico* o *nítico*. Los horizontes *sómbricos* pueden parecerse a horizontes *melánico* y *fúlvico* u horizontes *mólicos* o *úmbricos* enterrados. Los horizontes *spódicos* se diferencian del horizonte *sómbrico* por su CIC de la fracción arcilla mucho más alta. La parte de humus iluvial de los horizontes *nátricos* tiene un contenido de arcilla más alto, una alta saturación de Na y una estructura específica, lo que lo separa del horizonte *sómbrico*.

## Horizonte spódico

### Descripción general

Un horizonte *spódico* (del griego *spodos*, ceniza de leña) es un horizonte subsuperficial que contiene sustancias iluviales compuestas de materia orgánica y Al, o Fe iluvial. Los materiales iluviales se caracterizan por alta carga pH-dependiente, área superficial relativamente alta y elevada retención de agua.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte *spódico* consiste de material *mineral* y:

1. tiene un pH (1:1 en agua) de  $< 5.9$  en  $\geq 85\%$  del horizonte, a menos que el suelo sea cultivado; **y**
2. tiene en  $\geq 85\%$  de su 1 cm más superficial, uno o ambos de los siguientes:
  - a.  $\geq 0.5\%$  de *carbono orgánico del suelo*; **o**
  - b. un valor de la densidad óptica del extracto de oxalato (ODOE) de  $\geq 0.25$ ; **y**
3. uno o ambos de los siguientes:
  - a. tiene material *álbico* por encima que no está separado del horizonte *spódico* por una *discontinuidad lítica* y que está por encima del horizonte *spódico* ya sea directamente o por encima de un horizonte de transición que tenga un espesor de un décimo o menos del material *álbico* suprayacente, y

tiene, en  $\geq 85\%$  de sus 2.5 cm más superficiales, uno de los siguientes colores Munsell, en húmedo (muestra apelmazada y suavizada):

- ai. un matiz de 5 YR o más rojo; **o**
  - a.ii. un matiz de 7.5 YR y un brillo de  $\leq 5$  y un croma de  $\leq 4$ ; **o**
  - a.iii. un matiz de 10 YR y un brillo y un croma de  $\leq 2$ ; **o**
  - a.iv. un color 10 YR 3/1; **o**
  - a.v. un matiz de N y un brillo de  $\leq 2$ ; **o**
- b. tiene uno de los colores listados más arriba, o un color con un matiz de 7.5 YR, un brillo de  $\leq 5$  y un croma de 5 o 6, todos en húmedo (muestra apelmazada y suavizada), en  $\geq 85\%$  de sus 2.5 cm más superficiales, **y**
- tiene uno o más de los siguientes:
- bi. cementación por materia orgánica y Al con o sin Fe en  $\geq 50\%$  del horizonte y en la parte cementada una consistencia muy firme o más; **o**
  - b.ii.  $\geq 10\%$  de los granos de arena del horizonte mostrando revestimientos agrietados; **o**
  - b.iii. un subhorizonte con un valor de  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}$  de  $\geq 0.5\%$  que es  $\geq 2$  veces más alto que el valor de  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}$  más bajo de todos los horizontes minerales por encima del horizonte *spódico*; **o**
  - b.iv. un subhorizonte con un valor de ODOE de  $\geq 0.25$  que es  $\geq 2$  veces más alto que el valor de ODOE más bajo de todos los horizontes minerales por encima del horizonte *spódico*; **o**
  - b.v.  $\geq 10\%$  (en volumen) de láminas de  $Fe^{14}$  en una capa de  $\geq 25$  cm de espesor; **y**
4. no forma parte de un horizonte *nátrico*; **y**
5. si aparece debajo de material *téfrico* que cumple los requerimientos del material *álbico*: tiene una relación  $C_{py} / OC^{15}$  y una  $C_f / C_{py}$  de  $\geq 0.5$  en sus 2.5 cm más superficiales; **y**
6. tiene un espesor de  $\geq 2.5$  cm y su límite inferior en
- a. el límite inferior del subhorizonte más profundo que cumpla los criterios de diagnóstico 1 y 4 y tiene uno de los colores listados en 3; **o**
  - b. el límite inferior del subhorizonte más profundo que cumpla los criterios de diagnóstico 1 y 4 y que cumpla uno o más de los criterios listados en 3b, i – v;
- cualquiera que sea más profundo.

14 Las láminas de hierro son bandas de hierro iluvial no cementadas de espesor de  $< 2.5$  cm.

15  $C_{py}$ ,  $C_f$  y OC son C extractable en pirofosfato, C de ácidos fúlvicos y C orgánico, respectivamente (Ito et al., 1991), expresados como porcentaje de la fracción tierra fina (0-2 mm) en una base de secado en horno (105°C).

### Identificación de campo

Un horizonte *spódico* frecuentemente subyace a un material *álbico* y tiene colores negro pardusco a pardo rojizo, los cuales a menudo se desvanecen conforme aumenta la profundidad. Los horizontes *spódicos* también pueden caracterizarse por la presencia de un pan de hierro fino, o cuando están débilmente desarrollados, por la presencia de esferitas (pellets) orgánicas, o por la acumulación de Fe en forma laminar.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes *spódicos* frecuentemente están asociados con material *álbico*, al cual subyacen; puede haber un horizonte *hórtico*, *plágico*, *térrico* o *úmbrico* por encima, con o sin material *álbico*.

Los horizontes *spódicos* en materiales volcánicos pueden también exhibir propiedades *ándicas*. Los horizontes *spódicos* en otros Podzols pueden exhibir algunas características de las propiedades *ándicas*, pero normalmente tienen una mayor densidad aparente. Para propósitos de clasificación se da preferencia a la presencia de un horizonte *spódico* sobre la aparición de propiedades *ándicas*, a menos que el horizonte *spódico* esté enterrado a más de 50 cm.

Algunas capas con propiedades *ándicas* están cubiertas por eyecciones volcánicas relativamente jóvenes, de color claro, que cumplen los requerimientos del material *álbico*. En consecuencia, en algunos casos, se necesitan datos analíticos para verificar la diferencia entre capas con propiedades *ándicas* y horizontes *spódicos*, en particular las relaciones  $C_{py}$  a OC o  $C_f$  a  $C_{py}$ .

Similar a muchos horizontes *spódicos*, los horizontes *sómbricos* también contienen más materia orgánica que una capa suprayacente. Pueden diferenciarse uno de otro por la mineralogía de arcillas (la caolinita generalmente domina en horizontes *sómbricos*, mientras que la fracción arcilla de los horizontes *spódicos* contiene comúnmente cantidades significativas de vermiculita y clorita con intercapas de Al) y la mucho mayor CIC de la fracción arcilla de los horizontes *spódicos*.

Los horizontes *plínticos*, que contienen grandes cantidades de Fe acumulado, tienen menos  $Fe_{ox}$  que los horizontes *spódicos*.

## Horizonte térrico

### Descripción general

Un horizonte *térrico* (del latín *terra*, tierra) es un horizonte superficial mineral que se desarrolla a través de la adición de, por ejemplo, abonos terrosos, compost, arena de playa, loess o barro. Puede contener piedras, ordenadas y distribuidas al azar. En la mayoría de los casos, está construido gradualmente durante un largo período de tiempo. Ocasionalmente, los horizontes *térricos* son creados por una sola adición de material. Normalmente el material agregado se mezcla con el suelo superficial original.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte *térrico* es un horizonte superficial consistente de material *mineral* y:

1. tiene un color relacionado con el material de origen; **y**
2. tiene una saturación de bases (por  $NH_4OAc$  1 M, pH 7) de  $\geq 50\%$ ; **y**
3. no muestra estratificación; **y**



4. aparece en tierras con superficies localmente levantadas; **y**
5. tiene un espesor de  $\geq 20$  cm.

### Identificación de campo

Los suelos con un horizonte térrico muestran una superficie levantada que puede inferirse por observaciones de campo o a partir de registros históricos. El horizonte térrico no es homogéneo, pero los subhorizontes están completamente mezclados. Comúnmente contiene *artefactos* tal como fragmentos de cerámica, restos culturales y residuos que son típicamente muy pequeños ( $< 1$  cm de diámetro) y muy desgastados.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Pocas características diferencian al horizonte térrico del *plágico*. Los horizontes térricos comúnmente muestran una alta actividad biológica, tienen una reacción del suelo neutra a ligeramente alcalina ( $\text{pH}_{\text{agua}}$  normalmente  $\geq 7$ ) y pueden contener cal libre, mientras que los horizontes *plágicos* tienen una reacción del suelo ácida, a menos que la cal o los fertilizantes minerales hayan elevado el pH. El color del horizonte térrico está fuertemente relacionado con el material origen. Pueden observarse suelos enterrados en la base del horizonte aunque la mezcla puede oscurecer el contacto. Algunos horizontes térricos pueden calificarse como horizontes *móllicos*.

## Horizonte tiónico

### Descripción general

Un horizonte tiónico (del griego *theion*, azufre) es un horizonte subsuperficial extremadamente ácido en el cual se forma ácido sulfúrico por oxidación de sulfuros.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte tiónico tiene:

1. un  $\text{pH} < 4$  (1:1 en masa en agua, o en un mínimo de agua que permita la medición); **y**
2. uno o más de los siguientes:
  - a. moteados o revestimientos con acumulaciones de sulfatos o hidrosulfatos de hierro o aluminio; **o**
  - b. superposición directa sobre material *sulfuroso*; **o**
  - c.  $\geq 0.05\%$  (en masa) de sulfato soluble en agua; **y**
3. un espesor de  $\geq 15$  cm.

### Identificación de campo

Los horizontes tiónicos generalmente exhiben moteados o revestimientos amarillos pálidos de jarosita o pardos amarillentos de schwertmannita. La reacción del suelo es extremadamente ácida; no es raro un  $\text{pH}_{\text{agua}}$  de 3.5. Aunque principalmente están asociados con sedimentos costeros sulfurosos recientes, los horizontes tiónicos también se desarrollan en el interior en materiales *sulfurosos* que pueden estar presentes ya sea en depósitos naturales o en *artefactos* como los desechos de minas.

### Características adicionales

Los sulfatos o hidrosulfatos de hierro o aluminio comprenden jarosita, natrojarosita, schwertmannita, sideronatrita y tamarugita. Los horizontes tiónicos pueden componerse de material *orgánico* o *mineral*.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Un horizonte tiónico con frecuencia subyace a un horizonte fuertemente moteado con propiedades *stágnicas* (moteados rojizos a pardo rojizos de hidróxido de hierro y una matriz de color claro, empobrecida en Fe).

## Horizonte úmbrico

### Descripción general

Un horizonte úmbrico (del latín *umbra*, sombra) es un horizonte superficial relativamente grueso, de color oscuro, con una baja saturación de bases y un contenido de materia orgánica moderado a alto.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte úmbrico es un horizonte superficial consistente de material *mineral*. Para los criterios de diagnóstico 2 al 4, se calcula un promedio ponderado de cada valor y luego se compara con el criterio de diagnóstico, ya sea para los primeros 20 cm, o para todo el suelo mineral sobre *roca continua*, material *duro técnico* o un horizonte *críico*, *petrodúrico* o *petroplíntico* si comienza a < 20 cm de la superficie del suelo mineral. Si el horizonte úmbrico tiene subhorizontes que inicien  $\geq 20$  cm de la superficie del suelo mineral, no se calcula un promedio ponderado para esos subhorizontes; cada valor se compara separadamente con el criterio de diagnóstico. Un horizonte úmbrico tiene:

1. una estructura del suelo suficientemente fuerte como para que no sea a la vez masivo y duro o muy duro, en seco (prismas de más de 30 cm de diámetro se incluyen en el significado de masivo si no hay estructura que subdivida los prismas); y
2.  $\geq 0.6\%$  de *carbono orgánico del suelo*; **y**
3. uno o ambos de los siguientes:
  - a. en muestras ligeramente apelmazadas un color Munsell con un brillo de  $\leq 3$  en húmedo, y  $\leq 5$  en seco, y un croma de  $\leq 3$  en húmedo; **o**
  - b. todos los siguientes:
    - bi. una clase textural areno francosa o más gruesa; **y**
    - bii. en muestras ligeramente apelmazadas un color Munsell con un brillo de  $\leq 5$  y un chroma de  $\leq 3$ , ambos en húmedo; **y**
    - biii.  $\geq 2.5\%$  de *carbono orgánico del suelo*; **y**
4.  $\geq 0.6\%$  (absoluto) más *carbono orgánico del suelo* que el material parental, si está presente y tiene un color Munsell con un brillo de  $\leq 4$ , en húmedo; y

5. una saturación de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de < 50% en promedio ponderado en todo el espesor del horizonte; **y**
6. un espesor de uno de los siguientes:
  - a.  $\geq 10$  cm si está directamente por encima de *roca continua*, material *duro técnico* o un horizonte *crítico*, *petrodúrico* o *petroplántico*; **o**
  - b.  $\geq 20$  cm.

### Identificación de campo

Las principales características de campo de un horizonte úmbrico son su color oscuro y su estructura. En general, los horizontes úmbricos tienden a tener menor grado de estructura del suelo que los horizontes *mólicos*.

La mayoría de los horizontes úmbricos tienen una reacción ácida ( $\text{pH}_{\text{agua}} < 5.5$ ), lo cual normalmente representa una saturación de bases de < 50%. Un indicador adicional de la acidez es un patrón de enraizamiento horizontal somero en ausencia de una barrera física.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El requisito de saturación de bases separa al horizonte úmbrico del horizonte *mólico*, que por lo demás es muy similar. El límite superior del contenido de *carbono orgánico del suelo* es 20% que es el límite inferior del *material orgánico*.

Algunos horizontes *irrágicos* o *plágicos* pueden también calificarse como horizontes úmbricos.

## Horizonte vértico

### Descripción general

Un horizonte vértico (del latín *vertere*, dar vuelta) es un horizonte subsuperficial arcilloso que, como resultado de expansión y contracción, presenta slickensides (caras de presión con estriamientos o canales suaves) y agregados en forma de cuña.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte vértico consiste de material *mineral* y tiene:

1.  $\geq 30\%$  de arcilla; **y**
2. uno o ambos de los siguientes:
  - a. agregados de suelo en forma de cuña con un eje longitudinal inclinado entre  $\geq 10^\circ$  y  $\leq 60^\circ$  respecto de la horizontal en  $\geq 20\%$  del volumen del suelo; **o**
  - b. slickensides (caras de presión con estriamientos o canales suaves que se producen por fuerzas de expansión y contracción) en  $\geq 10\%$  de las superficies de los agregados de suelo; **y**
3. *grietas de expansión y contracción*; **y**
4. un espesor de  $\geq 25$  cm.

**Identificación de campo**

Los horizontes vérticos son arcillosos, y cuando están secos con frecuencia tienen una consistencia dura a muy dura. Es muy distintiva la presencia de superficies brillantes (*slickensides*), generalmente en ángulos agudos.

Los agregados en forma de cuña y las caras de presión pueden no ser evidentes de inmediato si el suelo está húmedo. En algunas ocasiones hay que esperar hasta que el suelo se haya secado para decidir si están presentes. Los agregados en forma de cuña pueden ser una subestructura de bloques angulares más grandes o elementos prismáticos, los cuales deben ser examinados cuidadosamente para ver si se encuentran presentes agregados en forma de cuña.

**Características adicionales**

El COLE es una medida del potencial de expansión-contracción y se define como la relación de la diferencia entre la longitud húmeda y la longitud seca de un terrón con su longitud seca:  $(L_h - L_s)/L_s$ , donde  $L_h$  es la longitud a 33 kPa de tensión y  $L_s$  la longitud en seco. En los horizontes vérticos el COLE es  $\geq 0.06$ .

**Relaciones con algunos otros diagnósticos**

Varios otros horizontes de diagnóstico también pueden tener elevados contenidos de arcilla, p. ej. los horizontes *árgico*, *nátrico* y *nítico*. Aunque algunos de estos pueden calificarse como horizontes vérticos, la mayoría carecen de las características típicas del horizonte vértico. Sin embargo, pueden estar ligados lateralmente en el paisaje con el horizonte vértico, éste último generalmente ocupando la posición más baja. La expansión-contracción de arcilla menos pronunciadas pueden indicar un horizonte *protovértico*.

## PROPIEDADES DE DIAGNÓSTICO

### Condiciones reductoras

#### Criterios de diagnóstico

Las condiciones reductoras (del latín *reducere*, reducir) muestran uno o más de los siguientes:

1. un logaritmo negativo de la presión parcial de hidrógeno (rH, calculado como  $Eh \cdot 29^{-1} + 2 \cdot pH$ ) de  $< 20$ ; **o**
2. la presencia de  $Fe^{2+}$  libre, como se ve en una superficie recientemente expuesta y suavizada de un suelo húmedo en campo por la aparición de un color rojo fuerte después de humedecer con una solución de  $\alpha, \alpha$ -dipiridilo al 0.2 por ciento en ácido acético al 10 por ciento; **o**
3. la presencia de sulfuro de hierro; **o**
4. la presencia de metano.

**Precaución:** La solución de  $\alpha, \alpha$ -dipiridilo es tóxica si es ingerida y perjudicial si se absorbe a través de la piel o se inhala. Debe ser usada con cuidado. Puede ser que no dé el fuerte color rojo si el material de suelo tiene una reacción neutra o alcalina.

### Diferencia textural abrupta

#### Descripción general

Una diferencia textural abrupta (del latín *abruptus*, abrupto) es un incremento muy marcado en el contenido de arcilla dentro de un rango limitado de profundidad.

#### Criterios de diagnóstico

Una diferencia textural abrupta requiere:

1.  $\geq 8\%$  de arcilla en la capa subyacente; **y**
2. dentro de  $\leq 5$  cm, uno de los siguientes:
  - a. por lo menos duplicar el contenido de arcilla si la capa suprayacente tiene  $< 20\%$  de arcilla; **o**
  - b.  $\geq 20\%$  (absoluto) de incremento en el contenido de arcilla si la capa suprayacente tiene  $\geq 20\%$  de arcilla.

### Discontinuidad lítica

#### Descripción general

Las discontinuidades líticas (del griego *lithos*, piedra, y latín *continuare*, continuar) son diferencias significativas en la distribución por tamaño de partículas o la mineralogía que representan diferencias en el material parental dentro de un suelo. Una discontinuidad lítica también puede denotar una diferencia de edad. Los diferentes estratos pueden tener la misma o diferente mineralogía.

### Criterios de diagnóstico

Cuando se comparan capas directamente superpuestas, una discontinuidad lítica requiere uno o más de los siguientes:

1. una diferencia abrupta en la distribución por tamaño de partículas que no está asociada únicamente con un cambio en el contenido de arcilla resultante de edafogénesis; **o**
2. ambos de los siguientes:
  - a. una o más de las siguientes, calculadas para los respectivos contenidos en la fracción tierra fina:
    - ai. una diferencia de  $\geq 25\%$  en la relación entre arena gruesa y arena media, y una diferencia de  $\geq 5\%$  (absoluto) en el contenido de arena gruesa y/o arena media; **o**
    - a.ii. una diferencia de  $\geq 25\%$  en la relación entre arena gruesa y arena fina, y una diferencia de  $\geq 5\%$  (absoluto) en el contenido de arena gruesa y/o arena fina; **o**
    - a.iii. una diferencia de  $\geq 25\%$  en la relación entre arena media y arena fina, y una diferencia de  $\geq 5\%$  (absoluto) en el contenido de arena media y/o arena fina; **y**
  - b. las diferencias no resultan de la variación original dentro del material parental en la forma de una distribución en parches de diferentes fracciones de tamaño de partícula dentro de una capa; **o**
3. fragmentos de roca que no tienen la misma litología que la *roca continua* subyacente; **o**
4. una capa que contiene fragmentos de roca sin corteza de meteorización por encima de una capa con rocas con corteza de meteorización; **o**
5. una capa con fragmentos de roca angulares por encima o por debajo de una capa con fragmentos de roca redondeados; **o**
6. una capa con un contenido mayor de fragmentos gruesos por encima de una capa con menor contenido de fragmentos gruesos; **o**
7. diferencias abruptas de color que no son resultado de edafogénesis; **o**
8. diferencias marcadas en tamaño y forma de minerales resistentes entre capas superpuestas (demostrado por métodos micromorfológicos o mineralógicos); **o**
9. diferencias en los cocientes  $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$  de la fracción arena por un factor de 2.

### Características adicionales

En algunos casos, una discontinuidad lítica puede sugerirse por uno de los siguientes: una línea horizontal de fragmentos de roca (línea de roca) por encima y por debajo de capas con menores cantidades de fragmentos de roca, o un porcentaje decreciente de fragmentos de roca conforme aumenta la profundidad. Por otro lado la acción de

ordenamiento de fauna pequeña como termitas puede producir efectos similares en lo que inicialmente había sido un material parental líticamente uniforme.

El criterio de diagnóstico 2 es ilustrado por el siguiente ejemplo:

Capa 1: 20% arena gruesa, 10% arena media --> relación arena gruesa a arena media: 2.

Capa 2: 15% arena gruesa, 10% arena media --> relación arena gruesa a arena media: 1.5.

Diferencia entre relaciones: 25%

Diferencia en los contenidos de arena gruesa (absoluta): 5%

Diferencia en los contenidos de arena media (absoluta): 0

Resultado: entre las dos capas, existe una discontinuidad lítica.

Generalmente la fórmula para calcular las diferencias entre relaciones es:

$$\text{ABS}(\text{relación}_i - \text{relación}_{i+1}) / \text{MAX}(\text{relación}_i, \text{relación}_{i+1}) * 100$$

## Grietas de expansión y contracción

### Descripción general

Las grietas de expansión y contracción se abren y cierran debido a la contracción y expansión de minerales de arcilla con un contenido de agua cambiante del suelo. Pueden ser evidentes sólo cuando el suelo está seco. Éstas controlan la infiltración y percolación de agua, incluso si están rellenas con material de la superficie.

### Criterios de diagnóstico

Las grietas de expansión y contracción:

1. se abren y cierran con el contenido de agua cambiante del suelo; y
2. tienen  $\geq 0.5$  cm de ancho, cuando el suelo está seco, con o sin rellenos de materiales de la superficie.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Se hace referencia a las grietas de expansión y contracción en los criterios de diagnóstico del horizonte *protovértico*, el horizonte *vértico* y en la Clave para los Grupos de Suelos de Referencia (donde se hace referencia a sus requerimientos de profundidad).

## Lenguas albelúvicas

### Descripción general

El término lenguas albelúvicas (del latín *albus*, blanco, y *eluere*, lavar, y griego *glossa*, lengua) es connotativo de penetraciones de material empobrecido en arcilla y Fe dentro de un horizonte *árgico*. Las lenguas albelúvicas aparecen a lo largo de las superficies de los agregados formando lenguas verticales continuas. En cortes horizontales éstas exhiben un patrón poligonal.

### Criterios de diagnóstico

Las lenguas albelúvicas se refieren a una combinación de partes fuertemente coloreadas y partes ligeramente coloreadas dentro de la misma capa, con todos los siguientes:

1. las partes fuertemente coloreadas pertenecen a un horizonte *árgico*; **y**
2. las partes ligeramente coloreadas consisten de material *álbico*; **y**
3. las partes fuertemente coloreadas tienen, comparadas con las partes ligeramente coloreadas, los siguientes colores Munsell, en húmedo:
  - a. un matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo; **o**
  - b. un brillo  $\geq 1$  unidad más bajo; **o**
  - c. un croma  $\geq 1$  unidad más alto; **y**
4. el contenido de arcilla de las partes fuertemente coloreadas es más alto comparado con las partes ligeramente coloreadas, como se especifica para el horizonte *árgico*; **y**
5. las partes ligeramente coloreadas tienen una mayor profundidad que anchura, con las siguientes dimensiones horizontales:
  - a.  $\geq 0.5$  cm en horizontes *árgicos* que tienen una clase textural arcillosa o arcillo limosa; **o**
  - b.  $\geq 1$  cm en horizontes *árgicos* que tienen una clase textural limosa, franco limosa, franco-arcillo limosa, franca, franco arcillosa o arcillo arenosa; **o**
  - c.  $\geq 1.5$  cm en horizontes *árgicos* con otras clases texturales; **y**
6. las partes ligeramente coloreadas comienzan en el límite superior del horizonte *árgico* y son continuas hasta una profundidad de  $\geq 10$  cm por debajo del límite superior del horizonte *árgico*; **y**
7. las partes ligeramente coloreadas ocupan áreas  $\geq 10$  y  $\leq 90\%$  en ambos cortes vertical y horizontal, dentro de los primeros 10 cm del horizonte *árgico*; **y**
8. no ocurren dentro de una capa de arado.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las lenguas albelúvicas son un caso especial de propiedades *réticas*. En las propiedades *réticas* las partes ligeramente coloreadas pueden ser más delgadas y no son necesariamente continuas verticalmente. Las propiedades *réticas* también pueden presentarse en horizontes *nátricos* mientras que las lenguas albelúvicas sólo se definen en horizontes *árgicos*. El horizonte *árgico* dentro del cual las lenguas penetran puede también cumplir los criterios diagnósticos de un horizonte *frágico*. El horizonte *árgico* tiene por encima una capa con material *álbico* o un horizonte *cámbico* o una capa de arado.



## Propiedades ándicas

### Descripción general

Las propiedades ándicas (del japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo) resultan de meteorización moderada principalmente de depósitos piroclásticos. La presencia de minerales de bajo grado de ordenamiento y/o complejos órgano-metálicos es característica de las propiedades ándicas. Estos minerales y complejos son comúnmente parte de la secuencia de meteorización en depósitos piroclásticos (material de suelo *téfrico* › propiedades *vítricas* › propiedades *ándicas*). Sin embargo, las propiedades ándicas con complejos órgano-metálicos pueden formarse también en materiales no piroclásticos ricos en silicatos en temperaturas frías y climas húmedos.

Las propiedades ándicas pueden encontrarse en la superficie del suelo o en la parte subsuperficial, comúnmente apareciendo como capas. Muchas capas superficiales con propiedades ándicas contienen una elevada cantidad de materia orgánica ( $\geq 5\%$ ), son comúnmente muy oscuras (colores Munsell con brillo y croma, húmedo, de  $\leq 3$ ), tienen una macroestructura esponjosa y, en algunas partes, una consistencia deslizante. Tienen una baja densidad aparente y comúnmente una textura franco limosa o más fina. Las capas superficiales ándicas ricas en materia orgánica pueden ser muy gruesas, con un espesor de  $\geq 50$  cm en algunos suelos. Las capas ándicas subsuperficiales generalmente son de un color algo más claro.

Las capas ándicas pueden tener diferentes características, dependiendo del tipo de proceso de meteorización dominante actuando sobre el material de suelo. Pueden exhibir tixotropía, es decir, el material de suelo cambia, bajo presión o por frotamiento, de un sólido plástico a un estado licuado y vuelve a la condición sólida. En climas perhúmedos, las capas ándicas ricas en humus pueden contener más de dos veces el contenido de agua de muestras que se han secado en estufa y rehumedecido (característica *hídrica*).

Se reconocen dos tipos principales de propiedades ándicas: uno en el cual predominan el alófana y minerales similares (el tipo *silándico*); y otro en el cual predomina Al formando complejos con ácidos orgánicos (el tipo *aluándico*). La propiedad silándica típicamente da una reacción del suelo fuertemente ácida a neutra y muestra un color un poquito más claro, mientras que la propiedad aluándica da una reacción del suelo extremadamente ácida a ácida y un color negruzco.

### Criterios de diagnóstico

Las propiedades ándicas<sup>16</sup> requieren:

1. un valor  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}$  de  $\geq 2\%$ ; **y**
2. una densidad aparente<sup>17</sup> de  $\leq 0.9$  kg dm<sup>-3</sup>; **y**
3. una retención de fosfato de  $\geq 85\%$ ; **y**

### Identificación de campo

Las propiedades ándicas pueden identificarse usando la prueba de campo de fluoruro de sodio de Fieldes y Perrott (1966). Un pH en NaF de  $\geq 9.5$  indica alófana y/o complejos órgano-aluminio en suelos libres de carbonatos. La prueba es indicativa para la mayoría de las capas con propiedades ándicas, excepto para aquellas muy ricas en

16 Adaptado según Shoji et al., 1996, y Takahashi, Nanzyo y Shoji, 2004.

17 Para la densidad aparente, el volumen se determina después que una muestra de suelo sin secar se desorbe a 33 kPa (sin secado previo) y luego se pesa secado en estufa (ver Anexo 2).

materia orgánica. Sin embargo, la misma reacción ocurre en horizontes *spódicos* y en ciertas arcillas ácidas que son ricas en minerales de arcilla con intercapas de Al.

### Características adicionales

Las propiedades ándicas pueden dividirse en propiedades silándicas y aluándicas. Las propiedades silándicas muestran un contenido de  $Si_{ox}$  de  $\geq 0.6\%$  o un  $Al_{py}/Al_{ox}$  de  $< 0.5$ ; las propiedades aluándicas muestran un contenido de  $Si_{ox}$  de  $< 0.6\%$  y un  $Al_{py}/Al_{ox}$  de  $\geq 0.5$ . Las propiedades transicionales alusilándicas muestran un contenido de  $Si_{ox}$  entre  $\geq 0.6$  y  $< 0.9\%$  y un  $Al_{py}/Al_{ox}$  entre  $\geq 0.3$  y  $< 0.5$  (Poulenard y Herbillon, 2000) y son considerados como un caso especial de propiedades silándicas.

Las capas superficiales no cultivadas, ricas en materia orgánica, con propiedades silándicas típicamente tienen un  $pH_{agua}$  de  $\geq 4.5$ , mientras que las capas superficiales no cultivadas con propiedades aluándicas y ricas en materia orgánica, típicamente tienen un  $pH_{agua}$  de  $< 4.5$ . Generalmente, el  $pH_{agua}$  en capas silándicas subsuperficiales es  $\geq 5$ .

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades *vítricas* se distinguen de las propiedades ándicas por un menor grado de meteorización. Esto se evidencia típicamente por la presencia de vidrio volcánico y usualmente una menor cantidad de minerales de bajo grado de ordenamiento edafogenético y/o complejos órgano-metálicos, como se caracteriza por una menor cantidad de  $Al_{ox}$  y  $Fe_{ox}$ , una mayor densidad aparente, o por una menor retención de fosfato.

Los horizontes *spódicos*, que también contienen complejos de sesquióxidos y sustancias orgánicas, pueden también exhibir propiedades ándicas. Las propiedades ándicas también pueden estar presentes en horizontes *chérnicos*, *móllicos* o *úmbricos*.

## Propiedades ántricas

### Descripción general

Las propiedades ántricas (del griego *anthropos*, ser humano) se aplican a algunos suelos cultivados con horizontes *móllicos* o *úmbricos*. Algunos de ellos son horizontes *móllico* o *úmbrico* naturales alterados. Pero algunos de los horizontes *móllicos* con propiedades ántricas son horizontes *úmbricos* naturales transformados en *móllicos* por abonado y fertilización. Incluso horizontes superficiales someros de color claro y pobres en humus pueden ser transformados en horizontes *úmbricos* o incluso *móllicos* debido al cultivo prolongado (arado, enclado, fertilización, etc.). En este caso el suelo tiene muy poca actividad biológica la cual es muy poco frecuente especialmente para los suelos con horizontes *móllicos*.

### Criterios de diagnóstico

Las propiedades ántricas<sup>18</sup>:

1. aparecen en suelos con un horizonte *móllico* o *úmbrico*; **y**
2. muestran evidencia de disturbio humano por uno o más de los siguientes:
  - a. un límite inferior abrupto a la profundidad de arado y evidencia de mezclado de capas de material de suelo más ricas en humus y más pobres en humus, debido a la labranza; **o**

18 Modificado según Krogh y Greve (1999).

- b. fragmentos de cal aplicada; **o**
  - c.  $\geq 1.5 \text{ g kg}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  soluble en ácido cítrico al 1 por ciento; y
3. muestran  $< 5\%$  (en volumen) de poros de animales, coprolitos u otros rastros de actividad animal en el suelo:
- a. en una profundidad entre 20 y 25 cm desde la superficie del suelo, si el suelo no está arado; o
  - b. en un rango de profundidad de 5 cm por debajo de la capa arada.

### Identificación de campo

Los signos de mezclado por labranzas, evidencias de encalado (p. ej. restos de pedazos de cal aplicada), el color oscuro y la casi absoluta ausencia de rastros de actividad animal en el suelo son los principales criterios para reconocerlas.

La incorporación de materiales ricos en humus puede ser identificada a simple vista, usando una lupa de mano de 10x o usando cortes delgados, dependiendo del grado de fragmentación/dispersión del material rico en humus. El material rico en humus incorporado típicamente está débilmente unido al material pobre en humus, lo cual se manifiesta por los granos de limo o arena no revestidos en una matriz más oscura en toda la capa mezclada.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades ánticas son una característica adicional de algunos horizontes *móllicos* o *úmbrico*. Los horizontes *chérnico*s normalmente muestran una actividad animal más alta y no tienen propiedades ánticas.

## Propiedades áridicas

### Descripción general

El término propiedades áridicas (del latín *aridus*, seco) combina un número de propiedades que son comunes en horizontes superficiales de suelos que aparecen bajo condiciones áridas, las cuales pueden aparecer bajo cualquier régimen de temperatura desde muy caliente hasta muy frío, y donde la edafogénesis excede la nueva acumulación en la superficie del suelo por actividad eólica o aluvial.

### Criterios de diagnóstico

Las propiedades áridicas requieren:

1. un contenido de *carbono orgánico del suelo*, calculado como un promedio ponderado en los primeros 20 cm del suelo o hasta el techo de un horizonte de diagnóstico subsuperficial, una capa cementada o endurecida, o hasta *roca continua* o material *duro técnico*, lo que sea más somero; que cumpla uno de los siguientes:
  - a.  $< 0.2\%$ ; **o**
  - b.  $< 0.6\%$  si la clase textural en la fracción tierra fina es franco arenosa o más fina; **o**

- c.  $< 1\%$  si el suelo es inundado periódicamente o si tiene una  $CE_e$  a  $25\text{ }^\circ\text{C}$  de  $\geq 4\text{ dS m}^{-1}$  en algún lugar dentro de  $\leq 100\text{ cm}$  de la superficie del suelo; **y**
2. evidencia de actividad eólica en una o más de las formas siguientes:
  - a. la fracción arena en alguna capa en los primeros  $20\text{ cm}$  del suelo o en el material eólico relleno de grietas contiene partículas de arena redondeadas o subangulares que muestran una superficie mate (usando una lupa de mano de  $10\times$ ); estas partículas constituyen  $\geq 10\%$  de la fracción media y más gruesa de arena; **o**
  - b. fragmentos de roca cuya forma está dada por el viento ("ventifactos") en la superficie; **o**
  - c. aeroturbación (por ejemplo, estratificación entrecruzada) en alguna capa en los primeros  $20\text{ cm}$  del suelo; **o**
  - d. evidencia de erosión eólica; **o**
  - e. evidencia de depositación eólica en alguna capa en los primeros  $20\text{ cm}$  del suelo; **y**
3. muestras rotas y apelmazadas tienen un color Munsell con un brillo de  $\geq 3$  en húmedo y  $\geq 5$  en seco, y un croma de  $\geq 2$  en húmedo en los primeros  $20\text{ cm}$  del suelo o hasta el límite superior de un horizonte de diagnóstico subsuperficial, una capa cementada o endurecida o hasta *roca continua* o material *duro técnico*, lo que sea más somero; **y**
4. una saturación de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc } 1\text{ M}$ ,  $\text{pH } 7$ ) de  $\geq 75\%$  en los primeros  $20\text{ cm}$  del suelo o hasta el límite superior de un horizonte de diagnóstico subsuperficial, una capa cementada o endurecida o hasta *roca continua* o material *duro técnico*, lo que sea más somero.

#### **Características adicionales**

La presencia de minerales de arcilla aciculares (en forma de aguja) (p. ej. sepiolita y palygorskita) en suelos se considera connotativa de un ambiente de desierto, pero no ha sido reportada en todos los suelos de desierto. Esto puede deberse ya sea al hecho de que en condiciones áridas las arcillas aciculares no se producen sino que sólo se preservan, siempre que ellas existan en el material originario o en el polvo que cae sobre el suelo, o a que, en algunos ambientes de desierto, no ha habido suficiente meteorización como para producir cantidades detectables de minerales de arcilla secundaria.

## Propiedades géricas

### Descripción general

Las propiedades *géricas* (del griego *geraios*, viejo) se refieren a material mineral de suelo que tiene una suma de bases intercambiables más Al intercambiable muy baja o incluso actúa como un intercambiador aniónico.

### Criterios de diagnóstico

Las propiedades *géricas* requieren una o ambas de las siguientes:

1. una suma de bases intercambiables (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) más Al intercambiable (en KCl 1 M, sin buffer) de  $< 1.5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla; o
2. un delta pH ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  menos  $\text{pH}_{\text{agua}}$ ) de  $\geq +0.1$ .

## Propiedades gléyicas

### Descripción general

Los materiales de suelo desarrollan propiedades gléyicas (del ruso *gley*, masa de suelo lodosa) si están saturados con agua freática (o estuvieron saturados en el pasado, si ahora están drenados) por un período que permita la aparición de *condiciones reductoras* (esto puede variar de unos pocos días en los trópicos a unas pocas semanas en otras áreas). Sin embargo, pueden presentarse propiedades gléyicas en una capa arcillosa sobre una capa arenosa, incluso sin la influencia de agua freática. En algunos suelos con propiedades gléyicas, las *condiciones reductoras* son causadas por gases como el metano o el dióxido de carbono que se mueven en dirección ascendente dentro del suelo.

### Criterios de diagnóstico

Las propiedades gléyicas comprenden uno de los siguientes:

1. una capa que tiene  $\geq 95\%$  (área expuesta) de colores, considerados como reductimórficos, que tienen:
  - a. un color Munsell con un matiz de N, 10Y, GY, G, BG, B, PB, en húmedo; **o**
  - b. un color Munsell con un matiz de 2.5 Y o 5 Y y un croma de  $\leq 2$ , en húmedo; **o**
2. una capa con  $> 5\%$  (área expuesta) de moteados, cuyos colores son considerados como oximórficos, que:
  - a. se encuentran predominantemente alrededor de los canales de las raíces y, si hay agregados presentes, predominantemente en o cerca de las superficies de los agregados; **y**
  - b. tienen, en húmedo, un color Munsell con un matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo que el material circundante y un croma  $\geq 1$  unidad más alta que el material circundante; **o**
3. una combinación de dos capas: una capa que cumple el criterio de diagnóstico 2 y una capa directamente subyacente que cumple el criterio de diagnóstico 1.

### Identificación de campo

Las propiedades gléyicas resultan de un gradiente redox entre el agua freática y la franja capilar, causando una distribución desigual de (hidr-)óxidos de hierro o manganeso. En la parte inferior del suelo y/o dentro de los agregados, los óxidos se transforman en compuestos insolubles de Fe/Mn(II) o son translocados; ambos procesos llevan a la ausencia de colores Munsell con un matiz más rojo que 2.5Y. Los compuestos de Fe y Mn translocados pueden concentrarse en forma oxidada (Fe[III], Mn[IV]) sobre caras de agregados o en bioporos (canales de raíces herrumbrosos), y hacia la superficie aún en la matriz. Las concentraciones de manganeso pueden reconocerse por fuerte efervescencia usando una solución de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 10 por ciento.

Los colores reductimórficos reflejan condiciones permanentemente saturadas de agua. En material franco y arcilloso, dominan los colores azul-verde debido a hidroxisales de Fe (II, III) (herrumbre verde). Si el material es rico en azufre (S), predominan los colores negruzcos debido a los sulfuros de hierro coloidales tal como greigita o mackinawita (fácilmente reconocibles por el olor después de aplicar HCl 1 M). En material calcáreo, los colores blancuzcos son dominantes debido a la calcita y/o siderita. Las arenas generalmente son de color gris claro a blanco y con frecuencia también empobrecidas en Fe y Mn. Los colores verde azulado y negro son inestables y con frecuencia se oxidan a pardo rojizo a las pocas horas de exposición al aire. La parte superior de una capa reductimórfica puede mostrar hasta 5% de colores de óxido, principalmente alrededor de canales de animales cavadores o raíces de las plantas.

Los colores oximórficos reflejan condiciones oxidantes, como en la franja capilar y en los horizontes superficiales de suelos con niveles de agua freática fluctuante. Colores específicos indican ferrihidrita (pardo rojizo), goethita (pardo amarillento brillante), lepidocrocita (naranja), schwertmannita (naranja oscuro), y jarosita (amarillo pálido). En suelos francos y arcillosos, los óxidos/hidróxidos de hierro se concentran sobre las superficies de los agregados y las paredes de poros grandes (p. ej. antiguos canales de raíces).

En la mayoría de los casos, una capa que cumple el criterio de diagnóstico 2 sobreyace a una capa que cumple el criterio 1. Muchos suelos permanentemente inundados (agua dulce o agua salada) y suelos de mareas tienen sólo una capa que cumple los criterios de diagnóstico 1 y no tienen una capa que cumpla el criterio 2.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades gléyicas difieren de las *propiedades stágnicas*. Las propiedades gléyicas son causadas por un agente reductor que se mueve en dirección ascendente (principalmente agua freática), llevando así a una capa subyacente fuertemente reducida y a una capa suprayacente con colores oximórficos cerca de las superficies de los agregados. (En algunos suelos, sólo una de estas capas está presente). Las *propiedades stágnicas* son causadas por estancamiento de un agente reductor infiltrando (principalmente agua de lluvia), la cual lleva a una capa suprayacente reducida y a una capa subyacente con colores oximórficos al interior de los agregados. (En algunos suelos, sólo una de estas capas está presente).

### Propiedades protocálcicas

#### Descripción general

Propiedades protocálcicas (del griego *protou*, antes, y latín *calx*, cal) se refiere a carbonatos que provienen de la solución del suelo y han precipitado en el suelo. Éstos no pertenecen al material parental del suelo o a otros orígenes tales como el polvo. Estos

carbonatos son llamados carbonatos secundarios. Para ser propiedades protocálcicas, éstos deben ser permanentes y estar presentes en cantidades significativas.

### **Criterios de diagnóstico**

Las propiedades protocálcicas se refieren a las acumulaciones de carbonato de calcio que muestran uno o más de los siguientes:

1. rompen la estructura o fábrica del suelo; **o**
2. ocupan  $\geq 5\%$  del volumen del suelo con masas, nódulos, concreciones o agregados esferoidales (*ojos blancos*) que son blandos y polvorientos cuando están secos; **o**
3. cubren con revestimientos blandos  $\geq 50\%$  de las caras estructurales, las superficies de los poros o las caras inferiores de fragmentos de roca o fragmentos cementados, suficientemente gruesos para ser visibles en húmedo.
4. forman filamentos permanentes (*pseudomicelia*).

### **Características adicionales**

Las acumulaciones de carbonatos secundarios solamente califican como propiedades protocálcicas si son permanentes y no aparecen y desaparecen con condiciones de humedad cambiantes. Esto puede ser verificado esparciendo algo de agua.

### **Relaciones con algunos otros diagnósticos**

Las acumulaciones de carbonatos secundarios más fuertes pueden calificar para un horizonte *cálcico* o, si están cementadas o endurecidas, para un horizonte *petrocálcico*. El material *calcáreo* se refiere a carbonatos primarios.

## **Propiedades réticas**

### **Descripción general**

Las propiedades réticas (del latín *rete*, red) describen las interdigitaciones de material *álbico* de textura más gruesa hacia un horizonte *árgico* o *nátrico* de textura más fina. El material *álbico* de textura más gruesa que interdigita se caracteriza por una remoción parcial de las arcillas y los óxidos de hierro libres. También puede haber material *álbico* de textura más gruesa que cae de un horizonte suprayacente dentro de grietas en el horizonte *árgico* o *nátrico*. El material *álbico* interdigitado se encuentra como intercalaciones blanquecinas verticales y horizontales en las caras y bordes de los agregados de suelo.

### **Criterios de diagnóstico**

Las propiedades réticas se refieren a una combinación de partes fuertemente coloreadas y partes ligeramente coloreadas dentro de la misma capa, con todos los siguientes:

1. las partes fuertemente coloreadas pertenecen a un horizonte *árgico* o *nátrico*; **y**
2. las partes ligeramente coloreadas consisten de material *álbico*; **y**
3. las partes fuertemente coloreadas tienen, comparadas con las partes ligeramente coloreadas, los siguientes colores Munsell, en húmedo:
  - a. un matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo; **o**

- b. un brillo  $\geq 1$  unidad más bajo; **o**
  - c. un croma  $\geq 1$  unidad más alta; **y**
4. el contenido de arcilla de las partes fuertemente coloreadas es más alto comparado con las partes ligeramente coloreadas, como se especifica para los horizontes *árgico* o *nátrico*; **y**
  5. las partes ligeramente coloreadas tienen  $\geq 0.5$  cm de espesor; **y**
  6. las partes ligeramente coloreadas comienzan en el límite superior de un horizonte *árgico* o *nátrico*; **y**
  7. las partes ligeramente coloreadas ocupan áreas  $\geq 10$  y  $\leq 90\%$  en ambos cortes vertical y horizontal, dentro de los primeros 10 cm del horizonte *árgico* o *nátrico*; **y**
  8. no aparecen dentro de una capa de arado.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades réticas incluyen el caso especial de *lenguas albelúvicas*. Los horizontes *árgico* o *nátrico* que exhiben propiedades réticas pueden también cumplir los requerimientos de un horizonte *frágico*. Una capa con propiedades réticas puede también exhibir propiedades *stágnicas* con o sin *condiciones reductoras*. La capa con las propiedades réticas tiene por encima una capa con material *álbico* o un horizonte *cámbico* o una capa de arado.

### Propiedades siderálicas

#### Descripción general

Las propiedades siderálicas (del griego *sideros*, hierro, y latín *alumen*, alumbre) se refieren a material mineral de suelo que tiene una CIC relativamente baja.

#### Criterios de diagnóstico

Las propiedades siderálicas aparecen en alguna capa subsuperficial y requieren uno o ambos de los siguientes:

1. una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla; **o**
2. ambos de los siguientes:
  - a. una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $< 4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  suelo; **y**
  - b. un color Munsell con un croma de  $\geq 5$ , en húmedo.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades siderálicas también se presentan en horizontes *ferrálicos* y en materiales del suelo que cumplen con los requerimientos de un horizonte *ferrálico* con excepción de la textura.



## Propiedades stágnicas

### Descripción general

Los materiales de suelo desarrollan propiedades stágnicas (del latín *stagnare*, inundar) si están, al menos temporalmente, saturados con agua superficial (o estuvieron saturados en el pasado, si ahora están drenados) por un período lo suficientemente largo como para permitir que ocurran *condiciones reductoras* (esto puede variar de unos pocos días en los trópicos a unas pocas semanas en otras áreas). En algunos suelos con propiedades stágnicas, las *condiciones reductoras* son causadas por la intrusión de otros líquidos, como gasolina.

### Criterios de diagnóstico

Las propiedades stágnicas comprenden uno de los siguientes:

1. una capa moteada con dos o más colores y uno o ambos de los siguientes:
  - a. moteados y/o concreciones y/o nódulos, cuyos colores son considerados como oximórficos, y que:
    - ai. están, si hay agregados presentes, predominantemente dentro de los agregados; **y**
    - a.ii. son negros, rodeados de material de color más claro, o tienen, en húmedo, un color Munsell con un matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo que el material circundante y un croma  $\geq 1$  unidad más alta que el material circundante; **o**
  - b. partes, cuyos colores son considerados como reductimórficos, que:
    - bi. se encuentran predominantemente alrededor de los canales de raíces y, si hay agregados presentes, predominantemente en o cerca de las superficies de los agregados; y
    - b.ii. tienen, en húmedo, un color Munsell con un brillo  $\geq 1$  unidad más alta que el material circundante y un croma  $\geq 1$  unidad más baja que el material circundante; **o**
2. una capa con material *álbico*, cuyo color es considerado como reductimórfico, por encima de una *diferencia textural abrupta*; **o**
3. una combinación de dos capas: una capa con *material álbico*, cuyo color es considerado como reductimórfico, y una capa moteada directamente subyacente con un patrón de color como se especifica en el criterio de diagnóstico 1.

### Características adicionales

Las propiedades stágnicas resultan de una reducción de (hidr-)óxidos de hierro y/o manganeso alrededor de los poros más grandes. El Mn y Fe movilizados pueden ser relavados lateralmente resultando en un material *álbico* (especialmente en la parte superior de un perfil que en muchos suelos es de textura más gruesa) o puede migrar hacia el interior de los agregados donde son reoxidados (especialmente en la parte baja del perfil).

Si las propiedades stágnicas están débilmente expresadas, los colores reductimórficos y oximórficos cubren solamente algunas partes del volumen del suelo, y las otras partes

muestran el color original que prevalecía en el suelo antes de que comenzaran los procesos redox. Si las propiedades stágnicas están fuertemente expresadas, todo el volumen del suelo muestra colores ya sean reductimórficos u oximórficos. En el último caso, los requerimientos de croma del criterio 1a y 1b suman a una diferencia de dos unidades.

### **Relaciones con algunos otros diagnósticos**

Las propiedades stágnicas difieren de las propiedades *gléyicas*. Las propiedades stágnicas son causadas por estancamiento de un agente reductor infiltrando (principalmente agua de lluvia), lo cual lleva a una capa suprayacente reducida y una capa subyacente con colores oximórficos al interior de los agregados. (En algunos suelos, sólo una de estas capas está presente). Las propiedades *gléyicas* son causadas por un agente reductor ascendente (principalmente agua fréatica), llevando así a una capa subyacente fuertemente reducida y a una capa suprayacente con colores oximórficos cerca de las superficies de los agregados. (En algunos suelos, sólo una de estas capas está presente).

## **Propiedades takíricas**

### **Descripción general**

Las propiedades takíricas (de las lenguas turcas *takyr*, tierra yerma) se relacionan con una capa superficial de textura pesada que comprende una costra superficial y una estructura laminar o masiva. Aparecen bajo condiciones áridas en suelos periódicamente inundados.

### **Criterios de diagnóstico**

Las propiedades takíricas muestran:

1. propiedades *arídicas*; **y**
2. una costra superficial que tiene todos los siguientes:
  - a. suficiente espesor de modo que no se enrosque completamente al secarse;  
**y**
  - b. grietas poligonales de  $\geq 2$  cm de profundidad cuando el suelo está seco; **y**
  - c. una clase textural franco arcillosa, franco arcillo-limosa o arcillosa; **y**
  - d. consistencia muy dura en seco, y consistencia plástica o muy plástica **y** adhesiva o muy adhesiva en húmedo; **y**
  - e. una conductividad eléctrica (CEe) del extracto de saturación de  $< 4 \text{ dS m}^{-1}$ , o menos que la de la capa directamente debajo de la costra superficial; **y**
  - f. una estructura laminar o masiva.

### **Identificación de campo**

Las propiedades takíricas ocurren en depresiones en regiones áridas, donde el agua superficial, rica en arcilla y limo pero relativamente baja en sales solubles, se acumula y causa una lixiviación de las sales de los horizontes superficiales. Esto causa la dispersión de arcilla y la formación de una costra gruesa, compacta, de textura fina con grietas poligonales prominentes al secarse. La costra con frecuencia contiene  $\geq 80\%$  de arcilla y limo.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades takíricas aparecen en asociación con muchos horizontes de diagnóstico, siendo los más importantes el horizonte *nátrico*, *sálico*, *gípsico*, *cálcico* y *cámbico*. La baja conductividad eléctrica y bajo contenido de sales de las propiedades takíricas las separan del horizonte *sálico*.

### Propiedades vítricas

#### Descripción general

Las propiedades vítricas (del latín *vitrum*, vidrio) se aplican a capas con vidrio volcánico y otros minerales primarios derivados de eyecciones volcánicas y que contienen una cantidad limitada de minerales de bajo grado de ordenamiento o complejos órgano-metálicos.

#### Criterios de diagnóstico

Las propiedades vítricas<sup>19</sup> requieren:

1.  $\geq 5\%$  (por recuento de granos) de vidrio volcánico, agregados vítreos y otros minerales primarios revestidos de vidrio, en la fracción  $\geq 0.02$  y  $\leq 2$  mm; **y**
2. un valor  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}$  de  $\geq 0.4\%$ ; **y**
3. una retención de fosfato de  $\geq 25\%$ .

#### Identificación de campo

Las propiedades vítricas pueden aparecer en una capa superficial. Sin embargo, también pueden aparecer bajo algunas decenas de centímetros de depósitos piroclásticos recientes. Las capas con propiedades vítricas pueden tener una cantidad apreciable de materia orgánica. Las fracciones arena y limo grueso de capas con propiedades vítricas tienen una cantidad significativa de vidrio volcánico, agregados vítreos y otros minerales primarios revestidos de vidrio, todos no alterados o parcialmente alterados (las fracciones más gruesas pueden revisarse usando una lupa de mano de 10x; las fracciones más finas pueden revisarse usando el microscopio).

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades vítricas están, por un lado, estrechamente relacionadas con las propiedades *ándicas*, hacia las cuales pueden desarrollarse poco a poco. Por algún tiempo durante su desarrollo, una capa puede mostrar tanto las cantidades de vidrio volcánico necesarios para las propiedades vítricas como las características de las propiedades *ándicas*. Por otro lado, las capas con propiedades vítricas se desarrollan a partir de materiales *téfricos*.

Los horizontes *chérnico*, *móllico* y *úmbrico* también pueden exhibir propiedades vítricas.

### Propiedades yérmicas

#### Descripción general

Las propiedades yérmicas (del español *yermo*) se encuentran en un horizonte superficial que generalmente, pero no siempre, consiste de acumulaciones superficiales de fragmentos de roca (*pavimento de desierto*), inmersas en una capa franca vesicular, que puede estar cubierta por una fina capa de arena eólica o loess.

---

19 Adaptado de Takahashi, Nanzyo y Shoji (2004) y resultados de la COST 622 Action.

**Criterios de diagnóstico**

Las propiedades yérmicas muestran:

1. propiedades *arídicas*; **y**
2. uno o más de los siguientes:
  - a. un pavimento que está barnizado o incluye gravas o piedras cuya forma está dada por el viento (ventifactos); **o**
  - b. un pavimento asociado con una capa vesicular; **o**
  - c. una capa vesicular por debajo de una capa superficial laminar.

**Identificación de campo**

Las propiedades yérmicas comprenden un pavimento y/o una capa vesicular que tiene una textura franca. La capa vesicular muestra una red poligonal de grietas de desecación, generalmente rellenas con material eólico, que se extienden dentro de las capas subyacentes. Las capas superficiales tienen estructura laminar débil a moderada.

**Relaciones con algunos otros diagnósticos**

Las propiedades yérmicas con frecuencia aparecen en asociación con otros diagnósticos característicos de ambientes desérticos (horizontes *sálico*, *gípsico*, *dúrico*, *cálcico* y *cámbico*). En desiertos muy fríos (p. ej. la Antártida) pueden aparecer en asociación con horizontes crícos. Bajo estas condiciones, el material crioclástico grueso domina y hay poco polvo levantado y depositado por el viento. Aquí, un pavimento denso con barnizado, ventifactos, capas de arena eólica y acumulaciones de minerales solubles pueden aparecer directamente sobre depósitos sueltos, sin una capa vesicular.

**Roca continua****Criterios de diagnóstico**

*Roca continua* es material consolidado subyacente al suelo, excluyendo horizontes edafogenéticos cementados o endurecidos tales como horizontes *petrocálcico*, *petrodúrico*, *petrogípsico* y *petroplíntico*. La *roca continua* es suficientemente consolidada como para permanecer intacta cuando un espécimen seco al aire de 25–30 mm sobre un costado se sumerge en agua durante 1 hora. El material se considera continuo sólo si las grietas dentro de las cuales pueden entrar raíces, están separadas en promedio a  $\geq 10$  cm y ocupan  $< 20\%$  (en volumen) de la *roca continua*. No ha ocurrido un desplazamiento significativo de la roca.

## MATERIALES DE DIAGNÓSTICO

### Artefactos

#### Criterios de diagnóstico

Los artefactos (del latín *ars*, arte, y *factus*, hecho) son sustancias sólidas o líquidas que son:

1. uno o ambos de los siguientes:
  - a. creadas o sustancialmente modificadas por humanos como parte de un proceso de fabricación industrial o artesanal; **o**
  - b. traídas a la superficie por actividad humana desde una profundidad donde no estaban influenciadas por procesos superficiales, y depositadas en un ambiente donde no aparecen comúnmente, con propiedades sustancialmente diferentes del ambiente donde han sido depositadas; **y**
2. tienen sustancialmente las mismas propiedades químicas y mineralógicas que cuando fueron manufacturadas, modificadas o excavadas.

#### Características adicionales

Ejemplos de artefactos son ladrillos, alfarería, vidrio, piedra triturada o tallada, tablas de madera, desechos industriales, basura, productos de petróleo procesados, betún (derivado del petróleo), desechos de minería y petróleo crudo.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El material *duro técnico* y las geomembranas, intactos, fracturados o compuestos, también cumplen los criterios de diagnóstico de artefactos.

### Carbono orgánico del suelo

#### Criterios de diagnóstico

El *carbono orgánico del suelo* es carbono orgánico que no cumple los criterios de artefactos.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Para el carbono orgánico que cumpla con los requerimientos de artefactos, pueden aplicarse los calificadores *Garbic* o *Carbonic*.

### Material álbico

#### Descripción general

El material álbico (del latín *albus*, blanco) es predominantemente una tierra fina de color claro, de la cual han sido removidos la materia orgánica y/o óxidos de hierro libres, o en la cual los óxidos han sido segregados a tal grado que el color del horizonte está determinado por el color de las partículas de arena y limo más que por los revestimientos de estas partículas. Generalmente tiene una estructura de suelo débilmente expresada o carece completamente de estructura.

**Crterios de diagn3stico**

El material 3lbico es tierra fina que:

1. tiene en  $\geq 90\%$  de su volumen un color Munsell, en seco, con:
  - a. un brillo de 7 u 8 y un cromax de  $\leq 3$ ; **o**
  - b. un brillo de 5 o 6 y un cromax de  $\leq 2$ ; **y**
2. tiene en  $\geq 90\%$  de su volumen un color Munsell, h3medo, con:
  - a. un brillo de 6, 7 u 8 y un cromax de  $\leq 4$ ; **o**
  - b. un brillo de 5 y un cromax de  $\leq 3$ ; **o**
  - c. un brillo de 4 y un cromax de  $\leq 2$ ; **o**
  - d. un brillo de 4 y un cromax de 3 si el color es derivado del material parental que tiene un matiz de 5YR o m3s rojo, y el cromax se debe al color de los granos de limo o arena sin revestimientos.

**Identificaci3n en campo**

La identificaci3n en campo depende de los colores del suelo. Adem3s, puede utilizarse una lupa de mano de 10x para comprobar que los granos de arena y limo est3n libres de revestimientos. El material 3lbico puede exhibir un cambio considerable en el cromax debido al humedecimiento. Tales suelos aparecen, por ejemplo, en el sur de 3frica.

**Características adicionales**

La presencia de revestimientos alrededor de granos de arena y limo puede determinarse usando un microscopio 3ptico para analizar cortes delgados. Los granos no revestidos generalmente muestran un borde muy fino en su superficie. Los revestimientos pueden ser de naturaleza org3nica, consistir de 3xidos de hierro, o ambos, y son de color oscuro bajo luz transl3cida. Los revestimientos de hierro se vuelven de color rojizo bajo luz reflejada, mientras que los revestimientos org3nicos permanecen negro parduzco.

**Relaciones con algunos otros diagn3sticos**

Las capas con material 3lbico normalmente se encuentran por debajo de capas superficiales enriquecidas en humus pero pueden estar en la superficie debido a erosi3n o remoci3n artificial de la capa superficial. Los materiales 3lbicos representan una expresi3n fuerte de eluviaci3n, y, por lo tanto, generalmente ocurren en asociaci3n con un horizonte eluvial. Como tal, usualmente se encuentran sobre un horizonte iluvial tal como un horizonte *3rgico*, *n3trico* o *sp3dico*. En materiales arenosos, las capas con material 3lbico pueden alcanzar un espesor considerable, hasta de varios metros, especialmente en regiones tropicales h3medas, y los horizontes de diagn3stico asociados pueden ser difciles de establecer. El material 3lbico tambi3n puede ser resultado de procesos de reducci3n. Puede aparecer tambi3n por encima de horizontes *pl3nticos*.

## Material calcárico

### Descripción general

El material calcárico (del latín *calcarius*, que contiene cal) se aplica al material que contiene  $\geq 2\%$  de carbonato de calcio equivalente. Los carbonatos son heredados del material parental.

### Criterios de diagnóstico

El material calcárico efervesce fuertemente con HCl 1 M en la mayoría de las partes de la tierra fina que:

1. no rompen la estructura o fábrica del suelo; **y**
2. no pertenecen a masas, nódulos, concreciones o agregados esferoidales (ojos blancos) que son blandos y polvorientos cuando secos; **y**
3. no pertenecen a revestimientos blandos de las caras estructurales o las superficies de los poros; **y**
4. no forman filamentos permanentes (pseudomicelia).

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes *cálcico* y *petrocálcico* tienen al menos alguna contribución de carbonatos secundarios. Las propiedades *protocálcicas* se refieren a acumulaciones más pequeñas de carbonatos secundarios. Una capa puede consistir de material calcárico y, además, mostrar propiedades *protocálcicas*.

## Material colúvico

### Descripción general

El material colúvico (del latín *colluvio*, mezcla) es una mezcla heterogénea de material que, como resultado de la acción gravitacional, se ha movido hacia abajo de una pendiente. Ha sido transportado como resultado de erosión por lavado o reptación del suelo, y el transporte puede ser acelerado por prácticas de uso de suelo (p. ej. deforestación, arado, labranza volteando la tierra hacia abajo, degradación estructural). El material se ha formado en un tiempo relativamente reciente (principalmente en el Holoceno). Normalmente se acumula en pendientes, en depresiones o por encima de barreras en una pendiente de bajo grado (natural o hecho por el hombre, p. ej., cercos vivos).

### Criterios de diagnóstico

El material colúvico:

1. se encuentra en laderas, a pie de pendiente, en abanicos o posiciones de relieve similares; **y**
2. muestra evidencia de movimiento hacia abajo de la pendiente; **y**
3. no es de origen fluvial, lacustre o marino; **y**
4. si éste entierra un suelo mineral, tiene una menor densidad aparente que el material del suelo enterrado.

### Identificación de campo

El material colúvico puede ser de cualquier grado de tamaño de partícula, desde arcilla hasta arena. Algunos fragmentos gruesos pueden estar incluidos. El material colúvico se encuentra ordenado de manera imperfecta. Puede mostrar alguna estratificación gruesa pero la estratificación no es una característica típica debido a la naturaleza difusa y caótica de los procesos de depositación. El material colúvico tiende a ocupar áreas con pendientes ligeras hasta moderadas (2 – 30%) (posiciones en pies de laderas o en partes cóncavas de laderas). Pueden estar presentes carbón vegetal o pequeños *artefactos* tales como piezas de ladrillos, cerámica o vidrio. En muchos casos, el material colúvico tiene una *discontinuidad lítica* en su base.

La parte superior del material colúvico muestra características (textura de la tierra fina, color, pH y contenido de *carbono orgánico del suelo*) similares a la capa superficial del material de origen en la cercanía. En casos extremos, el perfil en el material colúvico refleja el perfil del suelo erosionado de las posiciones de la pendiente alta, con material del suelo suprayacente enterrado debajo de material del subsuelo precedente. Un buen indicador de coluviación en un paisaje es la variación en el color de la superficie del suelo entre las posiciones cóncavas y convexas de las topofomas.

El movimiento rápido de masas tales como avalanchas, deslizamientos de tierras, caída de árboles generalmente no se incluyen como procesos formadores de material colúvico.

### Material dolomítico

#### Criterios de diagnóstico

El material dolomítico (nombrado así por el geocientífico francés *Déodat de Dolomieu*) presenta fuerte efervescencia con HCl 1 M caliente en la mayor parte de la tierra fina. Se aplica al material que contiene  $\geq 2\%$  de un mineral que tiene una relación  $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3$  de  $< 1.5$ . Cuando se le aplica HCl 1 M sin calentar solamente muestra una efervescencia retardada y débil.

### Material duro técnico

#### Criterios de diagnóstico

El material duro técnico (del griego *technikos*, hábilmente hecho):

1. es material consolidado que resulta de un proceso industrial; y
2. tiene propiedades sustancialmente diferentes a aquellas de los materiales naturales; **y**
3. es continuo o tiene espacio libre que cubre  $< 5\%$  de su extensión horizontal.

#### Características adicionales

Ejemplos de material duro técnico son asfalto, hormigón o una capa continua de piedra tallada.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El material duro técnico, intacto, fracturado o compuesto, también cumple los criterios de *artefactos*.



## Material flúvico

### Descripción general

El material flúvico (del latín *fluvius*, río) se refiere a sedimentos fluviales, marinos y lacustres que reciben material reciente o los han recibido en el pasado y todavía muestran estratificación.

### Criterios de diagnóstico

El material flúvico:

1. es de origen fluvial, marino o lacustre; **y**
2. tiene uno o ambas de los siguientes:
  - a. estratificación obvia (incluyendo estratificación inclinada debido a crioturbación) en  $\geq 25\%$  del volumen del suelo en una profundidad especificada (incluyendo estratos más gruesos que la profundidad especificada); **o**
  - b. estratificación evidente por una capa con todos los siguientes:
    - bi. tiene  $\geq 0.2\%$  de *carbono orgánico del suelo*; **y**
    - bii. tiene un contenido de *carbono orgánico del suelo* de  $\geq 25\%$  (relativo) y de  $\geq 0.2\%$  (absoluto) más alto que en la capa suprayacente; **y**
    - biii. no forma parte de un horizonte *spódico* o *sómbrico*.

### Identificación de campo

La estratificación puede reflejarse en diferentes formas:

- variación en la textura y/o el contenido o la naturaleza de fragmentos gruesos, o
- diferentes colores relacionados con los materiales de origen, o
- alternando capas de suelo más oscuro y más claro, indicando una disminución irregular del contenido de *carbono orgánico del suelo* con la profundidad.

### Características adicionales

El material flúvico está siempre asociado con cuerpos de agua (p. ej. ríos, lagos, o el mar) y puede entonces distinguirse del material coluvico.

## Material gipsírico

### Criterios de diagnóstico

El material gipsírico (del griego *gypsos*, yeso) es un material mineral que contiene  $\geq 5\%$  de yeso (en volumen), en las partes de la tierra fina que no contienen yeso secundario.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes *gipsico* y *petrogipsico* tienen yeso secundario al menos en cierta cantidad. Una capa puede consistir de material gipsírico y, además, contener yeso secundario.

## Material hipersulfuroso

### Descripción general

El material hipersulfuroso es capaz de acidificación severa como resultado de la oxidación de los compuestos sulfurosos inorgánicos que contiene. Tiene una acidez neta positiva usando métodos de medida de ácidos-bases<sup>20</sup>. El material hipersulfuroso es conceptualmente el mismo que el definido en la WRB 2006 como material *sulfuroso* y causa que un suelo sea conocido como "suelo de sulfato ácido potencial".

### Criterios de diagnóstico

El material hipersulfuroso tiene:

1.  $\geq 0.01\%$  de S sulfuroso inorgánico (en masa seca); **y**
2. un pH  $\geq 4$  que sufre una disminución a un brillo de  $< 4$  (1:1 en masa en agua, o en un mínimo de agua que permita la medición) cuando una capa de 2–10 mm de grosor es incubada aeróbicamente a capacidad de campo hasta que:
  - a. la disminución de pH sea  $\geq 0.5$  unidades de pH; **o**
  - b. después de  $\geq 8$  semanas, la disminución en el pH sea de  $< 0.1$  unidades de pH en un período de  $\geq 14$  días; **o**
  - c. después de  $\geq 8$  semanas, el pH comience a aumentar.

### Identificación de campo

El material hipersulfuroso se encuentra anegado temporal o permanentemente o se forma bajo condiciones más o menos aneróbicas. Tiene colores Munsell con un matiz de N, 5Y, 5GY, 5BG o 5G, un brillo de 2, 3 o 4 y un croma de 1, todos en húmedo. Si el suelo está perturbado, se puede notar un olor a sulfuro de hidrógeno (olor a huevos podridos). Esto se acentúa con la aplicación de HCl 1 M.

Para una prueba de detección rápida que no es definitiva, una muestra de 10 g tratada con 50 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 30 por ciento mostrará una caída en el pH hasta  $\leq 2.5$ . La detección final depende de las pruebas de incubación.

**Precaución:** El H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> es un fuerte oxidante y los sulfuros y materiales orgánicos generarán espuma violentamente en un tubo de ensayo que puede llegar a estar muy caliente.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El material hipersulfuroso es un caso especial del material *sulfuroso*. La acidificación del material hipersulfuroso usualmente causa el desarrollo de un horizonte *tiónico*.

## Material hiposulfuroso

### Descripción general

El material hiposulfuroso es material *sulfuroso* que no es capaz de acidificación severa como resultado de la oxidación de los compuestos sulfurosos inorgánicos que contiene. Aunque la oxidación no lleva a la formación de suelos de sulfato ácidos,

20 La forma general de medida de ácidos-bases para materiales sulfurosos es: Acidez neta = Acidez sulfurosa potencial + Acidez existente – Capacidad de neutralización de ácidos / Factor fineza.

el material hiposulfuroso es un peligro ambiental importante debido a los procesos relacionados con sulfuros inorgánicos. El material hiposulfuroso tiene una capacidad auto-neutralizante, usualmente debido a la presencia de carbonato de calcio, es decir, tiene una acidez neta negativa o cero, usando métodos de medida de ácidos-bases<sup>21</sup>.

### **Criterios de diagnóstico**

El material hiposulfuroso:

1. tiene  $\geq 0.01\%$  de S sulfuroso inorgánico (en masa seca); y
2. no consiste de material *hipersulfuroso*.

### **Identificación de campo**

El material hiposulfuroso se forma en ambientes similares al material *hipersulfuroso* y morfológicamente puede ser indistinguible de aquel. Sin embargo, es menos probable que sea de una textura gruesa. La prueba con peróxido de hidrógeno (ver material *hipersulfuroso*) puede también ser indicativo, pero la decisión final depende de las pruebas de incubación. Las pruebas de campo para el carbonato de la tierra fina pueden revelar si el suelo tiene alguna capacidad de auto-neutralización.

### **Relaciones con algunos otros diagnósticos**

El material hiposulfuroso es un caso especial del material *sulfuroso*. La acidificación del material hiposulfuroso usualmente no causa el desarrollo de un horizonte *tiónico*.

## **Material límnico**

### **Criterios de diagnóstico**

El material límnico (del griego *limnae*, lago) incluye tanto materiales minerales como orgánicos que son:

1. depositados en agua por precipitación o a través de la acción de organismos acuáticos, tales como diatomeas y otras algas; o
2. derivados de plantas subacuáticas o acuáticas flotantes y subsecuentemente modificados por animales acuáticos.

### **Identificación de campo**

El material límnico se forma como depósitos subacuáticos. (Después del drenado puede ocurrir en la superficie.) Se distinguen cuatro tipos de material límnico:

1. *Tierras coprogénicas o turba sedimentaria*: predominantemente orgánicas, identificables por muchos gránulos fecales, un color Munsell con un brillo de  $\leq 4$ , en húmedo, suspensión en agua ligeramente viscosa, consistencia no o ligeramente plástica y no adhesiva, contracción por secado, difícil para remojarse después de seco, y agrietando a lo largo de planos horizontales.
2. *Tierras de diatomeas*: principalmente diatomeas (silíceas), identificables por cambio irreversible del color de la matriz (colores Munsell con un brillo de 3, 4 o 5 en condición de humedad de campo o mojado) como resultado de contracción irreversible de los revestimientos orgánicos en las diatomeas (usar microscopio 440x).

---

21 La forma general de medida de ácidos-bases para materiales sulfurosos es: Acidez neta = Acidez sulfurosa potencial + Acidez existente – Capacidad de neutralización de ácidos / Factor fineza.

3. *Marga*: fuertemente calcárea, identificable por un color Munsell con un brillo de  $\geq 5$ , en húmedo, y una reacción con HCl 1 M. El color de la marga generalmente no cambia al secarse.
4. *Gyttja*: pequeños agregados coprogénicos de materia orgánica fuertemente humificada y minerales de tamaño predominante de arcilla a limo,  $\geq 0.5\%$  de *carbono orgánico del suelo*, un color Munsell con un matiz de 5Y, GY o G, en húmedo, fuerte contracción después del drenado y un valor rH de  $\geq 13$ .

## Material mineral

### Descripción general

En el material mineral (del celta *mine*, mineral), las propiedades del suelo están dominadas por componentes minerales.

### Criterios de diagnóstico

El material mineral tiene  $< 20\%$  de *carbono orgánico del suelo* en la fracción tierra fina (en masa).

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El material que tiene  $\geq 20\%$  de *carbono orgánico del suelo* es material *orgánico*.

## Material orgánico

### Descripción general

El material *orgánico* (del griego *organon*, herramienta) consiste de una gran cantidad de restos orgánicos que se acumulan bajo condiciones húmedas o secas y en el cual el componente mineral no influye significativamente en las propiedades del suelo.

### Criterios de diagnóstico

El material orgánico tiene  $\geq 20\%$  de *carbono orgánico del suelo* en la fracción tierra fina (en masa).

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes *hístico* y *fólico* consisten de material orgánico. El material que tiene  $< 20\%$  de *carbono orgánico del suelo* es material *mineral*.

## Material ornitogénico

### Descripción general

El material ornitogénico (del griego *ornithos*, pájaro, y *genesis*, origen) es un material con fuerte influencia de excremento de aves. Generalmente tiene un alto contenido de gravas que han sido transportadas por aves.

### Criterios de diagnóstico

El material ornitogénico tiene:

1. restos de aves o actividad de aves (huesos, plumas, y gravas ordenadas de tamaño similar); **y**
2. un contenido de  $P_2O_5$  de  $\geq 0.25\%$  en ácido cítrico al 1 por ciento.

## Material sulfuroso

### Descripción general

El material sulfuroso (del latín *sulpur*, azufre) es un sedimento que contiene sulfuros inorgánicos detectables. El material sulfuroso incluye un rango diverso de materiales anegados temporal o permanentemente, incluyendo *artefactos* tales como desechos de minería. El material sulfuroso frecuentemente se hace extremadamente ácido cuando es drenado (si es así, se denomina material *hipersulfuroso*).

### Criterios de diagnóstico

El material sulfuroso tiene:

1. un pH (1:1 en agua) de  $\geq 4$ ; y
2.  $\geq 0.01\%$  de S sulfuroso inorgánico (en masa seca).

### Identificación de campo

En condiciones de húmedo o mojado, los depósitos que contienen sulfuro con frecuencia muestran un brillo dorado, el color de la pirita. Los colores Munsell varían de: matiz de N, 5Y, 5GY, 5BG o 5G, brillo de 2, 3 o 4, croma siempre 1. El color generalmente es inestable, y se ennegrece por exposición. La arcilla sulfurosa generalmente es prácticamente inmadura. Si el suelo está perturbado, se puede notar un olor a sulfuro de hidrógeno (olor a huevos podridos). Esto se acentúa con la aplicación de HCl 1 M.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Se pueden distinguir dos tipos de material sulfuroso, basados en el tipo y la cantidad de minerales de sulfuro oxidables y la capacidad de neutralización del material del suelo: materiales *hipersulfuroso* e *hiposulfuroso*. Donde sea posible, uno de estos términos definidos más específicamente se deberá aplicar para la clasificación. La acidificación del material *hipersulfuroso* usualmente causa el desarrollo de un horizonte *tiónico*.

## Material tétrico

### Descripción general

El material tétrico<sup>22</sup> (del griego *tephra*, montón de ceniza) consiste ya sea de tefra, es decir, productos piroclásticos no consolidados de erupciones volcánicas, no o sólo ligeramente meteorizados (incluyendo cenizas, carbonilla, lapili, pómez, piroclastos vesiculares tipo pómez, bloques o bombas volcánicas), o de depósitos tétricos, es decir, tefra que ha sido retrabajada y mezclada con materiales de otras fuentes. Esto incluye loess tétrico, arena eólica tétrica y aluvión vulcanogénico.

### Criterios de diagnóstico

El material tétrico tiene:

1.  $\geq 30\%$  (por recuento de granos) de vidrio volcánico, agregados vítreos y otros minerales primarios revestidos de vidrio en la fracción entre  $\geq 0.02$  y  $\leq 2$  mm; y
2. no tiene propiedades *ándicas* o *vítricas*.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

La meteorización progresiva del material tétrico desarrollará en propiedades *vítricas*; entonces no se lo considera más como material tétrico.

---

22 Descripción y criterios de diagnóstico adaptados de Hewitt (1992).

## Capítulo 4

# Clave para los Grupos de Suelos de Referencia con listas de calificadores principales y calificadores suplementarios

Antes de usar la clave, por favor lea las "Reglas para la clasificación de suelos" (Capítulo 2).

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Suelos que tienen material <i>orgánico</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. que comienza en la superficie del suelo y tiene un espesor de <math>\geq 10</math> cm y está directamente por encima de               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. hielo, o</li> <li>b. <i>roca continua</i> o material duro técnico, o</li> <li>c. fragmentos gruesos, cuyos intersticios están rellenos con material orgánico; o</li> </ol> </li> <li>2. que comienza a <math>\leq 40</math> cm de la superficie del suelo y tiene dentro de <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo, un espesor combinado de, ya sea               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <math>\geq 60</math> cm si <math>\geq 75\%</math> (en volumen) del material consiste de fibras de musgos o</li> <li>b. <math>\geq 40</math> cm en otros materiales.</li> </ol> </li> </ol> <p><b>HISTOSOLS</b></p>	<p>Muusic/ Rockic/ Mawic</p> <p>Cryic</p> <p>Thionic</p> <p>Folic</p> <p>Floatic/ Subaquatic/ Tidalic</p> <p>Fibric/ Hemic/ Sapric</p> <p>Leptic</p> <p>Murshic/ Drainic</p> <p>Ombric/ Rheic</p> <p>Hyperskeletalic/ Skeletic</p> <p>Andic</p> <p>Vitric</p> <p>Calcic</p> <p>Dystric/ Eutric</p>	<p>Alcalic</p> <p>Dolomitic/ Calcaric</p> <p>Fluvic</p> <p>Gelic</p> <p>Hyperorganic</p> <p>Isolatic</p> <p>Lignic</p> <p>Limnic</p> <p>Magnestic</p> <p>Mineralic</p> <p>Novic</p> <p>Ornithic</p> <p>Petrogleyic</p> <p>Placic</p> <p>Relocatic</p> <p>Salic</p> <p>Sodic</p> <p>Sulfidic</p> <p>Technic</p> <p>Tephric</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Turbic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>un horizonte <i>hórtico</i>, <i>irrágrico</i>, <i>plágico</i> o <i>térrico</i> de <math>\geq 50</math> cm de espesor; o</li> <li>un horizonte <i>antrácuico</i> y un <i>horizonte hidrágrico</i> subyacente con un espesor combinado de <math>\geq 50</math> cm; o</li> <li>un horizonte <i>prético</i>, cuyas capas tienen un espesor combinado de <math>\geq 50</math> cm, dentro de <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral.</li> </ol> <p><b>ANTHROSOLS</b></p>	<p>Hydragric/ Irragric/ Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric</p>	<p>Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Alcalic/ Dystric/ Eutric Andic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Calcic Dolomitic/ Calcaric Escalic Ferralic/ Sideralic Fluvic Gleyic Endoleptic Novic Oxyaquic Salic Skeletal Sodic Spodic Stagnic Technic Toxic Vertic Vitric</p>

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
<b>Anthrosols</b>	<b>91</b>	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvisols	117		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. con todos los siguientes:           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. tienen <math>\geq 20\%</math> (en volumen, en promedio ponderado) <i>artefactos</i> en los primeros 100 cm desde la superficie del suelo o hasta <i>roca continua</i> o material <i>duro técnico</i> o una capa cementada o endurecida; y</li> <li>b. no tienen una capa que contenga <i>artefactos</i> y que califique como un horizonte <i>árgico</i>, <i>chérnico</i>, <i>dúrico</i>, <i>ferrálico</i>, <i>férico</i>, <i>frágico</i>, <i>hidrárgico</i>, <i>nátrico</i>, <i>nítico</i>, <i>petrocálcico</i>, <i>petrodúrico</i>, <i>petrogípsico</i>, <i>petroplíntico</i>, <i>pisoplíntico</i>, <i>plíntico</i>, <i>spódico</i> o <i>vértico</i> y que comience a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo, a menos que esté enterrada; y</li> <li>c. no tienen <i>roca continua</i> o una capa cementada o endurecida que comience a <math>\leq 10</math> cm de la superficie del suelo; o</li> </ol> </li> <li>2. tienen una geomembrana construida, continua, muy lentamente permeable a impermeable, de cualquier espesor que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo; o</li> <li>3. tienen material <i>duro técnico</i> que comienza a <math>\leq 5</math> cm de la superficie del suelo.</li> </ol> <p><b>TECHNOSOLS<sup>a</sup></b></p>	<p>Ekranic</p> <p>Linic</p> <p>Urbic</p> <p>Spolic</p> <p>Garbic</p> <p>Crylic</p> <p>Isolatic</p> <p>Leptic</p> <p>Subaquatic/ Tidalic</p> <p>Reductic</p> <p>Hyperskeletalic</p>	<p>Alcalic/ Dystric/ Eutric</p> <p>Andic</p> <p>Anthraquic/ Irragric/ Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric</p> <p>Archaic</p> <p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Aridic</p> <p>Calcic</p> <p>Cambic</p> <p>Carbonic</p> <p>Densic</p> <p>Dolomitic/ Calcaric</p> <p>Drainic</p> <p>Fluvic</p> <p>Folic/ Histic</p> <p>Gleyic</p> <p>Gypsic</p> <p>Gypsic</p> <p>Gypsic</p> <p>Humic/ Ochric</p> <p>Hyperartefactic</p> <p>Immissic</p> <p>Laxic</p> <p>Lignic</p> <p>Mollic/ Umbric</p> <p>Novic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Raptic</p> <p>Relocatic</p> <p>Salic</p> <p>Sideralic</p> <p>Skeletalic</p> <p>Sodic</p> <p>Protospodic</p> <p>Stagnic</p> <p>Sulfidic</p> <p>Tephric</p> <p>Thionic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Vitric</p>

<sup>a</sup> Frecuentemente aparecen suelos enterrados en este GSR y pueden indicarse con "over". Los horizontes de diagnóstico enterrados pueden ser indicados con el especificador Thapto- seguido por un calificador. Para los suelos con una geomembrana o material *duro técnico*, se provee el especificador Supra- para describir al material del suelo por encima de la geomembrana, o encima del material *duro técnico*. Puede ser combinado con cualquier calificador y para este propósito, se eliminan los requerimientos de espesor y profundidad de estos calificadores.



Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>un horizonte <i>críico</i> que comienza a <math>\leq</math> 100 cm de la superficie del suelo; o</li> <li>un horizonte <i>críico</i> que comienza a <math>\leq</math> 200 cm de la superficie del suelo y evidencia de crioturbación (levantamiento por helada, clasificación criogénica, agrietamiento térmico, segregación por hielo, terreno en patrones, etc) en alguna capa dentro de <math>\leq</math> 100 cm de la superficie del suelo.</li> </ol> <p><b>CRYOSOLS</b></p>	<p>Glacic</p> <p>Turbic</p> <p>Subaquatic/ Tidalic/ Reductaquic/ Oxyaquic</p> <p>Leptic</p> <p>Protic</p> <p>Folic/ Histic</p> <p>Mollic/ Umbric</p> <p>Natric</p> <p>Salic</p> <p>Spodic</p> <p>Alic/ Luvic</p> <p>Calcic</p> <p>Cambic</p> <p>Hyperskeletal/ Skeletic</p> <p>Haplic</p>	<p>Abruptic</p> <p>Albic</p> <p>Alcalic/ Dystric/ Eutric</p> <p>Andic</p> <p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Dolomitic/ Calcaric</p> <p>Drainic</p> <p>Fluvic</p> <p>Gypsic</p> <p>Humic/ Ochric</p> <p>Limnic</p> <p>Magnesian</p> <p>Nechic</p> <p>Novic</p> <p>Ornithic</p> <p>Raptic</p> <p>Sodic</p> <p>Sulfidic</p> <p>Technic</p> <p>Tephric</p> <p>Thixotropic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Vitric</p> <p>Yermic/ Aridic</p>

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
<b>Cryosols</b>	<b>93</b>	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvicisols	117		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tienen uno de los siguientes:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <i>roca continua</i> o material <i>duro técnico</i> que comienza a <math>\leq 25</math> cm de la superficie del suelo; o</li> <li>b. <math>&lt; 20\%</math> (en volumen) de tierra fina promediada en una profundidad de 75 cm de la superficie del suelo o hasta <i>roca continua</i> o material <i>duro técnico</i>, lo que esté a menor profundidad; y</li> </ol> </li> <li>2. no tienen un horizonte <i>cálcico</i>, <i>chérnico</i>, <i>dúrico</i>, <i>gipsico</i>, <i>petrocálcico</i>, <i>petrodúrico</i>, <i>petrogipsico</i>, <i>petroplintico</i> o <i>spódico</i>.</li> </ol> <p><b>LEPTOSOLS</b></p>	<p>Nudilithic/ Lithic Technoleptic Hyperskeletal/ Skeletic Subaquatic/ Tidalic Folic/ Histic Rendzic/ Mollic/ Umbric Cambic/ Brunic Gypsic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Andic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aric Protocalcic Colluvic Drainic Fluvic Gelic Gleyic Humic/ Ochric Isolatic Lapiadic Nechic Novic Ornithic Oxyaquic Placic Protic Raptic Salic Sodic Protosodic Stagnic Sulfidic Takyric/ Yermic/ Aridic Technic Tephric Toxic Transportic Turbic Protovertic Vitric</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen un horizonte <i>nátrico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo.</p> <p><b>SOLONETZ</b></p>	<p>Abruptic Gleyic Stagnic Mollic Salic Gypsic Petrocalcic/ Calcic Fractic Vertic Chromic Nudinatric Haplic</p>	<p>Albic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Neocambic Colluvic Columnic Cutanic Differentic Duric Ferric Fluvic Humic/ Ochric Magnesic Hypernatric Novic Oxyaquic Raptic Retic Skeletal Takyric/ Yermic/ Aridic Technic Toxic Transportic Turbic</p>

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
<b>Solonetz</b>	<b>95</b>	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvisols	117		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. un horizonte <i>vértico</i> que comienza a <math>\leq</math> 100 cm de la superficie del suelo; y</li> <li>2. <math>\geq</math> 30% de arcilla entre la superficie del suelo y el horizonte <i>vértico</i> en todo el espesor; y</li> <li>3. <i>grietas de expansión y contracción</i> que comienzan: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. en la superficie del suelo; o</li> <li>b. en la base de una capa de arado; o</li> <li>c. a <math>\leq</math> 5 cm de la superficie del suelo si hay una capa superficial de elementos estructurales granulares fuertes de <math>\leq</math> 10 mm de tamaño (superficie self-mulching); o</li> <li>d. a <math>\leq</math> 3 cm de la superficie del suelo si existe una costra superficial; y</li> </ol> <p>que se extienden hasta el horizonte <i>vértico</i>.</p> <p><b>VERTISOLS</b></p> </li> </ol>	<p>Salic</p> <p>Sodic</p> <p>Leptic</p> <p>Petroduric/ Duric</p> <p>Gypsic</p> <p>Petrocalcic/ Calcic</p> <p>Hydragric/ Anthraquic/ Irragric</p> <p>Pellic</p> <p>Chromic</p> <p>Haplic</p>	<p>Albic</p> <p>Aric</p> <p>Chernic/ Mollic</p> <p>Dolomitic/ Calcaric</p> <p>Drainic</p> <p>Hypereutric</p> <p>Ferric</p> <p>Fractic</p> <p>Gilgaic</p> <p>Gleyic</p> <p>Grumic/ Mazic</p> <p>Gypsic</p> <p>Humic/ Ochric</p> <p>Magnesic</p> <p>Mesotrophic</p> <p>Novic</p> <p>Raptic</p> <p>Skeletal</p> <p>Stagnic</p> <p>Sulfidic</p> <p>Technic</p> <p>Thionic</p> <p>Toxic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tienen un horizonte <b>sálico</b> que comienza a <math>\leq 50</math> cm de la superficie del suelo; y</li> <li>2. no tienen un horizonte <b>tiónico</b> que comience a <math>\leq 50</math> cm de la superficie del suelo; y</li> <li>3. no están permanentemente sumergidos en agua y no se localizan debajo de la línea afectada por el agua de las mareas (es decir, no se localizan por debajo de la línea media alta de mareas vivas).</li> </ol> <p><b>SOLONCHAKS</b></p>	<p>Petrosalic Gleyic Stagnic Mollic Sodic Gypsic Petrocalcic/ Calcic Fluvic Haplic</p>	<p>Aceric Alcalic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Carbonatic/ Chloridic/ Sulfatic Colluvic Densic Dolomitic/ Calcaric Drainic Duric Evapocrustic/ Puffic Folic/ Histic Fractic Gelic Gypsic Humic/ Ochric Novic Oxyaquic Raptic Hypersalic Skeletal Sulfidic Takyric/ Yermic/ Aridic Technic Toxic Transportic Turbic Vertic</p>

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	<b>Solonchaks</b>	<b>97</b>	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvisols	117		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen uno de los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. una capa de <math>\geq 25</math> cm de espesor, que comienza a <math>\leq 40</math> cm de la superficie del suelo mineral, que tiene:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. propiedades <i>gléyicas</i>, en todo su espesor; y</li> <li>b. <i>condiciones reductoras</i> en algunas partes de cada subcapa; o</li> </ol> </li> <li>2. ambos de los siguientes:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. un horizonte <i>móllico</i> o <i>úmbrico</i> de <math>&gt; 40</math> cm de espesor, que tiene <i>condiciones reductoras</i> en algunas partes de cada subhorizonte, desde los 40 cm debajo de la superficie del suelo mineral hasta el límite inferior del horizonte <i>móllico</i> o <i>úmbrico</i>; y</li> <li>b. directamente debajo del horizonte <i>móllico</i> o <i>úmbrico</i>, una capa de <math>\geq 10</math> cm de espesor, que tiene su límite inferior a una profundidad de <math>\geq 65</math> cm por debajo de la superficie del suelo mineral, y que tiene:                   <ol style="list-style-type: none"> <li>b.i. propiedades <i>gléyicas</i> en todo su espesor, y</li> <li>b.ii. <i>condiciones reductoras</i> en algunas partes de cada subcapa.</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol> <p><b>GLEYSOLS</b></p>	<p>Thionic            Reductic            Subaquatic/ Tidalic            Hydragric/ Anthraquic            Follic/ Histic            Chernic/ Mollic/ Umbric            Pisoplinthic/ Plinthic            Stagnic            Oxygleyic/ Reductigleyic            Ferralic/ Sideralic            Gypsic            Calcic            Spodic            Fluvic            Dolomitic/ Calcaric            Dystric/ Eutric</p>	<p>Abruptic            Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic            Alcalic            Andic            Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic            Aric            Colluvic            Drainic            Fractic            Gelic            Humic/ Ochric            Inclinic            Limnic            Nechic            Novic            Petrogleyic            Raptic            Relocatic            Salic            Skeletic            Sodlic            Sulfidic            Takyric/ Aridic            Technic            Tephric            Toxic            Turbic            Uterquic            Vertic            Vitric</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que:</p> <p>1. tienen una o más capas con propiedades <i>ándicas</i> o <i>vitricas</i> con un espesor combinado de <i>ya sea</i>:</p> <p>a. <math>\geq 30</math> cm dentro de <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo y que comienzan a <math>\leq 25</math> cm de la superficie del suelo; o</p> <p>b. <math>\geq 60\%</math> de todo el espesor del suelo, si <i>roca continua</i>, material <i>duro técnico</i> o una capa cementada o endurecida comienza entre <math>&gt; 25</math> y <math>\leq 50</math> cm de la superficie del suelo; y</p> <p>2. no tienen un horizonte <i>árgico</i>, <i>ferrálico</i>, <i>petroplíntico</i>, <i>pisoplíntico</i>, <i>plíntico</i> o <i>spódico</i>, a menos que esté enterrado a más de 50 cm de la superficie del suelo mineral.</p> <p><b>ANDOSOLS<sup>b</sup></b></p>	<p>Aluandic/ Silandic</p> <p>Vitric</p> <p>Leptic</p> <p>Hydragric/ Anthraquic</p> <p>Gleyic</p> <p>Hydric</p> <p>Folic/ Histic</p> <p>Chernic/ Mollic/ Umbric</p> <p>Petroduric/ Duric</p> <p>Gypsic</p> <p>Calcic</p> <p>Tephric</p> <p>Skeletal</p> <p>Eutrosilic</p> <p>Dystric/ Eutric</p>	<p>Acroxic</p> <p>Protoandic</p> <p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Aric</p> <p>Colluvic</p> <p>Dolomitic/ Calcaric</p> <p>Drainic</p> <p>Fluvic</p> <p>Fragic</p> <p>Fulvic/ Melanic</p> <p>Gelic</p> <p>Hyperhumic</p> <p>Nechic</p> <p>Novic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Placic</p> <p>Reductic</p> <p>Sideralic</p> <p>Sodic</p> <p>Protospodic</p> <p>Technic</p> <p>Thixotropic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Turbic</p>

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	<b>Andosols</b>	<b>99</b>	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvisols	117		

b Frecuentemente aparecen suelos enterrados en este GSR y pueden indicarse con "over". Los horizontes de diagnóstico enterrados pueden ser indicados con el especificador Thapto- seguido por un calificador.

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen un horizonte <i>spódico</i> que comienza a <math>\leq 200</math> cm de la superficie del suelo mineral.</p> <p><b>PODZOLS</b></p>	<p>Ortsteinic  Carbic/ Rustic  Albic/ Entic  Leptic  Hortic/ Plaggic/  Pretic/ Terric  Folic/ Histic  Gleyic  Stagnic  Umbric  Glossic/ Retic  Alic  Hyperskeletal/ Skeletic  Andic  Vitric</p>	<p>Abruptic  Arenic/ Loamic/ Siltic  Aric  Neocambic  Densic  Drainic  Endoeutric  Fragic  Gelic  Lamellic  Novic  Ornithic  Oxyaquic  Placic  Raptic  Hyperspodic  Technic  Toxic  Transportic  Turbic</p>



Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. un horizonte <i>plíntico</i>, <i>petroplíntico</i> o <i>pisoplíntico</i> que comienza a <math>\leq 50</math> cm de la superficie del suelo; o</li> <li>2. un <i>horizonte plíntico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo, y directamente por encima o por debajo de su límite superior, una capa de <math>\geq 10</math> cm de espesor, que tiene: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. propiedades <i>stágnicas</i> en las cuales el área de colores reductimórficos más el área de colores oximórficos es <math>\geq 50\%</math> del área total de la capa; y</li> <li>b. <i>condiciones reductoras</i> por algún tiempo durante el año en la mayor parte de aquel volumen de la capa que tiene los colores reductimórficos.</li> </ol> </li> </ol> <p><b>PLINTHOSOLS</b></p>	<p>Petric</p> <p>Pisoplinthic</p> <p>Gibbsic</p> <p>Stagnic</p> <p>Folic/ Histic</p> <p>Mollic/ Umbric</p> <p>Albic</p> <p>Geric</p> <p>Haplic</p>	<p>Abruptic</p> <p>Acric/ Lixic</p> <p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Aric</p> <p>Colluvic</p> <p>Drainic</p> <p>Duric</p> <p>Dystric/ Eutric</p> <p>Fractic</p> <p>Humic/ Ochric</p> <p>Magnesianic</p> <p>Novic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Posic</p> <p>Raptic</p> <p>Technic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Vetic</p>

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	<b>Plinthosols</b>	<b>101</b>	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvisols	117		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tienen un horizonte <i>nítico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo; y</li> <li>2. no tienen un horizonte <i>petroplántico</i>, <i>pisoplántico</i>, <i>plántico</i> o <i>vértico</i> que comience a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo; y</li> <li>3. no tienen capas con <i>condiciones reductoras</i> por encima o dentro del horizonte <i>nítico</i>.</li> </ol> <p><b>NITISOLS</b></p>	<p>Ferralic/ Sideralic            Ferritic            Rhodic            Hydragric/            Anthraquic/ Pretic            Mollic/ Umbric            Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic            Geric            Dystric/ Eutric</p>	<p>Andic            Aric            Colluvic            Densic            Ferric            Endogleyic            Humic/ Ochric            Magnesic            Novic            Oxyaquic            Posic            Raptic            Sodc            Endostagnic            Technic            Toxic            Transportic            Vetic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tienen un <i>horizonte ferrálico</i> que comienza a <math>\leq 150</math> cm de la superficie del suelo; y</li> <li>2. no tienen un <i>horizonte árgico</i> que comience en el límite superior del <i>horizonte ferrálico</i> o por encima del <i>horizonte ferrálico</i>, a menos que el <i>horizonte árgico</i> tenga, en sus primeros 30 cm, uno o más de los siguientes: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <math>&lt; 10\%</math> de arcilla dispersable en agua; o</li> <li>b. propiedades <i>géricas</i>; o</li> <li>c. <math>\geq 1.4\%</math> de <i>carbono orgánico del suelo</i>.</li> </ol> </li> </ol> <p><b>FERRALSOLS</b></p>	<p>Ferritic</p> <p>Gibbsic</p> <p>Petroplinthic/ Pisoplinthic/ Plinthic</p> <p>Rhodic/ Xanthic</p> <p>Pretic</p> <p>Folic</p> <p>Mollic/ Umbric</p> <p>Acric/ Lixic</p> <p>Fractic</p> <p>Skeletalic</p> <p>Geric</p> <p>Haplic</p>	<p>Andic</p> <p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Aric</p> <p>Colluvic</p> <p>Densic</p> <p>Dystric/ Eutric</p> <p>Ferric</p> <p>Fluvic</p> <p>Gleyic</p> <p>Humic/ Ochric</p> <p>Novic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Posic</p> <p>Raptic</p> <p>Sombric</p> <p>Stagnic</p> <p>Technic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Vetic</p>

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	<b>Ferralsols</b>	<b>103</b>	Durisols	110	Luvisols	117		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen una <i>diferencia textural abrupta</i> en <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral; y directamente por encima o por debajo, una capa de <math>\geq 5</math> cm de espesor, que tiene:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. propiedades <i>stágnicas</i> en las cuales el área de colores reductimórficos más el área de colores oximórficos es <math>\geq 50\%</math> del área total de la capa; y</li> <li>2. <i>condiciones reductoras</i> por algún tiempo durante el año en la mayor parte de aquel volumen de la capa que tiene los colores reductimórficos.</li> </ol> <p><b>PLANOSOLS</b></p>	<p>Reductic Thionic Fragic Leptic Hydragric/ Anthraquic Folic/ Histic Chernic/ Mollic/ Umbric Gleyic Albic Fluvic Columnic Vertic Glossic/ Retic Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Petroduric/ Duric Calcic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Alcalic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aric Capillaric Chromic Colluvic Densic Drainic Ferralic/ Sideralic Ferric Gelic Gelistagnic Geric Humic/ Ochric Inclinic Magnesic Nechic Novic Plinthic Raptic Skeletal Sodic Sulfidic Technic Toxic Transportic Turbic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen una capa, que comienza a <math>\leq 25</math> cm de la superficie del suelo mineral y que tiene un espesor de <math>\geq 50</math> cm o <math>\geq 25</math> cm si está directamente sobre <i>roca continua</i> o material <i>duro técnico</i> y que tiene:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>propiedades <i>stagnicas</i> en las cuales el área de colores reductimórficos más el área de colores oximórficos es <math>\geq 50\%</math> del área total de la capa; y</li> <li><i>condiciones reductoras</i> por algún tiempo durante el año en la mayor parte de aquel volumen de la capa que tiene los colores reductimórficos.</li> </ol> <p><b>STAGNOSOLS</b></p>	<p>Reductic Thionic Fragic Leptic Hydragric/ Anthraquic Folic/ Histic Mollic/ Umbric Gleyic Albic Fluvic Vertic Glossic/ Retic Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Calcic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Alcalic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aric Capillaric Colluvic Drainic Ferralic/ Sideralic Ferric Gelic Gelistagnic Geric Humic/ Ochric Inclinic Magnesic Nechic Nitic Novic Ornithic Placic Plinthic Raptic Rhodic/ Chromic Skeletalic Sodic Protospodic Sulfidic Technic Toxic Transportic Turbic</p>

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	<b>Stagnosols</b>	<b>105</b>	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvisols	117		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>un horizonte <i>chérnico</i>; y</li> <li>un horizonte <i>cálcico</i>, o una capa con propiedades <i>protocálcicas</i> que comienza a <math>\leq</math> 50 cm debajo del límite inferior del horizonte <i>móllico</i><sup>c</sup>, y si estuviera presente, encima de una capa cementada o endurecida; y</li> <li>una saturación de bases (por <math>\text{NH}_4\text{OAc}</math> 1 M, pH 7) de <math>\geq</math> 50% desde la superficie del suelo hasta el horizonte <i>cálcico</i> o la capa con propiedades <i>protocálcicas</i>. en todo el espesor.</li> </ol> <p><b>CHERNOZEMS</b></p>	<p>Petroduric/ Duric</p> <p>Petrogypsic/ Gypsic</p> <p>Petrocalcic/ Calcic</p> <p>Leptic</p> <p>Hortic</p> <p>Gleyic</p> <p>Fluvic</p> <p>Vertic</p> <p>Greyzemic</p> <p>Luvic</p> <p>Fractic</p> <p>Skeletal</p> <p>Vermic</p> <p>Haplic</p>	<p>Andic</p> <p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Aric</p> <p>Cambic</p> <p>Colluvic</p> <p>Densic</p> <p>Hyperhumic</p> <p>Novic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Pachic</p> <p>Raptic</p> <p>Endosalic</p> <p>Sodic</p> <p>Stagnic</p> <p>Technic</p> <p>Tephric</p> <p>Tonguic</p> <p>Transportic</p> <p>Turbic</p> <p>Vitric</p>

<sup>c</sup> Cualquier horizonte *chérnico* también cumple los criterios del horizonte *móllico*.  
El horizonte *móllico* puede extenderse por debajo del horizonte *chérnico*.

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>un horizonte <i>móllico</i>; y</li> <li>un horizonte <i>cálcico</i> o una capa con propiedades <i>protocálcicas</i> que comienza a <math>\leq 50</math> cm debajo del límite inferior del horizonte <i>móllico</i>, y si estuviera presente, encima de una capa cementada o endurecida; y</li> <li>una saturación de bases (por <math>\text{NH}_4\text{OAc}</math> 1 M, pH 7) de <math>\geq 50\%</math> desde la superficie del suelo hasta el horizonte <i>cálcico</i> o la capa con propiedades <i>protocálcicas</i>, en todo el espesor.</li> </ol> <p><b>KASTANOZEMS</b></p>	<p>Someric Petroduric/ Duric Petrogypsic/ Gypsic Petrocalcic/ Calcic Leptic Hortic/ Terric Gleyic Fluvic Vertic Greyzemic Luvic Fractic Skeletal Vermic Haplic</p>	<p>Andic Anthric Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aric Cambic Chromic Colluvic Densic Hyperhumic Novic Oxyaquic Pachic Raptic Endosalic Sodic Stagnic Technic Tephric Tonguic Transportic Turbic Vitric</p>

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	<b>Kastanozems</b>	<b>107</b>	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvisols	117		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. un horizonte <i>móllico</i>; y</li> <li>2. una saturación de bases (por <math>\text{NH}_4\text{OAc}</math> 1 M, pH 7) de <math>\geq 50\%</math> en todo el espesor hasta una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta <i>roca continua</i>, material <i>duro técnico</i> o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.</li> </ol>	<p>Rendzic Chernic/ Someric Petroduric/ Duric Petrogypsic Petrocalcic/ Endocalcic Leptic Irragric/ Hortic/ Pretic/ Terric Folic Gleyic Stagnic Fluvic Vertic Greyzemic Glossic/ Retic Luvic Cambic Fractic Skeletal Vermic Gypsiric Dolomitic/ Calcaric Haplic</p>	<p>Abruptic Albic Andic Anthric Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aric Colluvic Columnic Densic Ferralic/ Sideralic Hyperhumic Isolatic Nechic Novic Oxyaquic Pachic Raptic Relocatic Rhodic/ Chromic Endosalic Sodic Technic Tephric Tonguic Transportic Turbic Vitric</p>
<b>PHAEOZEMS</b>		



Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos que tienen un horizonte úmbrico, mólico u hórtico.	Chernic/ Someric	Abruptic
	Fragic	Albic
	Leptic	Andic
	Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric	Anthic
	Mollic	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic
	Folic/ Histic	Aric
	Gleyic	Colluvic
	Stagnic	Densic
	Fluvic	Drainic
	Greyzemic	Hyperdystric/ Endoeutric
	Glossic/ Retic	Ferralic/ Sideralic
	Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic	Gelic
	Cambic/ Brunic	Hyperhumic
	Skeletal	Isolatic
	Endodolomitic/ Endocalcaric	Lamellic
	Haplic	Laxic
		Nechic
		Novic
		Ornithic
		Oxyaquic
		Pachic
		Placic
		Raptic
		Relocatic
		Rhodic/ Chromic
		Protospodic
		Sulfidic
		Technic
		Thionic
		Tonguic
		Toxic
		Transportic
		Turbic
		Vitric

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	<b>Umbrisols</b>	<b>109</b>	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvicols	117		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen un horizonte <i>petrodúrico</i> o <i>dúrico</i> que comienza a <math>\leq</math> 100 cm de la superficie del suelo.</p> <p><b>DURISOLS</b></p>	<p>Petric</p> <p>Petrogypsic/ Gypsic</p> <p>Petrocalcic/ Calcic</p> <p>Leptic</p> <p>Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic</p> <p>Hyperskeletal/ Skeletic</p> <p>Dystric/ Eutric</p>	<p>Albic</p> <p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Aric</p> <p>Chromic</p> <p>Fractic</p> <p>Gleyic</p> <p>Novic</p> <p>Ochric</p> <p>Raptic</p> <p>Endosalic</p> <p>Sodic</p> <p>Stagnic</p> <p>Takyric/ Yermic/ Aridic</p> <p>Technic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Vertic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tienen un horizonte <i>petrogípsico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo; o</li> <li>2. ambos de los siguientes:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. tienen un horizonte <i>gípsico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo; y</li> <li>b. no tienen un horizonte <i>árgico</i> por encima del horizonte <i>gípsico</i> a menos que el horizonte <i>árgico</i> esté impregnado con yeso secundario o carbonato secundario, en todo su espesor.</li> </ol> </li> </ol> <p><b>GYPISISOLS</b></p>	<p>Petric</p> <p>Petrocalcic/ Calcic</p> <p>Leptic</p> <p>Lixic/ Luvic</p> <p>Hyperskeletal/ Skeletic</p> <p>Haplic</p>	<p>Albic</p> <p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Aric</p> <p>Arzic</p> <p>Fluvic</p> <p>Fractic</p> <p>Gleyic</p> <p>Hypergypsic/ Hypogypsic</p> <p>Novic</p> <p>Ochric</p> <p>Raptic</p> <p>Endosalic</p> <p>Sodic</p> <p>Stagnic</p> <p>Takyric/ Yermic/ Aridic</p> <p>Technic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Turbic</p> <p>Vertic</p>

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	<b>Gypsisols</b>	<b>111</b>	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvisols	117		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tienen un horizonte <i>petrocálcico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo; o</li> <li>2. ambos de los siguientes:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. tienen un horizonte <i>cálcico</i> que comienza <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo: y</li> <li>b. no tienen un horizonte <i>árgico</i> por encima del horizonte <i>cálcico</i>, a menos que el horizonte <i>árgico</i> esté impregnado en todo su espesor con carbonato secundario.</li> </ol> </li> </ol> <p><b>CALCISOLS</b></p>	<p>Petric Leptic Gypsic Lixic/ Luvic Cambic Hyperskeletal/ Skeletic Haplic</p>	<p>Albic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aric Hypercalcic/ Hypocalcic Densic Fluvisol Fractic Gleysol Novic Ochric Raptic Rhodic/ Chromic Endosalic Sodic Stagnic Takyric/ Yermic/ Aridic Technic Toxic Transportic Turbic Vertic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen un horizonte <i>árgico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo con propiedades <i>réticas</i> en su límite superior.</p> <p><b>RETISOLS</b></p>	<p>Fragic Glossic Leptic Plaggic / Pretic/ Terric Folic/ Histic Gleyic Stagnic Sideralic Nudiargic Neocambic Albic Skeletal Endodolomitic/ Endocalcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Abruptic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aric Colluvic Cutanic Densic Differentic Drainic Gelic Humic/ Ochric Nechic Novic Oxyaquic Profondic Raptic Protospodic Technic Toxic Transportic Turbic</p>

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	<b>Retisols</b>	<b>113</b>	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvisols	117		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. un horizonte <i>árgico</i>, que comienza a <math>\leq</math> 100 cm de la superficie del suelo; y</li> <li>2. una CIC (por <math>\text{NH}_4\text{OAc}</math> 1 M, pH 7) de <math>&lt;</math> 24 <math>\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}</math> arcilla en alguna parte del horizonte <i>árgico</i> dentro de <math>\leq</math> 50 cm debajo de su límite superior; y</li> <li>3. una saturación de bases efectiva [(Ca + Mg + K + Na) intercambiables/ (Ca + Mg + K + Na + Al) intercambiables; bases intercambiables por <math>\text{NH}_4\text{OAc}</math> 1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de <math>&lt;</math> 50%: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. en la mitad o más de la parte entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo mineral; o</li> <li>b. al menos en la mitad inferior del suelo mineral sobre <i>roca continua</i>, material <i>duro técnico</i> o una capa cementada o endurecida que comienza a <math>\leq</math> 100 cm de la superficie del suelo mineral.</li> </ol> </li> </ol> <p><b>ACRISOLS</b></p>	<p>Abruptic</p> <p>Fragic</p> <p>Leptic</p> <p>Petroplinthic/ Pisoplinthic/ Plinthic</p> <p>Hydragric/ Anthraquic/ Pretic/ Terric</p> <p>Gleyic</p> <p>Stagnic</p> <p>Ferralic</p> <p>Nudiargic</p> <p>Lamellic</p> <p>Albic</p> <p>Ferric</p> <p>Rhodic/ Chromic/ Xanthic</p> <p>Fractic</p> <p>Skeletal</p> <p>Haplic</p>	<p>Andic</p> <p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Aric</p> <p>Neocambic</p> <p>Colluvic</p> <p>Cutanic</p> <p>Densic</p> <p>Differentic</p> <p>Hyperdystric/ Epieutric</p> <p>Gibbsic</p> <p>Humic/ Ochric</p> <p>Magnesianic</p> <p>Nechic</p> <p>Nitic</p> <p>Novic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Profondic</p> <p>Raptic</p> <p>Sombric</p> <p>Technic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Vetic</p> <p>Vitric</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos que tienen: 1. un horizonte <i>árgico</i> que comienza a $\leq$ 100 cm de la superficie del suelo; y 2. una CIC (por $\text{NH}_4\text{OAc}$ 1 M, pH 7) de $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ arcilla en alguna parte del horizonte <i>árgico</i> dentro de $\leq 50$ cm debajo de su límite superior.  <b>LIXISOLS</b>	Abruptic Fragic Leptic Petroplinthic/ Pisoplinthic/ Plinthic Hydragric/ Anthraquic/ Pretic/ Terric Gleyic Stagnic Ferralic Nudiargic Lamellic Albic Ferric Rhodic/ Chromic/ Xanthic Gypsic Calcic Fractic Skeletic Haplic	Andic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aric Aridic Neocambic Colluvic Cutanic Densic Differentic Epidystric/ Hypereutric Gibbsic Humic/ Ochric Magnesic Nechic Nitic Novic Oxyaquic Profondic Raptic Sodic Technic Toxic Transportic Vetic Vitric

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	<b>Lixisols</b>	<b>115</b>		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvisols	117		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. un <i>horizonte árgico</i> que comienza a <math>\leq</math> 100 cm de la superficie del suelo; y</li> <li>2. una saturación de bases efectiva [(Ca + Mg + K + Na) intercambiables/ (Ca + Mg + K + Na + Al) intercambiables; bases intercambiables por <math>\text{NH}_4\text{OAc}</math> 1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de <math>&lt; 50\%</math>: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. en la mitad o más de la parte entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo mineral; o</li> <li>b. al menos en la mitad inferior del suelo mineral sobre <i>roca continua</i>, material <i>duro técnico</i> o una capa cementada o endurecida que comienza a <math>\leq</math> 100 cm de la superficie del suelo mineral.</li> </ol> </li> </ol> <p><b>ALISOLS</b></p>	<p>Abruptic Fragic Leptic Petroplinthic/ Pisoplinthic/ Plinthic Hydragric/ Anthraquic/ Plaggic/ Pretic/ Terric Gleyic Stagnic Vertic Nudiargic Lamellic Albic Ferric Rhodic/ Chromic Fractic Skeletal Haplic</p>	<p>Andic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aric Neocambic Colluvic Cutanic Densic Differentic Hyperdystric/ Epieutric Fluvic Gelic Humic/ Ochric Hyperalic Magnesic Nechic Nitric Novic Oxyaquic Profondic Raptic Protospodic Technic Toxic Transportic Turbic Vitric</p>



Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen un horizonte <i>árgico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo.</p> <p><b>LUVISOLS</b></p>	<p>Abruptic Fragic Leptic Petroplinthic/ Pisoplinthic/ Plinthic Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Pretic/ Terric Gleyic Stagnic Vertic Nudiargic Lamellic Albic Ferric Rhodic/ Chromic Gypsic Calcic Fractic Skeletal Endodolomitic/ Endocalcaric Haplic</p>	<p>Andic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aric Aridic Neocambic Colluvic Cutanic Densic Differentic Epidystric/ Hypereutric Escalic Fluvic Gelic Humic/ Ochric Magnesic Nechic Nitric Novic Oxyaquic Profondic Raptic Sodic Technic Toxic Transportic Turbic Vitric</p>

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	<b>Luvissols</b>	<b>117</b>		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos que tienen:	Fragic	Geoabruptic
1. un horizonte <i>cámbico</i>	Thionic	Alcalic
a. que comienza a $\leq 50$ cm de la superficie del suelo; y	Leptic	Arenic/Clayic/Loamic/Siltic
b. tiene su límite inferior a $\geq 25$ cm de la superficie del suelo; o	Petroplinthic/ Pisoplinthic/ Plinthic	Aric
2. un horizonte <i>anátrácuico, hidrágrico, irrágrico, plágico, prético o térrico</i> ; o	Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Plaggic/ Pretic/ Terric	Protocalcic
3. un horizonte <i>frágico, petroplintico, pisoplintico, plintico, sálico, tiónico</i> o <i>vértico</i> que comienza a $\leq 100$ cm de la superficie del suelo; o	Folic/ Histic	Colluvic
4. una o más capas con propiedades <i>ándicas</i> o <i>vítricas</i> con un espesor combinado de $\geq 15$ cm dentro de $\leq 100$ cm de la superficie del suelo.	Gleyic	Densic
	Stagnic	Drainic
	Fluvic	Escalic
	Vertic	Ferric
	Andic	Gelic
	Vitric	Gelistagnic
<b>CAMBISOLS</b>	Ferralic/ Sideralic	Humic/ Ochric
	Rhodic/ Chromic/ Xanthic	Laxic
	Fractic	Magnesic
	Skeletal	Nechic
	Salic	Novic
	Sodic	Ornithic
	Gypsiric	Oxyaquic
	Dolomitic/ Calcaric	Raptic
	Dystric/ Eutric	Protospodic
		Sulfidic
		Takyric/ Yermic/ Aridic
		Technic
		Tephric
		Toxic
		Transportic
		Turbic

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos que tienen	Subaquatic/ Tidalic	Geoabruptic
1. una clase textural media ponderada areno francosa o más gruesa, si las capas de textura más fina tienen un espesor combinado de < 15 cm, hasta una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo mineral; y	Folic	Aeolic
	Gleyic	Alcalic
	Sideralic	Aric
2. < 40% (en volumen) de fragmentos gruesos en todas las capas dentro de ≤ 100 cm de la superficie del suelo mineral.	Protoargic	Protocalcic
	Brunic	Colluvic
	Albic	Gelic
<b>ARENOSOLS<sup>d</sup></b>	Rhodic/ Chromic/ Rubic	Humic/ Ochric
	Lamellic	Hydrophobic
	Endosalic	Nechic
	Sodic	Novic
	Fluvic	Ornithic
	Protic	Oxyaquic
	Gypsic	Petrogleyic
	Dolomitic/ Calcaric	Placic
	Dystric/ Eutric	Raptic
		Relocatic
		Protosodic
		Stagnic
		Sulfidic
		Technic
		Tephric
		Toxic
		Transportic
		Turbic
		Yermic/ Aridic

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	<b>Arenosols</b>	<b>119</b>
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	Regosols	121
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvisols	117		

<sup>d</sup> Los Arenosols pueden tener horizontes de diagnóstico a profundidades de > 100 cm. Éstos pueden ser indicados con el especificador Bathy- seguido de un calificador, p. ej., Bathyacric (> 100 cm), Bathyspodic (>200 cm).

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen material <i>flúvico</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. de <math>\geq 25</math> cm de espesor y que comienza a <math>\leq 25</math> cm de la superficie del suelo mineral; o</li> <li>2. desde el límite inferior de una capa de arado que tiene <math>\leq 40</math> cm de espesor, hasta una profundidad de <math>\geq 50</math> cm de la superficie del suelo mineral.</li> </ol> <p><b>FLUVISOLS<sup>e</sup></b></p>	<p>Subaquatic/ Tidalic</p> <p>Pantofluvic/ Anofluvic/ Orthofluvic</p> <p>Leptic</p> <p>Folic/ Histic</p> <p>Gleyic</p> <p>Stagnic</p> <p>Skeletal</p> <p>Sodic</p> <p>Gypsic</p> <p>Dolomitic/ Calcaric</p> <p>Dystric/ Eutric</p>	<p>Geoabruptic</p> <p>Alcalic</p> <p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Aric</p> <p>Protocalcic</p> <p>Densic</p> <p>Drainic</p> <p>Gelic</p> <p>Humic/ Ochric</p> <p>Limnic</p> <p>Magnesian</p> <p>Nechic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Petrogleyic</p> <p>Sideralic</p> <p>Sulfidic</p> <p>Takyric/ Yermic/ Aridic</p> <p>Technic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Turbic</p> <p>Protovertic</p>

e Frecuentemente ocurren suelos enterrados en este GSR y pueden indicarse con "over". Los horizontes de diagnóstico enterrados pueden ser indicados con el especificador Thapto- seguido por un calificador.

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos.	Leptic	Geoabruptic
<b>REGOSOLS</b>	Folic	Aeolic
	Gleyic	Alcalic
	Stagnic	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic
	Skeletal	Aric
	Brunic	Protocalcic
	Colluvic	Densic
	Tephric	Drainic
	Endosalic	Escalic
	Sodic	Fluvic
	Protic	Gelic
	Vermic	Gelistagnic
	Gypsic	Humic/ Ochric
	Dolomitic/ Calcaric	Isolatic
	Dystric/ Eutric	Lamellic
		Magnesic
		Nechic
		Ornithic
		Oxyaquic
		Raptic
		Relocatic
	Takyrid/ Yermic/ Aridic	
	Technic	
	Toxic	
	Transportic	
	Turbic	
	Protovertic	

Resumen de la clave de los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	90	Solonchaks	97	Planosols	104	Gypsisols	111	Cambisols	118
Anthrosols	91	Gleysols	98	Stagnosols	105	Calcisols	112	Arenosols	119
Technosols	92	Andosols	99	Chernozems	106	Retisols	113	Fluvisols	120
Cryosols	93	Podzols	100	Kastanozems	107	Acrisols	114	<b>Regosols</b>	<b>121</b>
Leptosols	94	Plinthosols	101	Phaeozems	108	Lixisols	115		
Solonetz	95	Nitisols	102	Umbrisols	109	Alisols	116		
Vertisols	96	Ferralsols	103	Durisols	110	Luvisols	117		

## Capítulo 5

# Definiciones de los calificadores

**Antes de usar los calificadores, por favor lea las “Reglas para la clasificación de suelos” (Capítulo 2).**

Las definiciones de los calificadores para las unidades de segundo nivel se relacionan con los GSR, horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, atributos tales como color, condiciones químicas, textura, etc. Las referencias a los GSR definidos en el Capítulo 4 y las características de diagnóstico en el Capítulo 3 se indican en *itálicas*.

Generalmente, sólo serán posibles un número limitado de combinaciones; muchas de las definiciones hacen a los calificadores mutuamente excluyentes.

Los **subcalificadores** (ver Capítulo 2.4) que pueden ser usados en el nombre del suelo en vez de los calificadores listados en la Clave (Capítulo 4), se encuentran debajo de la definición del calificador respectivo (p. ej. Protocalcic se encuentra debajo de Calcic). Los subcalificadores que no pueden reemplazar a un calificador listado se encuentran en orden alfabético (p. ej. Hyperalic). Si se puede construir un subcalificador relacionado con requerimientos de profundidad (subcalificador opcional o adicional), el número indica cuál de las reglas se aplica: (1), (2), (3), (4), (5). Si no se indica un número, esos subcalificadores no pueden ser construídos.

**Abruptic (ap)** (del latín *abruptus*, abrupto): que tiene una *diferencia textural abrupta* dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (1).

**Geoabruptic (go)**: (del griego *gaia*, tierra): que tiene una *diferencia textural abrupta* dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral que no está asociada con el límite superior de un horizonte *árgico* o *nátrico* (1).

**Aceric (ae)** (del latín *acer*, agudo): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una capa con un pH (1:1 en agua) entre  $\geq 3.5$  y  $< 5$  y moteados de jarosita (*sólo en Solonchaks*) (2).

**Acric (ac)** (del latín *acer*, agudo): que tiene un horizonte *árgico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de arcilla en alguna parte a  $\leq 50$  cm por debajo de su límite superior; y tiene una saturación de bases efectiva  $[(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}) \text{ intercambiables} / (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na} + \text{Al}) \text{ intercambiables}]$ ; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer) de  $< 50\%$  en la mitad o más de la parte entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo mineral o en la mitad inferior del suelo mineral por encima de *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, lo que esté a menor profundidad (2).

**Acroxic (ao)** (del latín *acer*, agudo, y griego *oxys*, agrio): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una o más capas con un espesor combinado de  $\geq 30$  cm y bases intercambiables (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) más Al intercambiable (por KCl 1 M, sin buffer) de  $< 2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de tierra fina (*sólo en Andosols*) (2).

**Aeolic (ay)** (del griego *aiolos*, viento): que tiene en la superficie del suelo una capa, de  $\geq 10$  cm de espesor, cuyo material está depositado por el viento y tiene  $< 0.6\%$  de *carbono orgánico del suelo* (2: Ano- y Panto- solamente).

**Albic (ab)** (del latín *albus*, blanco): que tiene una capa de material *álbico*, de  $\geq 1$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral y no consiste de material *téfrico*, no contiene carbonatos, no contiene yeso y se encuentra sobre un horizonte de diagnóstico o forma parte de una capa con propiedades *stágnicas* (2).

**Alcalic (ax)** (del árabe *al-qali*, ceniza que contiene sal): que tiene

- » un pH (1:1 en agua) de  $\geq 8.5$  en todo el espesor dentro de  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo mineral o hasta *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad, y
- » una saturación de bases efectiva [(Ca + Mg + K + Na) intercambiables/ (Ca + Mg + K + Na + Al) intercambiables; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de  $\geq 50\%$ :
  - » en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
  - » en la mayor parte entre 20 cm y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $\geq 25$  cm de la superficie del suelo mineral, o
  - » en una capa, de  $\geq 5$  cm de espesor, que se encuentra directamente sobre *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $< 25$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Alic (al)** (del latín *alumen*, alumbre): que tiene un horizonte *árgico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene una CIC (por  $\text{NH}_4\text{Ac}$  1 M, pH 7) de  $\geq 24$   $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm de su límite superior, lo que sea más delgado; y tiene una saturación de bases efectiva [(Ca + Mg + K + Na) intercambiables/ (Ca + Mg + K + Na + Al) intercambiables; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de  $< 50\%$  en la mitad o más de la parte entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo mineral o en la mitad inferior del suelo mineral por encima de *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, lo que esté a menor profundidad (2).

**Aluandic (aa)** (del latín *alumen*, alumbre, y japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una o más capas con un espesor combinado de  $\geq 15$  cm con propiedades *ándicas*, un contenido de  $\text{Si}_{\text{ox}}$  de  $< 0.6\%$  y un  $\text{Al}_{\text{py}}/\text{Al}_{\text{ox}}$  de  $\geq 0.5$  (sólo en *Andosols*) (2).

**Andic (an)** (del japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una o más capas con propiedades *ándicas* o *vítricas* con un espesor combinado de  $\geq 30$  cm (en *Cambisols*  $\geq 15$  cm), de los cuales  $\geq 15$  cm (en *Cambisols*  $\geq 7.5$  cm) tienen propiedades *ándicas* (2).

**Protoandic (qa)** (del griego *protou*, antes): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una o más capas con un espesor combinado de  $\geq 15$  cm con un valor de  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}$  de  $\geq 1.2\%$ , una densidad aparente<sup>23</sup> de  $\leq 1$  kg dm<sup>-3</sup> y una retención de fosfato de  $\geq 55\%$ ; y que no cumple el conjunto de los criterios para el calificador Andic (2).

**Anthraquic (aq)** (del griego *anthropos*, ser humano, y latín *aqua*, agua): que tiene un horizonte *anátrácuico* y no tiene horizonte *hidrágrico*.

**Anthric (ak)** (del griego *anthropos*, ser humano): que tiene propiedades *ántricas*.

**Archaic (ah)** (del griego *archae*, inicio): que tiene una capa, de  $\geq 20$  cm de espesor, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, con  $\geq 20\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de *artefactos* que contienen  $\geq 50\%$  (en volumen) de *artefactos* producidos por procesos pre-industriales, p. ej. cerámicas que muestren rastros de producción a mano, cerámicas que se rompen fácilmente o cerámicas que contienen arena (sólo en *Technosols*) (2).

**Arenic (ar)** (del latín *arena*, arena): que tiene una clase textural arenosa o areno francosa en

- » una capa, de  $\geq 30$  cm de espesor, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, o
- » en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral

(2; no se puede usar un subcalificador si *roca continua* o material *duro técnico* comienzan a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Aric (ai)** (del latín *arare*, arar): que está arado hasta una profundidad de  $\geq 20$  cm de la superficie del suelo (2: Ano- y Panto- solamente).

**Aridic (ad)** (del latín *aridus*, seco): que tiene propiedades *arídicas* sin propiedades *takíricas* o *yérmicas*.

**Protoaridic (qd)** (del griego *protou*, antes): que tiene una capa superficial de suelo mineral, de  $\geq 5$  cm de espesor, con un color Munsell con un brillo, en seco, de  $\geq 5$ , que se hace más oscuro cuando se humedece,  $< 0.4\%$  de *carbono orgánico del suelo*, una estructura laminar en  $\geq 50\%$  del volumen, una costra superficial; y que no tiene propiedades *arídicas*.

**Azic (az)** (del turco *arz*, corteza de la tierra): que tiene agua freática rica en sulfatos en alguna capa dentro de  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo durante algún tiempo en la mayoría de los años, y que contiene  $\geq 15\%$  (en volumen) de yeso promediado sobre una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad (sólo en *Gypsisols*).

23 Para la densidad aparente, el volumen se determina después que una muestra de suelo sin secar se desorbe a 33 kPa (sin secado previo) y luego se pesa secado en estufa (ver Anexo 2).



**Brunic (br)** (del bajo alemán *brun*, marrón): que tiene una capa, de  $\geq 15$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo y cumple los criterios 2-4 del horizonte *cámbico* pero incumple el criterio 1 y no consiste de material *álbico*.

**Calcaric (ca)** (del latín *calcarius*, que contiene cal): que tiene material *calcárico* en todo el espesor entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad; y que no tiene un horizonte *cálcico* o un horizonte *petrocálcico* comenzando a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (4).

**Calcic (cc)** (del latín *calx*, cal): que tiene un horizonte *cálcico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Hypercalcic (jc)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un horizonte *cálcico* con un equivalente de carbonato de calcio en la fracción tierra fina de  $\geq 50\%$  (en masa) que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2)

**Hypocalcic (wc)** (del griego *hypo*, debajo de): que tiene un horizonte *cálcico* con un equivalente de carbonato de calcio en la fracción tierra fina de  $< 25\%$  (en masa) que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Protocalcic (qc)** (del griego *protou*, antes): que tiene una capa con propiedades *protocálcicas* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo; y que no tiene un horizonte *cálcico* o *petrocálcico* comenzando a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Cambic (cm)** (del latín *cambire*, cambiar): que tiene un horizonte *cámbico* que comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo y no consiste de material *álbico*.

**Neocambic (nc)** (del griego *neos*, nuevo): que tiene un horizonte *cámbico* que comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo, no consiste de material *álbico* y se encuentra sobre:

- » material *álbico*, el cual a su vez sobreyace a un horizonte *árgico*, *nátrico* o *spódico*, o
- » una capa con propiedades *réticas*.

**Capillaric (cp)** (del latín *capillus*, cabello): que tiene una capa, de  $\geq 25$  cm de espesor, que tiene tan pocos macroporos que la saturación de agua de los poros capilares produce *condiciones reductoras* (2).

**Carbic (cb)** (del latín *carbo*, carbón): que tiene un horizonte *spódico* que en ninguna parte se vuelve más rojo por ignición (*sólo en Podzols*).

**Carbonatic (cn)** (del latín *carbo*, carbón): que tiene un horizonte *sálico* con una solución del suelo (1:1 en agua) con un pH de  $\geq 8.5$  y  $[\text{HCO}_3^-] > [\text{SO}_4^{2-}] > 2*[\text{Cl}^-]$  (*sólo en Solonchaks*).

**Carbonic (cx)** (del latín *carbo*, carbón): que tiene una capa, de  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo con  $\geq 20\%$  (en masa) de carbono orgánico que cumple los criterios de diagnóstico de *artefactos* (2).

**Chernic (ch)** (del ruso *chorniy*, negro): que tiene un horizonte *chérnico* (2: Ano- y Panto- solamente).

**Tonguichernic (tc)** (del inglés *tongue*, lengua): que tiene un horizonte *chérnico* que se inserta (como lenguas) dentro de una capa subyacente (2: Ano- y Panto- solamente).

**Chloridic (cl)** (del griego *chloros*, verde-amarillo): que tiene un horizonte *sálico* con una solución del suelo (1:1 en agua) con  $[Cl^-] > 2*[SO_4^{2-}] > 2*[HCO_3^-]$  (sólo en *Solonchaks*).

**Chromic (cr)** (del griego *chroma*, color): que tiene, entre 25 y 150 cm de la superficie del suelo, una capa, de  $\geq 30$  cm de espesor, que tiene, en  $\geq 90\%$  de su área expuesta, un color Munsell con un matiz más rojo que 7.5 YR y un croma de  $> 4$ , ambos en húmedo (2: excepto Epi-).

**Clayic (ce)** (del inglés *clay*, arcilla): que tiene una clase textural arcillosa, arcillo arenosa o arcillo limosa

- » en una capa, de  $\geq 30$  cm de espesor, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, o
- » en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral

(2; no se puede usar un subcalificador si *roca continua* o material *duro técnico* comienzan a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Colluvic (co)** (del latín *colluvio*, mezcla): que tiene material *colúvico*, de  $\geq 20$  cm de espesor, que comienza en la superficie del suelo mineral (2: Ano- y Panto- solamente).

**Columnic (cu)** (del latín *columna*, columna): que tiene una capa, de  $\geq 15$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene una estructura columnar (2).

**Crylic (cy)** (del griego *kryos*, frío, hielo): que tiene un horizonte *criico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, o que tiene un horizonte *criico* que comienza a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo combinado con evidencia de crioturbación en alguna capa a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (1: Epi- y Endo- solamente; se refieren al límite superior del horizonte *criico*).

**Cutanic (ct)** (del latín *cutis*, piel): que tiene un horizonte *árgico* o *nátrico* que cumple el criterio de diagnóstico 2.b del horizonte respectivo.

**Densic (dn)** (del latín *densus*, denso): que tiene compactación natural o artificial a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo al grado en que las raíces no pueden penetrar o sólo pueden penetrar con severas dificultades (2).

**Differentic (df)** (del latín *differentia*, diferencia): que tiene un horizonte *árgico* o *nátrico* que cumple el criterio de diagnóstico 2.a del horizonte respectivo.

**Dolomitic (do)** (del mineral dolomita, nombrado así por el geocientífico francés *Déodat de Dolomieu*): que tiene material *dolomítico* en todo su espesor entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad (4).

**Drainic (dr)** (del francés *drainer*, drenar): que tiene drenaje artificial.

**Duric (du)** (del latín *durus*, duro): que tiene un horizonte *dúrico* que comienza  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Hyperduric (ju)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un horizonte *dúrico* con  $\geq 50\%$  (en volumen) de durinodos o fragmentos de un horizonte *petrodúrico* roto que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Dystric (dy)** (del griego *dys*, malo, y *trophae*, comida): que tiene:

- » en *Histosols*, un  $\text{pH}_{\text{agua}} < 5.5$  en la mitad o más de la parte con material *orgánico* dentro de 100 cm de la superficie del suelo,
- » en otros suelos, una saturación de bases efectiva  $[(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}) \text{ intercambiables} / (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na} + \text{Al}) \text{ intercambiables}]$ ; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de  $< 50\%$ :
  - » en la mitad o más de la parte entre entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
  - » en la mitad o más de la parte entre 20 cm de la superficie del suelo mineral y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $> 25$  cm de la superficie del suelo mineral, o
  - » en una capa, de  $\geq 5$  cm de espesor, directamente por encima de *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, que comienza a  $\leq 25$  cm de la superficie del suelo mineral (3).

**Hyperdystric (jd)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene:

- » en *Histosols*, un  $\text{pH}_{\text{agua}} < 5.5$  en todo el material *orgánico* dentro de 100 cm de la superficie del suelo y  $< 4.5$  en alguna capa con material *orgánico* dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo,
- » en otros suelos, una saturación de bases efectiva  $[(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}) \text{ intercambiables} / (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na} + \text{Al}) \text{ intercambiables}]$ ; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de  $< 50\%$  en todo el espesor entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral y  $< 20\%$  en alguna capa entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral.

**Orthodystric (od)** (del griego *orthos*, justo): que tiene:

- » en *Histosols*, un  $\text{pH}_{\text{agua}} < 5.5$  en todo el material *orgánico* dentro de 100 cm de la superficie del suelo,
- » en otros suelos, una saturación de bases efectiva  $[(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}) \text{ intercambiables} / (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na} + \text{Al}) \text{ intercambiables}]$ ; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de  $< 50\%$  en todo el espesor entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral.

**Ekranic (ek)** (del francés *écran*, escudo): que tiene material *duro técnico* que comienza a  $\leq 5$  cm de la superficie del suelo (*sólo en Technosols*).

**Entic (et)** (del latín *recens*, reciente): que tiene un horizonte *spódico* suelto y no tiene una capa con material *álbico* (*sólo en Podzols*).

**Escalic (ec)** (del español *escala*): que ocurre en terrazas hechas por el hombre.

**Eutric (eu)** (del griego *eu*, bueno, y *trophae*, comida): que tiene:

- » en *Histosols*, un  $\text{pH}_{\text{agua}} \geq 5.5$  en la mayor parte con material *orgánico* dentro de 100 cm de la superficie del suelo,
- » en otros suelos, una saturación de bases efectiva [(Ca + Mg + K + Na) intercambiables/ (Ca + Mg + K + Na + Al) intercambiables; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de  $\geq 50\%$ :
  - » en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
  - » en la mayor parte entre 20 cm de la superficie del suelo mineral y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $> 25$  cm de la superficie del suelo mineral, o
- » en una capa, de  $\geq 5$  cm de espesor, directamente por encima de *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, que comienza a  $\leq 25$  cm de la superficie del suelo mineral (3).

**Hypereutric (je)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene:

- » en *Histosols*, un  $\text{pH}_{\text{agua}} \geq 5.5$  en todo el material *orgánico* dentro de 100 cm de la superficie del suelo y  $\geq 6.5$  en alguna capa con material *orgánico* dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo,
- » en otros suelos, una saturación de bases efectiva [(Ca + Mg + K + Na) intercambiables/ (Ca + Mg + K + Na + Al) intercambiables; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de  $\geq 50\%$  en todo el espesor entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral y  $\geq 80\%$  en alguna capa entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral.

**Oligoeutric (ol)** (del griego *oligos*, poco): que tiene una saturación de bases efectiva [(Ca + Mg + K + Na) intercambiables/ (Ca + Mg + K + Na + Al) intercambiables; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de  $\geq 50\%$  y una suma de bases intercambiables de  $< 5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de arcilla:

- » en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
- » en la mayor parte entre 20 cm de la superficie del suelo mineral y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, que comienza a  $> 25$  cm de la superficie del suelo mineral, o
- » en una capa, de  $\geq 5$  cm de espesor, directamente por encima de *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, que comienza a  $\leq 25$  cm de la superficie del suelo mineral (3).

**Orthoeutric (oe)** (del griego *orthos*, justo): que tiene:

- » en *Histosols*, un  $\text{pH}_{\text{agua}} \geq 5.5$  en todo el material *orgánico* dentro de 100 cm de la superficie del suelo,
- » en otros suelos, una saturación de bases efectiva [(Ca + Mg + K + Na) intercambiables/ (Ca + Mg + K + Na + Al) intercambiables; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por 1 M KCl (sin buffer)] de  $\geq 50\%$  en todo el espesor entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral.

**Eutrosilic (es)** (del griego *eu*, bueno, y *trophae*, comida, y latín *silicia*, material que contiene silicio): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una o más capas con un espesor combinado de  $\geq 30$  cm con propiedades *ándicas* y una suma de bases intercambiables (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $\geq 15 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de tierra fina (*sólo en Andosols*) (2).

**Evapocrustic (ev)** (del latín *e*, fuera, y *vapor*, vapor, y *crusta*, corteza): que tiene una costra salina, de  $\leq 2$  cm de espesor, en la superficie del suelo (*sólo en Solonchaks*).

**Ferralic (fl)** (del latín *ferrum*, hierro, y *alumen*, alumbre): que tiene un horizonte *ferrálico* que comienza a  $\leq 150$  cm de la superficie del suelo (2).

**Ferric (fr)** (del latín *ferrum*, hierro): que tiene un horizonte *férrico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Manganiferic (mf)** (del latín *magnesia nigra*, mineral negro de la ciudad de Magnesia): que tiene un horizonte *férrico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, en el cual  $\geq 50\%$  de las concreciones y/o nódulos y/o moteados son negros (2).

**Ferritic (fe)** (del latín *ferrum*, hierro): que tiene una capa, de  $\geq 30$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene  $Fe_{dith}$  en la fracción tierra fina de  $\geq 10\%$  y no forma parte de un horizonte *petroplíntico*, *pisoplíntico* o *plíntico* (2).

**Hyperferritic (jf)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene una capa, de  $\geq 30$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene  $Fe_{dith}$  en la fracción tierra fina de  $\geq 30\%$  y no forma parte de un horizonte *petroplíntico*, *pisoplíntico* o *plíntico* (2).

**Fibric (fi)** (del latín *fibra*, fibra): que tiene, después de frotado, dos tercios o más (en volumen) de material *orgánico* consistente de tejido vegetal reconocible dentro de 100 cm de la superficie del suelo (*sólo en Histosols*).

**Floatic (ft)** (del inglés *to float*, flotar): que tiene material *orgánico* flotando sobre agua (*sólo en Histosols*).

**Fluvic (fv)** (del latín *fluvius*, río): que tiene material *flúvico*, de  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Akrofluvic (kf)** (del griego *akra*, cima): que tiene material *flúvico* de la superficie del suelo mineral hasta una profundidad de  $\geq 5$  cm, pero  $< 25$  cm de espesor (nota: además del subcalificador Akrofluvic, un suelo puede tener también los subcalificadores Amphifluvic, Katofluvic o Endofluvic).

**Orthofluvic (of)** (del griego *orthos*, justo): que tiene material *flúvico*:

- » de la superficie del suelo mineral hasta una profundidad de  $\geq 5$  cm; y
- » \*de  $\geq 25$  cm de espesor, comenzando a  $\leq 25$  cm de la superficie del suelo mineral, o
- \*desde el límite inferior de una capa de arado, que tiene  $\leq 40$  cm de espesor, hasta una profundidad de  $\geq 50$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Folic (fo)** (del latín *folium*, hoja): que tiene un horizonte *fólico* que comienza en la superficie del suelo.

**Fractic (fc)** (del latín *fractus*, fracturado): que tiene una capa, de  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y consiste en un horizonte cementado o endurecido fracturado, cuyos remanentes

- » ocupan un volumen de  $\geq 40\%$ , y
- » tienen una longitud horizontal promedio de  $< 10$  cm y/o ocupan un volumen de  $< 80\%$  (2).

**Calcifractic (cf)** (del latín *calx*, cal): que tiene una capa, de  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y consiste en un horizonte *petrocálcico* fracturado, cuyos remanentes:

- » ocupan un volumen de  $\geq 40\%$ , y
- » tienen una longitud horizontal promedio de  $< 10$  cm y/o ocupa un volumen de  $< 80\%$  (2).

**Gypsifractic (gf)** (del griego *gypsos*, yeso): que tiene una capa, de  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y consiste en un horizonte *petrogipsico* fracturado, cuyos remanentes:

- » ocupan un volumen de  $\geq 40\%$ , y
- » tienen una longitud horizontal promedio de  $< 10$  cm y/o ocupan un volumen de  $< 80\%$  (2).

**Plinthofractic (pf)** (del griego *plinthos*, ladrillo): que tiene una capa, de  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y consiste en un horizonte *petroplintico* fracturado, cuyos remanentes:

- » ocupan un volumen de  $\geq 40\%$ , y
- » tienen una longitud horizontal promedio de  $< 10$  cm y/o ocupan un volumen de  $< 80\%$  (2).

**Fragic (fg)** (del latín *fragilis*, frágil): que tiene un horizonte *frágico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Fulvic (fu)** (del latín *fulvus*, amarillo oscuro): que tiene un horizonte *fúlvico* que comienza a  $\leq 30$  cm de la superficie del suelo (2: excepto Endo-).

**Garbic (ga)** (del inglés *garbage*, basura): que tiene una capa, de  $\geq 20$  cm de espesor, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, con  $\geq 20\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de *artefactos* que contienen  $\geq 35\%$  (en volumen) de desechos orgánicos (*sólo en Technosols*) (2).

**Gelic (ge)** (del latín *gelare*, congelar):

- » que tiene una capa con una temperatura del suelo de  $\leq 0$  °C por  $\geq 2$  años consecutivos que comienza a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo, y
- » que no tiene un horizonte *criico*, comenzando a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, y
- » que no tiene un horizonte *criico*. comenzando a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo, combinado con una evidencia de crioturbación en alguna capa dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (1: Epi- y Endo- solamente).

**Gelistagnic (gt)** (del latín *gelare*, congelar, y *stagnare*, inundar): que tiene saturación de agua temporal, causada por una capa congelada.

**Geoabruptic (go)**: ver Abruptic.

**Geric (gr)** (del griego *geraios*, viejo): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una capa con propiedades *géricas* (2).

**Gibbsic (gi)** (del mineral gibsita, nombrado así por el mineralogista estadounidense *George Gibbs*): que tiene una capa, de  $\geq 30$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y contiene  $\geq 25\%$  de gibsita en la fracción tierra fina (2).

**Gilgaic (gg)** (del australiano aborigen *gilgai*, agujero con agua): que tiene en la superficie del suelo microlomas y microdepresiones con una diferencia de nivel de  $\geq 10$  cm, es decir microrelieve *gilgai* (sólo en *Vertisols*).

**Glacic (gc)** (del latín *glacies*, hielo): que tiene una capa, de  $\geq 30$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y contiene  $\geq 75\%$  de hielo (en volumen) (2).

**Gleyic (gl)** (del ruso *gley*, masa de suelo lodosa): que tiene una capa, de  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral y tiene propiedades *gléyicas* en todo su espesor y *condiciones reductoras* en algunas partes de cada subcapa (2).

**Relictigleyic (rl)** (del latín *relictus*, dejado atrás): que tiene una capa, de  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral y tiene propiedades *gléyicas* en todo su espesor y no tiene *condiciones reductoras* (2).

**Glossic (gs)** (del griego *glossa*, lengua): que tiene *lenguas albelúvicas* que comienzan a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo.

**Greyzemic (gz)** (del inglés *grey*, gris, y ruso *zemlya*, tierra): que tiene granos de limo y arena no revestidos en las caras estructurales en la mitad inferior de un horizonte *móllico*.

**Grumic (gm)** (del latín *grumus*, grumo): que tiene una capa superficial de suelo, de  $\geq 1$  cm de espesor, con una estructura granular fuerte, gruesa (10 mm) o más fina, es decir "self-mulching" (sólo en *Vertisols*).

**Gypsic (gy)** (del griego *gypsos*, yeso): que tiene un horizonte *gípsico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Hypergypsic (jg)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un horizonte *gípsico* con un contenido de yeso en la fracción tierra fina de  $\geq 50\%$  (en masa) que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Hypogypsic (wg)** (del griego *hypo*, debajo de): que tiene un horizonte *gípsico* con un contenido de yeso en la fracción tierra fina de  $< 25\%$  (en masa) que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Gypsic (gp)** (del griego *gypsos*, yeso): que tiene material *gipsírico* en todo el espesor entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad; y que no tiene un horizonte *gípsico* o *petrogípsico* comenzando a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (4).

**Haplic (ha)** (del griego *haplous*, simple): que tiene una expresión típica de ciertos rasgos (típica en el sentido de que no hay una caracterización adicional o significativa); se usa sólo si no aplica ninguno de los calificadores previos.

**Hemic (hm)** (del griego *hemisys*, a medias): que tiene, después de frotado, menos de dos tercios y un sexto o más (en volumen) de material orgánico consistente de tejido vegetal reconocible dentro de 100 cm de la superficie del suelo (*sólo en Histosols*).

**Histic (hi)** (del griego *histos*, tejido): que tiene un horizonte *hístico* que comienza en la superficie del suelo.

**Hortic (ht)** (del latín *hortus*, jardín): que tiene un horizonte *hórtico* (2: Pantosolamente).

**Humic (hu)** (del latín *humus*, tierra): que tiene  $\geq 1\%$  de *carbono orgánico del suelo* en la fracción tierra fina como promedio ponderado hasta una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo mineral (si *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida comienza dentro de la profundidad especificada, el sector por debajo de eso contribuye un 0 en el cálculo).

**Hyperhumic (jh)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene  $\geq 5\%$  de *carbono orgánico del suelo* en la fracción tierra fina como promedio ponderado hasta una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo mineral.

**Profundihumic (dh)** (del latín *profundus*, profundo): que tiene  $\geq 1.4\%$  de *carbono orgánico del suelo* en la fracción tierra fina como promedio ponderado hasta una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo mineral.

**Hydragric (hg)** (del griego *hydor*, agua, y latín *ager*, campo): que tiene un horizonte *antrácuico* y un horizonte *hidrágrico* directamente subyacente, el último comenzando a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo.

**Hyperhydragric (jy)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un horizonte *antrácuico* y un horizonte *hidrágrico* directamente subyacente con un espesor combinado de  $\geq 100$  cm.

**Hydric (hy)** (del griego *hydor*, agua): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una o más capas con un espesor combinado de  $\geq 35$  cm que tienen un contenido de agua de  $\geq 100\%$  a una tensión de 1 500 kPa, medido sin secar previamente la muestra (*sólo en Andosols*) (2).

**Hydrophobic (hf)** (del griego *hydor*, agua, y *phobos*, miedo): repelente al agua, es decir el agua se queda sobre una superficie de un suelo seco  $\geq 60$  segundos (*sólo en Arenosols*).

**Hyperallic (jl)** (del griego *hyper*, sobre, y latín *alumen*, alumbre): que tiene un horizonte *árgico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene una relación limo a arcilla de  $< 0.6$  y una saturación de Al (efectiva) de  $\geq 50\%$  en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm por debajo de su límite superior, lo que sea más delgado (*sólo en Alisols*).



**Hyperartefactic (ja)** (del griego *hyper*, sobre, y latín *ars*, arte, y *factus*, hecho): que tiene  $\geq 50\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de *artefactos* dentro de 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad (sólo en *Technosols*).

**Hypercalcic (jc)**: ver *Calcic*.

**Hypereutric (je)**: ver *Eutric*.

**Hypergypsic (jg)**: ver *Gypsic*.

**Huperhumic (jh)**: ver *Humic*.

**Hypernatric (jn)**: ver *Natric*.

**Hyperorganic (jo)** (del griego *hyper*, sobre, y *organon*, herramienta): que tiene material *orgánico* de  $\geq 200$  cm de espesor (sólo en *Histosols*).

**Hypersalic (jz)**: ver *Salic*.

**Hyperskeletal (jk)** (del griego *hyper*, sobre, y *skeletos*, secado): que contiene  $< 20\%$  (en volumen) de tierra fina, promediado en una profundidad de 75 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $> 25$  cm de la superficie del suelo, lo que esté a menor profundidad.

**Hyperspodic (jp)**: ver *Spodic*.

**Hypocalcic (wc)**: ver *Calcic*.

**Hypogypsic (wg)**: ver *Gypsic*.

**Immissic (im)** (del latín *immissus*, enviado adentro): que tiene en la superficie del suelo una capa, de  $\geq 10$  cm de espesor, con  $\geq 20\%$  (en masa) de polvo, hollín o ceniza recientemente sedimentados que cumplen la definición de *artefactos* (2: Ano- y Panto- solamente).

**Inclinic (ic)** (del latín *inclinare*, inclinarse): que tiene:

- » una pendiente con una inclinación de  $\geq 5\%$ , y
- » una capa, de  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral con propiedades *gléyicas* o *stágnicas* y un flujo de agua subterránea durante algún tiempo del año.

**Infraandic (ia)** (del latín *infra*, por debajo, y japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo): que tiene una capa, de  $\geq 15$  cm de espesor, que yace por debajo de un suelo clasificado con preferencia de acuerdo a las "Reglas para la clasificación de suelos" (Capítulo 2.5) y cumple los criterios de diagnóstico 1 y 3 de las propiedades *ándicas* y no cumple el criterio 2.

**Infraspodic (is)** (del latín *infra*, por debajo, y griego *spodos*, ceniza): que tiene una capa que yace por debajo de un suelo clasificado con preferencia de acuerdo a las "Reglas para la clasificación de suelos" (Capítulo 2.5) y cumple los criterios de diagnóstico 3 a 6 del horizonte *spódico* y no cumple los criterios 1 o 2 o ambos.

**Irragric (ir)** (del latín *irrigare*, regar, y *ager*, campo): que tiene un horizonte *irrágrico* (2: Panto- solamente).

**Isolatic (il)** (del italiano *isola*, isla): que tiene, por encima de material *duro técnico*, por encima de una geomembrana o por encima de una capa continua de *artefactos*, comenzando a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, material de suelo que contiene tierra fina sin ningún contacto con otro material de suelo que contiene tierra fina (p. ej. suelos en techos o en macetas).

**Lamellic (ll)** (del latín *lamella*, hoja de metal): que tiene dos o más láminas ( $\geq 0.5$  cm y  $< 7.5$  cm de espesor) que tienen más altos contenidos de arcilla que las capas directamente suprayacentes como se establece en el criterio 2.a del horizonte *árgico*, con un espesor combinado de  $\geq 5$  cm; la lámina mas alta comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Totilamellic (ta)** (del latín *totus*, completo): que tiene un horizonte *árgico* consistente completamente de láminas que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo.

**Lapiadic (ld)** (del latín *lapis*, piedra): que tiene en la superficie del suelo una *roca continua* que tiene características de disolución (arroyuelos, surcos) que tienen  $\geq 20$  cm de profundidad y cubren  $\geq 10$  y  $< 50\%$  de la superficie de la *roca continua* (sólo en *Leptosols*).

**Laxic (la)** (del latín *laxus*, flojo): que tiene entre 25 y 75 cm de la superficie del suelo mineral una capa de suelo mineral, de  $\geq 20$  cm de espesor, que tiene una densidad aparente<sup>24</sup> de  $< 0.9$  kg dm<sup>-3</sup>.

**Leptic (le)** (del griego *leptos*, delgado): que tiene *roca continua* o material *duro técnico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (1: Epi- y Endo- solamente).

**Technoleptic (tl)** (del griego *technae*, arte): que tiene material *duro técnico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (1: Epi- y Endo- solamente).

**Lignic (lg)** (del latín *lignum*, madera): que tiene inclusiones de fragmentos de madera intactos que constituyen  $\geq 25\%$  del volumen del suelo dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

**Limnic (lm)** (del griego *limnae*, lago): que tiene una o más capas con material *limnico* con un espesor combinado de  $\geq 10$  cm dentro de  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo.

**Linic (lc)** (del latín *linea*, línea): que tiene una geomembrana continua construida, de cualquier espesor, muy lentamente permeable a impermeable, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (1).

24 Para la densidad aparente, el volumen se determina después que una muestra de suelo sin secar se desorbe a 33 kPa (sin secado previo) y luego se pesa secado en estufa (ver Anexo 2).

**Lithic (li)** (del griego *lithos*, piedra): que tiene *roca continua* o material *duro técnico* que comienza a  $\leq 10$  cm de la superficie del suelo (*sólo en Leptosols*).

**Technolithic (tt)** (del griego *technae*, arte): que tiene material *duro técnico* que comienza a  $\leq 10$  cm de la superficie del suelo (*sólo en Leptosols*)

**Nudilithic (nt)** (del latín *nudus*, desnudo): que tiene *roca continua* en la superficie (*sólo en Leptosols*).

**Lixic (lx)** (del latín *lixivia*, sustancias lavadas): que tiene un *horizonte árgico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de arcilla en alguna parte a  $\leq 50$  cm por debajo de su límite superior; y que tiene una saturación de bases efectiva [(Ca + Mg + K + Na) intercambiables/ (Ca + Mg + K + Na + Al) intercambiables; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de  $\geq 50\%$  en la mayor parte entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo mineral o en la mitad inferior del suelo mineral por encima de *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, lo que esté a menor profundidad (2).

**Loamic (lo)** (del inglés *loam*, franco): que tiene una clase textural franca, franco arenosa, franco arcillo-arenosa, franco arcillosa o franco arcillo-limosa

- » en una capa, de  $\geq 30$  cm de espesor, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, o
- » en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral

(2; no se puede usar un subcalificador si *roca continua* o material *duro técnico* comienzan a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Luvic (lv)** (del latín *luere*, lavar): que tiene un *horizonte árgico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $\geq 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de arcilla en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm de su límite superior, lo que sea más delgado; y tiene una saturación de bases efectiva [(Ca + Mg + K + Na) intercambiables/ (Ca + Mg + K + Na + Al) intercambiables; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de  $\geq 50\%$  en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo mineral o en la mitad inferior del suelo por encima de *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, lo que esté a menor profundidad (2).

**Magnesian (mg)** (del elemento químico *magnesio* – no hay una etimología acordada): que tiene una relación Ca a Mg intercambiables de  $< 1$  en la mayor parte dentro de 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua*, material *duro técnico*, o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad (3).

**Hypermagnesian (jm)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene una relación Ca a Mg intercambiables de  $< 0.1$  en la mayor parte dentro de 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua*, material *duro técnico*, o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad (3).

**Mawic (mw)** (del kiswahili *mawe*, piedras): que tiene una capa de fragmentos gruesos, cuyos intersticios están rellenos de material *orgánico*, y que se encuentra directamente por debajo de material *orgánico* (*sólo en Histosols*) (1: Epi- y Endosolamente; se refieren al límite superior de la capa con fragmentos gruesos).

**Mazic (mz)** (del español *maza*): masivo y duro a muy duro en los primeros 20 cm del suelo (*sólo en Vertisols*).

**Melanic (ml)** (del griego *melas*, negro): que tiene un horizonte *melánico* que comienza a  $\leq 30$  cm de la superficie del suelo (*sólo en Andosols*) (2: excepto Endo-).

**Mesotrophic (ms)** (del griego *mesos*, en medio, y *trophae*, comida): que tiene una saturación de bases efectiva [(Ca + Mg + K + Na) intercambiables/ (Ca + Mg + K + Na + Al) intercambiables; bases intercambiables por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de  $< 75\%$  a una profundidad de 20 cm de la superficie del suelo (*sólo en Vertisols*).

**Mineralic (mi)** (del celta *mine*, mineral): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una o más capas de material *mineral* con un espesor combinado de  $\geq 20$  cm, entre capas de material *orgánico* (*sólo en Histosols*) (2: Epi-, Endo-, Amphi- y Kato- solamente).

**Akromineralic (km)** (del griego *akra*, cima): que tiene material *mineral*, de  $\geq 5$  cm de espesor, que comienza en la superficie del suelo mineral, pero las capas de material *mineral* por encima o entre las capas de material *orgánico* tienen un espesor combinado de  $< 20$  cm (*sólo en Histosols*).

**Orthomineralic (oi)** (del griego *orthos*, justo): que tiene

- » material *mineral*, de  $\geq 5$  cm de espesor, que comienza en la superficie del suelo; y
- » dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una o más capas de material *mineral* con un espesor combinado de  $\geq 20$  cm, por encima o entre capas de material *orgánico* (*sólo en Histosols*).

**Mollic (mo)** (del latín *mollis*, blando): que tiene un horizonte *móllico* (2: Ano- y Panto- solamente).

**Anthromollic (am)** (del griego *anthropos*, ser humano): que tiene un horizonte *móllico* y propiedades *ántricas* (2: Ano- y Panto- solamente).

**Somerimollic (sm)** (del español *somero*): que tiene un horizonte *móllico* de  $< 20$  cm de espesor.

**Tonguimollic (tm)** (del inglés *tongue*, lengua): que tiene un horizonte *móllico* que se inserta (como lenguas) dentro de una capa subyacente (2: Ano- y Panto- solamente; se refiere al horizonte *móllico*, no a las lenguas).

**Murshic (mh)** (del polaco *mursz*, decaer): que tiene un horizonte *hístico* drenado, de  $\geq 20$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 10$  cm de la superficie del suelo o debajo de un horizonte *fólico*, con una densidad aparente<sup>25</sup> de  $\geq 0.2$  kg dm<sup>-3</sup> y uno o ambos de los siguientes:

- » estructura granular o en bloques, moderada a fuerte, o
  - » grietas
- (*sólo en Histosols*) (2).

**Muusic (mu)** (del sakha *muus*, hielo): que tiene hielo que se encuentra directamente por debajo de material *orgánico* (*sólo en Histosols*) (1: Epi- y Endo- solamente).

25 Para la densidad aparente, el volumen se determina después que una muestra de suelo sin secar se desorbe a 33 kPa (sin secado previo) y luego se pesa secado en estufa (ver Anexo 2).

**Natric (na)** (del árabe *natrún*, sal): que tiene un horizonte *nátrico* que comienza a  $\leq$  100 cm de la superficie del suelo (2).

**Hypernatric (jn)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un horizonte *nátrico* con un porcentaje de Na intercambiable (ESP) de  $\geq 15$  en todo el espesor del horizonte *nátrico* o dentro de sus primeros 40 cm, lo que sea más delgado.

**Nudinatric (nn)** (del latín *nudus*, desnudo): que tiene un horizonte *nátrico* que comienza en la superficie del suelo mineral.

**Nechic (ne)** (del amárico *nech*, blanco): que tiene granos minerales no recubiertos de tamaño limo o arena en una matriz más oscura en algún lugar dentro de  $\leq 5$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Neocambic (nc)**: ver *Cambic*.

**Nitic (ni)** (del latín *nitidus*, brillante): que tiene un horizonte *nítico* que comienza a  $\leq$  100 cm de la superficie del suelo (2).

**Novic (nv)** (del latín *novus*, nuevo): que tiene una capa, de  $\geq 5$  cm y  $< 50$  cm de espesor, por encima de un suelo enterrado que es clasificado con preferencia de acuerdo a las "Reglas para la clasificación de suelos" (Capítulo 2.5).

**Areninovic (aj)** (del latín *arena*, arena): que tiene una capa, de  $\geq 5$  cm y  $\leq 50$  cm de espesor, con una clase textural arenosa o arena francosa en su mayor parte, por encima de un suelo enterrado que es clasificado con preferencia de acuerdo a las "Reglas para la clasificación de suelos" (Capítulo 2.5).

**Clayinovic (cj)** (del inglés *clay*, arcilla): que tiene una capa, de  $\geq 5$  cm y  $\leq 50$  cm de espesor, con una clase textural arcillosa, arcillo arenosa o arcillo limosa en su mayor parte, por encima de un suelo enterrado que es clasificado con preferencia de acuerdo a las "Reglas para la clasificación de suelos" (Capítulo 2.5).

**Loaminovic (lj)** (del inglés *loam*, franco): que tiene una capa, de  $\geq 5$  cm y  $\leq 50$  cm de espesor, con una clase textural franca, franco arenosa, franco arcillo-arenosa, franco arcillosa o franco arcillo-limosa en su mayor parte, por encima de un suelo enterrado que es clasificado con preferencia de acuerdo a las "Reglas para la clasificación de suelos" (Capítulo 2.5).

**Siltinovic (sj)** (del inglés *silt*, limo): que tiene una capa, de  $\geq 5$  cm y  $\leq 50$  cm de espesor, con una clase textural limosa o franco limosa en su mayor parte, por encima de un suelo enterrado que es clasificado con preferencia de acuerdo a las "Reglas para la clasificación de suelos" (Capítulo 2.5).

**Nudiargic (ng)** (del latín *nudus*, desnudo, y *argilla*, arcilla blanca): que tiene un horizonte *árgico* que comienza en la superficie del suelo mineral.

**Nudilithic (nt)**: ver *Lithic*.

**Nudinatric (nn)**: ver *Natric*.

**Ochric (oh)** (del griego *ochros*, pálido): que tiene  $\geq 0.2$  % de *carbono orgánico del suelo* (en promedio ponderado) en la capa de la superficie del suelo mineral hasta una profundidad de 10 cm de la superficie del suelo mineral; y que no tiene un horizonte *móllico* o *úmbrico* y no cumple el conjunto de los criterios del calificador Humic.

**Omblic (om)** (del griego *ombros*, lluvia): que tiene un horizonte *hístico* saturado predominantemente con agua de lluvia (*sólo en Histosols*).

**Ornithic (oc)** (del griego *ornithos*, pájaro): que tiene una capa, de  $\geq 15$  cm de espesor, con material *ornitogénico* que comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo (2).

**Orthofluvic (of)**: *ver Fluvic*.

**Ortsteinic (os)** (del alemán *ortstein*, piedra local): que tiene un horizonte *spódico* que tiene un subhorizonte, de  $\geq 2.5$  cm de espesor, que está cementado ('ortstein') en  $\geq 50\%$  de su extensión horizontal (*sólo en Podzols*).

**Oxyaquic (oa)** (del griego *oxys*, agrio, y latín *aqua*, agua): que tiene una capa, de  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral y está saturada con agua rica en oxígeno durante un período de  $\geq 20$  días consecutivos; y que no tiene propiedades *gléyicas* o *stágnicas* en ninguna capa dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Oxygleyic (oy)** (del griego *oxys*, agrio, y ruso *gley*, masa de suelo lodosa): que no tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, una capa cumpliendo el criterio de diagnóstico 1 de las propiedades *gléyicas* (*sólo en Gleysols*).

**Pachic (ph)** (del griego *pachys*, grueso): que tiene un horizonte *móllico* o *úmbrico* de  $\geq 50$  cm de espesor.

**Pellic (pe)** (del griego *pellos*, polvoriento): que tiene en los primeros 30 cm del suelo un color Munsell con un brillo de  $\leq 3$  y un croma de  $\leq 2$ , ambos en húmedo (*sólo en Vertisols*).

**Petric (pt)** (del griego *petros*, roca): que tiene una capa cementada o endurecida que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (se refiere a un horizonte de diagnóstico del respectivo GSR) (1: Epi- y Endo- solamente).

**Nudipetric (np)** (del latín *nudus*, desnudo): que tiene una capa cementada o endurecida que comienza en la superficie del suelo (se refiere a un horizonte de diagnóstico del respectivo GSR).

**Petrocalcic (pc)** (del griego *petros*, roca, y latín *calx*, cal): que tiene un horizonte *petrocálcico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Petroduric (pd)** (del griego *petros*, roca, y latín *durus*, duro): que tiene un horizonte *petrodúrico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

- Petrogleyic (py)** (del griego *petros*, roca, y ruso *gley*, masa de suelo lodosa): que tiene una capa, de  $\geq 10$  cm de espesor, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, que cumple el criterio de diagnóstico 2 de las propiedades *gléyicas* y de la cual  $\geq 15\%$  (en volumen) está cementada (*bog iron*) (2).
- Petrogypsic (pg)** (del griego *petros*, roca, y *gypsos*, yeso): que tiene un horizonte *petrogípsico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).
- Petroplinthic (pp)** (del griego *petros*, roca, y *plinthos*, ladrillo): que tiene un horizonte *petroplíntico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).
- Petrosalic (ps)** (del griego *petros*, roca, y latín *sal*, sal): que tiene una capa, de  $\geq 10$  cm de espesor, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, la cual está cementada por sales más solubles que el yeso (2).
- Pisoplinthic (px)** (del latín *pisum*, guisante, y griego *plinthos*, ladrillo): que tiene un horizonte *pisoplíntico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).
- Placic (pi)** (del griego *plax*, piedra plana): que tiene una capa, entre  $\geq 0.1$  y  $< 2.5$  cm de espesor, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, que está cementada o endurecida por una combinación de materia orgánica, Fe, Mn y/o Al y es continuo hasta el grado de que las fracturas verticales, si están presentes, tienen un espaciamiento horizontal promedio de  $\geq 10$  cm y ocupan  $< 20\%$  (en volumen) (2: Epi-, Endo- y Amphi- solamente).
- Plaggic (pa)** (del bajo alemán *plaggen*, cepellón): que tiene un horizonte *plágico* (2: Panto- solamente).
- Plinthic (pl)** (del griego *plinthos*, ladrillo): que tiene un horizonte *plíntico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).
- Posic (po)** (del latín *positivus*, dado): que tiene una capa, de  $\geq 30$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene una carga cero o positiva ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{agua}} \geq 0$ , ambos en suspensión 1:1) (2).
- Pretic (pk)** (del portugués *preto*, negro): que tiene un horizonte *prético* (2: Panto- solamente).
- Profondic (pn)** (del francés *profond*, profundo): que tiene un horizonte *árgico*, en el cual el contenido de arcilla no decrece por  $\geq 20\%$  (relativo) de su máximo dentro de 150 cm de la superficie del suelo.
- Protic (pr)** (del griego *protou*, antes): que no muestra desarrollo de horizontes con la excepción de un horizonte *críico*, el cual puede estar presente.
- Protoandic (qa)**: ver *Andic*.
- Protoargic (qg)** (del griego *protou*, antes, y latín *argilla*, arcilla blanca): que tiene un incremento de arcilla absoluto de  $\geq 4\%$  desde una capa hasta la capa directamente subyacente dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (*sólo en Arenosols*) (1).

**Protocalcic (qc):** ver *Calcic*.

**Protospodic (qp):** ver *Spodic*.

**Protovertic (qv):** ver *Vertic*.

**Puffic (pu)** (del inglés to *puff*, hinchar): que tiene una costra hinchada por cristales de sales (*sólo en Solonchaks*).

**Raptic (rp)** (del latín *raptus*, despedazado): que tiene una *discontinuidad lítica* a alguna profundidad  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (1).

**Reductaquic (ra)** (del latín *reductus*, reducido, y *aqua*, agua): que tiene una capa, de  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral, está saturada con agua durante el período de deshielo y tiene en algún momento del año *condiciones reductoras* por encima de un horizonte *crítico* y dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (*sólo en Cryosols*) (2).

**Reductic (rd)** (del latín *reductus*, reducido): que tiene *condiciones reductoras*, en  $\geq 25\%$  del volumen de la tierra fina, dentro de 100 cm de la superficie del suelo, causado por emisiones gaseosas, p. ej. metano o dióxido de carbono, o causado por intrusiones líquidas distintas al agua, p. ej. gasolina (5).

**Reductigleyic (ry)** (del latín *reductus*, reducido, y ruso *gley*, masa de suelo lodosa): que no tiene, a  $\geq 40$  cm de la superficie del suelo mineral, una capa cumpliendo el criterio 2 de las propiedades *gléyicas* (*sólo en Gleysols*).

**Relocatic (rc)** (del latín *re*, de nuevo, y *locatus*, colocado): que está remodelado in situ por la actividad humana hasta una profundidad de  $\geq 100$  cm (p. ej. por arado profundo, relleno de calcatas o nivelación de tierras) y no tiene desarrollo de horizontes después de remodelar, en ninguna parte al menos entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre el límite inferior de cualquier capa de arado, de  $> 20$  cm de espesor, y 100 cm de la superficie del suelo (*en Technosols*, el calificador Relocatic es redundante, excepto cuando es combinado con el calificador Ekranic o Linic); un horizonte de diagnóstico subsuperficial destruido puede ser añadido con un guión, p.ej. Spodi-Relocatic, Spodi-Epirelocatic (4: Epi- solamente).

**Rendzic (rz)** (del polaco *rzendzic*, crujir en contacto con una hoja de arado): que tiene un horizonte *móllico* que contiene o yace directamente sobre material *calcárico* que contiene  $\geq 40\%$  de carbonato de calcio equivalente, o que yace directamente sobre roca calcárea que contiene  $\geq 40\%$  de carbonato de calcio equivalente (2: Ano- y Panto- solamente).

**Somerirendzic (sr)** (del español *somero*): que tiene un horizonte *móllico*, de  $< 20$  cm de espesor, que yace directamente sobre roca calcárea que contiene  $\geq 40\%$  de carbonato de calcio equivalente.

**Retic (rt)** (del latín *rete*, red): que tiene propiedades *réticas* que comienzan a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, pero no tiene *lenguas albelúvicas*.

**Rheic (rh)** (del griego *rhen*, fluir): que tiene un horizonte *hístico* saturado predominantemente con agua freática o agua fluyente (*sólo en Histosols*).



**Rhodic (ro)** (del griego *rhodon*, rosa): que tiene, entre 25 y 150 cm de la superficie del suelo, una capa de  $\geq 30$  cm de espesor, que tiene, en  $\geq 90\%$  de su área expuesta, un color Munsell con un matiz más rojo que 5YR, en húmedo, un brillo de  $< 4$ , en húmedo, y un brillo, en seco, de no más de una unidad mayor que el brillo en húmedo (2: excepto Epi-).

**Rockic (rk)** (del inglés *rock*, roca): que tiene *roca continua* o material *duro técnico* que se encuentra directamente debajo de material orgánico (*sólo en Histosols*) (1: Epi- y Endo- solamente).

**Rubic (ru)** (del latín *ruber*, rojo): que tiene, entre 25 y 100 cm de la superficie del suelo, una capa de  $\geq 30$  cm de espesor, que no consiste de material *álbico* y tiene, en  $\geq 90\%$  de su área expuesta, un color Munsell con un matiz más rojo que 10 YR y/o un croma de  $\geq 5$ , ambos en húmedo (*sólo en Arenosols*) (2: excepto Epi-).

**Rustic (rs)** (del inglés *rust*, herrumbre): que tiene un horizonte *spódico*, en el cual la relación del porcentaje de  $Fe_{ox}$  al porcentaje de *carbono orgánico del suelo* es  $\geq 6$  en todo el espesor (*sólo en Podzols*).

**Salic (sz)** (del latín *sal*, sal): que tiene un horizonte *sálico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Hypersalic (jz)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una capa que tiene una  $EC_e$  de  $\geq 30$   $dS\ m^{-1}$  a  $25\ ^\circ C$  (2).

**Protosalic (qz)** (del griego *protou*, antes): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una capa que tiene una  $EC_e$  de  $\geq 4$   $dS\ m^{-1}$  a  $25\ ^\circ C$ ; y que no tiene un horizonte *sálico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Sapric (sa)** (del griego *sapros*, podrido): que tiene, después de frotado, menos de un sexto (en volumen) de material *orgánico* consistente de tejido vegetal reconocible dentro de 100 cm de la superficie del suelo (*sólo en Histosols*).

**Sideralic (se)** (del griego *sideros*, hierro, y latín *alumen*, alumbre): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una capa que tiene propiedades *siderálicas* (2).

**Hypersideralic (jr)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una capa que tiene propiedades *siderálicas* y una CIC (por  $NH_4OAc$  1 M, pH 7) de  $< 16$   $cmol_c\ kg^{-1}$  de arcilla (2).

**Silandic (sn)** (del latín *silicia*, material que contiene silicio, y japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una o más capas con un espesor combinado de  $\geq 15$  cm con propiedades *ándicas* y un contenido de  $Si_{ox}$  de  $\geq 0.6\%$  o una relación  $Al_{py}/Al_{ox}$  de  $< 0.5$  (*sólo en Andosols*) (2).

**Siltic (sl)** (del inglés *silt*, limo): que tiene una clase textural limosa o franco limosa

- » en una capa, de  $\geq 30$  cm de espesor, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, o
- » en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida que comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral

(2; no se puede usar un subcalificador si *roca continua* o material *duro técnico* comienzan a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Skeletal (sk)** (del griego *skeletos*, secado): que tiene  $\geq 40\%$  (en volumen) de fragmentos gruesos promediados en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad (5).

**Akroskeletal (kk)** (del griego *akra*, cima): que tiene  $\geq 40\%$  de la superficie del suelo cubierta con fragmentos, cuyos lados más largos tienen  $\geq 6$  cm (piedras, cantos o cantos grandes).

**Orthoskeletal (ok)** (del griego *orthos*, justo): que tiene:

- »  $\geq 40\%$  de la superficie del suelo cubierta con fragmentos, cuyos lados más largos tienen  $\geq 6$  cm (piedras, cantos o cantos grandes), y
- »  $\geq 40\%$  (en volumen) de fragmentos gruesos promediados en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

**Technoskeletal (tk)** (del griego *technae*, arte): que tiene  $\geq 40\%$  (en volumen) fragmentos gruesos, que cumplen el criterio de *artefactos*, promediados en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que sea más delgado (5).

**Sodic (so)** (del español *sódico*): que tiene una capa, de  $\geq 20$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene en el complejo de intercambio  $\geq 15\%$  Na más Mg y  $\geq 6\%$  Na; y que no tiene un horizonte *nátrico* comenzando a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Argisodic (as)** (del latín *argilla*, arcilla blanca): que tiene un horizonte *árgico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene en el complejo de intercambio  $\geq 15\%$  Na más Mg y  $\geq 6\%$  Na en todo el espesor del horizonte *árgico* o dentro de sus primeros 40 cm, lo que sea más delgado (2).

**Protosodic (qs)** (del griego *protou*, antes): que tiene una capa, de  $\geq 20$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene en el complejo de intercambio  $\geq 6\%$  Na; y que no tiene un horizonte *nátrico* comenzando a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Sombric (sb)** (del francés *sombre*, sombra): que tiene un horizonte *sómbrico* que comienza a  $\leq 150$  cm de la superficie del suelo (2).

**Someric (si)** (del español *somero*): que tiene un horizonte *móllico* o *úmbrico* de  $< 20$  cm de espesor.

**Spodic (sd)** (del griego *spodos*, ceniza de leña): que tiene un horizonte *spódico* que comienza a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Hyperspodic (jp)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un horizonte *spódico* de  $\geq 100$  cm de espesor.

**Protospodic (qp)** (del griego *protou*, antes): que tiene una capa, de  $\geq 2.5$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral y tiene:

- »  $\geq 0.5\%$  de *carbono orgánico del suelo* en el 1 cm más superficial; y
- » una subcapa con un valor de  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}$  de  $\geq 0.5\%$  que es  $\geq 2$  veces más alto que el valor de  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}$  más bajo de todas las capas minerales sobreyacentes, y que no tiene un horizonte *spódico* comenzando a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Spolic (sp)** (del latín *spoliare*, explotar): que tiene una capa, de  $\geq 20$  cm de espesor, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, con  $\geq 20\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de *artefactos* que contienen  $\geq 35\%$  (en volumen) de residuos industriales (desechos de minería, materiales dragados, escorias, cenizas, escombros, etc.) (*sólo en Technosols*) (2).

**Stagnic (st)** (del latín *stagnare*, inundar): que tiene una capa, de  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral, no forma parte de un horizonte *hidrágrico* y tiene:

- » propiedades *stágnicas*, en las cuales el área de colores reductimórficos más el área de colores oximórficos es  $\geq 25\%$  del área total de la capa; y
- » *condiciones reductoras* por algún tiempo durante el año en la mayor parte de aquel volumen de la capa que tiene los colores reductimórficos (2).

**Protostagnic (qw)** (del griego *protou*, antes): que tiene una capa, de  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral, no forma parte de un horizonte *hidrágrico* y tiene:

- » propiedades *stágnicas*, en las cuales el área de colores reductimórficos más el área de colores oximórficos es  $\geq 10\%$  y  $< 25\%$  del área total de la capa; y
- » *condiciones reductoras* por algún tiempo durante el año en la mayor parte de aquel volumen de la capa que tiene los colores reductimórficos (2).

**Relicstagnic (rw)** (del latín *relictus*, dejado atrás): que tiene una capa, de  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral y tiene

- » propiedades *stágnicas*, en las cuales el área de colores reductimórficos más el área de colores oximórficos es  $\geq 25\%$  del área total de la capa; y
- » no tiene *condiciones reductoras* (2).

**Subaquatic (sq)** (del latín *sub*, debajo, y *aqua*, agua): que está permanentemente sumergido por agua, no más profunda de 200 cm.

**Sulfatic (su)** (del latín *sulphur*, azufre): que tiene un horizonte *sálico* con una solución del suelo (1:1 en agua) con  $[SO_4^{2-}] \gg [HCO_3^-] > [Cl^-]$  (*sólo en Solonchaks*).

**Sulfidic (sf)** (del latín *sulpur*, azufre): que tiene material *sulfuroso*, de  $\geq 15$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Hypersulfidic (js)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene material *hipersulfuroso*, de  $\geq 15$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Hyposulfidic (ws)** (del griego *hypo*, debajo de): que tiene material *hiposulfuroso*, de  $\geq 15$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Takyric (ty)** (de las lenguas turcas *takyr*, tierra yerma): que tiene propiedades *takiricas*.

**Technic (te)** (del griego *technae*, arte): que tiene  $\geq 10\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de *artefactos* en los primeros 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad; o que tiene una capa, de  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 90$  cm de la superficie del suelo y contiene  $\geq 50\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de *artefactos* (5 o 2: Epi- y Endo- solamente).

**Hypertechnic (jt)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene  $\geq 20\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de *artefactos* en los primeros 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad (2).

**Prototechnic (qt)** (del griego *protou*, antes): que tiene  $\geq 5\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de *artefactos* en los primeros 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad; o que tiene una capa, de  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 90$  cm de la superficie del suelo y contiene  $\geq 25\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de *artefactos* (5 o 2: Epi- y Endo- solamente).

**Technoleptic (tl)**: ver *Leptic*.

**Tephric (tf)** (del griego *tephra*, montón de ceniza): que tiene material *téfrico* que comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo y tiene  $\geq 30$  cm de espesor, o  $\geq 10$  cm de espesor y está directamente sobre *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida (2).

**Prototephric (qf)** (del griego *protou*, antes): que tiene una capa con material *téfrico*, de  $\geq 10$  cm y  $< 30$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo y no alcanza la *roca continua*, un material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida.

**Terric (tr)** (del latín *terra*, tierra): que tiene un horizonte *térrico*, y

- » en Anthrosols, no tiene un horizonte *hórtico*, *irrágrico*, *plágico* o *prético* con un espesor de  $\geq 50$  cm (2: Panto- solamente), y
- » en otros suelos, no tiene un horizonte *hórtico*, *irrágrico*, *plágico* o *prético*.

**Thionic (ti)** (del griego *theion*, azufre): que tiene un horizonte *tiónico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Hyperthionic (ji)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un horizonte *tiónico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene un pH (1:1 en agua) de  $< 3.5$  (2).

**Hypothionic (wi)** (del griego *hypo*, debajo de): que tiene un horizonte *tiónico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene un pH (1:1 en agua) entre  $\geq 3.5$  y  $< 4$  (2).

**Thixotropic (tp)** (del griego *thixis*, contacto, y *tropae*, reversión): que tiene en alguna capa, dentro de  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo, material que cambia, bajo presión o frotado, de un estado plástico sólido a un estado licuado y vuelve a la condición sólida.

**Tidalic (td)** (del inglés *tide*, marea): que es afectado por el agua de las mareas, es decir, se localiza entre la línea media alta de mareas vivas y la línea media baja de mareas vivas.

**Tonguic (to)** (del inglés *tongue*, lengua): que muestra lenguas de un horizonte *chémico*, *móllico* o *úmbrico* dentro de una capa subyacente.

**Toxic (tx)** (del griego *toxikon*, veneno de flecha): que tiene en alguna capa, dentro de  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo, concentraciones tóxicas de sustancias orgánicas o inorgánicas, que no sean los iones Al, Fe, Na, Ca y Mg, o radioactividad peligrosa para los seres humanos.

**Anthrotoxic (at)** (del griego *anthropos*, ser humano): que tiene en alguna capa, dentro de  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo, concentraciones suficientemente altas y persistentes de sustancias orgánicas o inorgánicas como para afectar fuertemente la salud de las personas que tienen contacto regular con el suelo.

**Phytotoxic (yx)** (del griego *phyton*, planta): que tiene en alguna capa, dentro de  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo, concentraciones suficientemente altas de iones, que no sean Al, Fe, Na, Ca y Mg, como para afectar fuertemente el crecimiento de las plantas.

**Radiotoxic (rx)** (del latín *radius*, rayo): que tiene radioactividad peligrosa para los seres humanos.

**Zootoxic (zx)** (del griego *zoe*, vida): que tiene en alguna capa, dentro de  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo, concentraciones suficientemente altas y persistentes de sustancias orgánicas o inorgánicas como para afectar fuertemente la salud de animales, incluyendo a los seres humanos, que ingieren plantas que crecen en estos suelos.

**Transportic (tn)** (del latín *transportare*, transportar): que tiene una capa

- » de  $\geq 20$  cm de espesor en la superficie del suelo, o
- » con un espesor de  $\geq 50\%$  de todo el suelo si *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida comienza a  $\leq 40$  cm de la superficie del suelo,

con material de suelo que no cumple con los criterios de *artefactos* y ha sido movido de un área de origen fuera de la vecindad inmediata del suelo por actividad humana intencional, usualmente con la ayuda de maquinaria, y sin retrabajado o desplazamiento sustancial por fuerzas naturales (2; Ano- y Panto- solamente; no se puede usar un subcalificador si *roca continua* o material *duro técnico* comienzan a  $< 40$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Organotransportic (ot)** (del griego *organon*, herramienta): que tiene una capa

- » de  $\geq 20$  cm de espesor en la superficie del suelo, o
- » con un espesor de  $\geq 50\%$  de todo el suelo si *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida comienza a  $\leq 40$  cm de la superficie del suelo,

con material *orgánico* que no cumple con los criterios de *artefactos* y ha sido movido desde un área de origen fuera de la vecindad inmediata del suelo por actividad humana intencional, usualmente con la ayuda de maquinaria, y sin retrabajado o desplazamiento sustancial por fuerzas naturales (2; Ano- y Panto- solamente; no se puede usar un subcalificador si *roca continua* o material *duro técnico* comienzan a  $< 40$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Turbic (tu)** (del latín *turbare*, perturbar): que tiene características de crioturación (material mezclado, horizontes del suelo rotos, involuciones, intrusiones orgánicas, levantamiento por helada, separación de material grueso del fino, grietas o terreno en patrones), dentro de 100 cm de la superficie del suelo, por encima de un *horizonte crítico* o por encima de una capa con congelamiento estacional (2: sólo si se reconoce claramente como una capa).

**Relictiturbic (rb)** (del latín *relictus*, dejado atrás): que tiene características de crioturación dentro de 100 cm de la superficie del suelo, causadas por la acción de heladas en el pasado (2: sólo si se reconoce claramente como una capa).

**Umbric (um)** (del latín *umbra*, sombra): que tiene un horizonte *úmbrico* (2: Ano- y Panto- solamente).

**Anthroumbric (aw)** (del griego *anthropos*, ser humano): que tiene un horizonte *úmbrico* y propiedades *ántricas* (2: Ano- y Panto- solamente).

**Someriumbric (sw)** (del español *somero*): que tiene un horizonte *úmbrico* de  $< 20$  cm de espesor.

**Tonguiumbric (tw)** (del inglés *tongue*, lengua): que tiene un horizonte *úmbrico* que se inserta (como lenguas) dentro de una capa subyacente (2: Ano- y Panto- solamente; se refiere al horizonte *úmbrico*, no a las lenguas).

**Urbic (ub)** (del latín *urbs*, ciudad): que tiene una capa, de  $\geq 20$  cm de espesor, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, con  $\geq 20\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de *artefactos* que contienen  $\geq 35\%$  (en volumen) de escombros y desechos de asentamientos humanos (*sólo en Technosols*) (2).

**Uterquic (uq)** (del latín *uterque*, ambos): que tiene una capa con propiedades *gléyicas* dominantes y algunas partes con propiedades *stágnicas*.

**Vermic (vm)** (del latín *vermis*, lombriz): que tiene  $\geq 50\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de huecos de lombrices, moldes o madrigueras de animales rellenas en los primeros 100 cm del suelo o hasta *roca continua*, material *duro técnico* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

**Vertic (vr)** (del latín *vertere*, dar vuelta): que tiene un horizonte *vértico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Protovertic (qv)** (del griego *protou*, antes): que tiene un horizonte protovértico que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo; y que no tiene un horizonte *vértico* comenzando a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Vetic (vt)** (del latín *vetus*, viejo): que tiene, entre 25 y 100 cm de la superficie del suelo, una capa que tiene una suma de bases intercambiables (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) más Al intercambiable (por KCl 1 M, sin buffer) de  $< 6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de arcilla (2).

**Vitric (vi)** (del latín *vitrum*, vidrio): que tiene, dentro de  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, una o más capas con propiedades *ándicas* o *vítricas* con un espesor combinado de  $\geq 30$  cm (en *Cambisols*  $\geq 15$  cm), de los cuales  $\geq 15$  cm (en *Cambisols*  $\geq 7.5$  cm) tienen propiedades *vítricas* (2).

**Xanthic (xa)** (del griego *xanthos*, amarillo): que tiene un horizonte *ferrálico* que tiene en un subhorizonte, de  $\geq 30$  cm de espesor, comenzando a  $\leq 75$  cm del límite superior del horizonte ferrálico, en  $\geq 90\%$  de su área expuesta, un color Munsell con un matiz de 7.5 YR o más amarillo, un brillo de  $\geq 4$  y un croma de  $\geq 5$ , todos en húmedo.

**Yermic (ye)** (del español *yermo*): que tiene propiedades *yérmicas*, incluyendo un pavimento de desierto.

**Nudiyermic (ny)** (del latín *nudus*, desnudo): que tiene propiedades *yérmicas* sin un pavimento de desierto.

# Bibliografía

- Asiamah, R.D.** 2000. *Plinthite and conditions for its hardening in agricultural soils in Ghana*. Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana. (Thesis)
- Blakemore, L.C., Searle, P.L. & Daly, B.K.** 1987. *Soil Bureau analytical methods. A method for chemical analysis of soils*. NZ Soil Bureau Sci. Report 80. DSIRO.
- Blume, H.-P., Felix-Henningsen, P., Fischer, W., Frede, H.-G., Guggenberger, G., Horn, R. & Stahr, K. (eds.)**. 1995-2014. *Handbuch der Bodenkunde*. Wiley-VCH, Weinheim, 3584 pp.
- Bridges, E.M.** 1997. *World soils*. 3rd edition. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Broll, G., Brauckmann, H.-J., Overesch, M., Junge, B., Erber, C., Milbert, G., Baize, D. & Nachtergaele, F.** 2006. Topsoil characterization – recommendations for revision and expansion of the FAO-Draft (1998) with emphasis on humus forms and biological features. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 169 (3): 453-461.
- Buivydaité, V.V., Vaičys, M., Juodis, J. & Motuzas, A.** 2001. *Lietuvos dirvožemių klasifikacija*. Vilnius, Lietuvos mokslas.
- Burt, R., (ed.)**. 2004. *Soil survey laboratory methods manual*. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 4.0. Lincoln, USA, Natural Resources Conservation Service.
- Charzynski, P., Hulisz, P. & Bednarek, R. (eds.)**. 2013: *Technogenic soils of Poland*. Polish Society of Soil Science, Torun.
- Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy (CRGCST)**. 2001. *Chinese soil taxonomy*. Beijing and New York, USA, Science Press.
- CPCS**. 1967. *Classification des sols*. Grignon, France, Ecole nationale supérieure agronomique. 87 pp.
- FAO**. 1966. *Classification of Brazilian soils*, by J. Bennema. Report to the Government of Brazil. FAO EPTA Report No. 2197. Rome.
- FAO**. 1988. *Soil map of the world. Revised legend*, by FAO–UNESCO–ISRIC. World Soil Resources Report No. 60. Rome.
- FAO**. 1994. *World Reference Base for Soil Resources*, by ISSS–ISRIC–FAO. Draft. Rome/Wageningen, Netherlands.
- FAO**. 1998. *World Reference Base for Soil Resources*, by ISSS–ISRIC–FAO. World Soil Resources Report No. 84. Rome.



- FAO.** 2001a. *Lecture notes on the major soils of the world* (with CD-ROM), by P. Driessen, J. Deckers, O. Spaargaren & F. Nachtergaele, eds. World Soil Resources Report No. 94. Rome.
- FAO.** 2001b. *Major soils of the world*. Land and Water Digital Media Series No. 19. Rome.
- FAO.** 2003. *Properties and management of soils of the tropics*. Land and Water Digital Media Series No. 24. Rome.
- FAO.** 2005. *Properties and management of drylands*. Land and Water Digital Media Series No. 31. Rome.
- FAO.** 2006. *Guidelines for soil description*. 4th edition. Rome.
- FAO–UNESCO.** 1971–1981. *Soil map of the world 1:5 000 000*. 10 Volumes. Paris, UNESCO.
- Fieldes, M. & Perrott, K.W.** 1966. The nature of allophane soils: 3. Rapid field and laboratory test for allophane. *N. Z. J. Sci.*, 9: 623–629.
- Fox, C.A., Tarnocai, C. & Broll, G.** 2010. New A Horizon Protocols for Topsoil Characterization in Canada. *19<sup>th</sup> World Congress of Soil Science Proceedings*, Symposium 1.4.2.
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muñiz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, M.I. & Vargas, R. (eds.)** 2014. *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe*, Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, L-2995 Luxembourg, 176 pp.
- Gong, Z., Zhang, X., Luo, G., Shen, H. & Spaargaren, O.C.** 1997. Extractable phosphorus in soils with a fimic epipedon. *Geoderma*, 75: 289–296.
- Graefe, U., Baritz, R., Broll, G., Kolb, E., Milbert, G. & Wachendorf, C.** 2012. Adapting humus form classification to WRB principles. *EUROSOIL 2012, Book of Abstracts*, p. 954.
- Hewitt, A.E.** 1992. *New Zealand soil classification*. DSIR Land Resources Scientific Report 19. Lower Hutt.
- Ito, T., Shoji, S., Shirato, Y. & Ono, E.** 1991. Differentiation of a spodic horizon from a buried A horizon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55: 438–442.
- IUSS Working Group WRB.** 2006. *World Reference Base for Soil Resources 2006*. World Soil Resources Report No. 103, FAO, Rome.
- IUSS Working Group WRB.** 2007. *World Reference Base for Soil Resources 2006, First Update 2007*. FAO, Rome. [http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/doc/wrb2007\\_corr.pdf](http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/doc/wrb2007_corr.pdf)

- IUSS Working Group WRB.** 2010. *Guidelines for constructing small-scale map legends using the WRB*. FAO, Rome. <http://www.fao.org/nr/land/soils/soil/wrb-documents/en/>
- Ivanov, P., Banov, M. & Tsoleva, V.** 2009. Classification of Technosols from Bulgaria According to the World Reference Base (WRB) for Soil Resources. *Journal of Balkan Ecology*, vol. 12, No 1: 53-57.
- Jabiol, B., Zanella, A., Ponge, J.-F., Sartori, G., Englisch, M., van Delft, B., de Waal, R. & Le Bayon, R.C.** 2013. A proposal for including humus forms in the World Reference Base for Soil Resources (WRB-FAO). *Geoderma*, 192: 286-294.
- Jones, A., Montanarella, L. & Jones, R. (eds.)**. 2005. *Soil Atlas of Europe*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Jones, A., Stolbovoy, V., Tarnocai, C., Broll, G., Spaargaren, O. & Montanarella, L. (eds.)**. 2010. *Soil Atlas of the Northern Circumpolar Region*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Jones, A., Breuning-Madsen, H., Brossard, M., Dampha, A., Deckers, J., Dewitte, O., Gallali, T., Hallett, S., Jones, R., Kilasara, M., Le Roux, P., Micheli, E., Montanarella, L., Spaargaren, O., Thiombiano, L., Van Ranst, E., Yemefack, M. & Zougmore, R. (eds.)**. 2013. *Soil Atlas of Africa*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Krasilnikov, P.V. & García Calderón, N.E.** 2006. A WRB-based buried paleosol classification. *Quaternary International*, 156-157: 176-188.
- Krogh, L. & Greve, M.H.** 1999. Evaluation of World Reference Base for Soil Resources and FAO Soil Map of the World using nationwide grid soil data from Denmark. *Soil Use & Man.*, 15(3):157-166.
- Lehmann, A. & Stahr, K.** 2007. Nature and Significance of Anthropogenic Urban Soils. *Journal of Soils and Sediments*, 7 (4): 247-260.
- Mehlich, A.** 1953. Determination of P, Ca, Mg, K, Na and NH<sub>4</sub>. *North Carolina Soil Testing Division*, p. 195b. Raleigh.
- Munsell Soil Color Charts.** Munsell Color Co. Inc. Baltimore 18, Maryland 21218, USA.
- Nachtergaele, F.** 2005. The "soils" to be classified in the World Reference Base for Soil Resources. *Euras. Soil Sci.*, 38(Suppl. 1): 13-19.
- Němecěk, J., Macků, J., Vokoun, J., Vavříč, D. & Novák, P.** 2001. *Taxonomický klasifikační systém půd České Republiky*. Prague, ČZU.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. & Dean, L.A.** 1954. *Estimation of available phosphorus by extraction with sodium bicarbonate*. USDA Circ. 939. Washington, DC, United States Department of Agriculture.
- Poulenard, J. & Herbillon, A.J.** 2000. Sur l'existence de trois catégories d'horizons de référence dans les Andosols. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sci. Terre & plan.*, 331: 651-657.

- Shishov, L.L., Tonkonogov, V.D., Lebedeva, I.I. & Gerasimova, M.I. (eds.).** 2001. *Russian soil classification system*. Moscow, V.V. Dokuchaev Soil Science Institute.
- Shishov, L.L., Tonkonogov, V.D., Lebedeva, I.I. & Gerasimova, M.I. (eds.).** 2004. Classification and Diagnostics of Soils of Russia. Smolensk, Oecumena, 343 pp. [in Russian].
- Shoji, S., Nanzyo, M., Dahlgren, R.A. & Quantin, P.** 1996. Evaluation and proposed revisions of criteria for Andosols in the World Reference Base for Soil Resources. *Soil Sci.*, 161(9): 604–615.
- Soil Survey Staff.** 1999. *Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. 2nd Edition. Agric. Handbook 436. Washington, DC, Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture.
- Soil Survey Staff.** 2010. *Keys to soil taxonomy*. 11<sup>th</sup> Edition. Washington, DC, Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture.
- Sokolov, I.A.** 1997. Soil Formation and Exogenesis. Moscow. 241pp. [in Russian].
- Sombroek, W.G.** 1986. Identification and use of subtypes of the argillic horizon. *In: Proceedings of the International Symposium on Red Soils*, pp. 159–166, Nanjing, November 1983. Beijing, Institute of Soil Science, Academia Sinica, Science Press, and Amsterdam, Netherlands, Elsevier.
- Sullivan, L.A., Bush, R.T. & McConchie, D.** 2000. A modified chromium reducible sulfur method for reduced inorganic sulfur: optimum reaction time in acid sulfate soil. *Australian Journal of Soil Research*, 38, 729-34.
- Takahashi, T., Nanzyo, M. & Shoji, S.** 2004. Proposed revisions to the diagnostic criteria for andic and vitric horizons and qualifiers of Andosols in the World Reference Base for Soil Resources. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 50 (3): 431–437.
- Uzarowicz Ł. & Skiba, S.** 2011. Technogenic soils developed on mine spoils containing iron sulphides: Mineral transformations as an indicator of pedogenesis. *Geoderma*, 163(1-2): 95-108.
- Van Reeuwijk, L.P.** 2002. *Procedures for soil analysis*. 6th Edition. Technical Papers 9. Wageningen, Netherlands, ISRIC – World Soil Information.
- Varghese, T. & Byju, G.** 1993. *Laterite soils. Their distribution, characteristics, classification and management*. Technical Monograph 1. Thirivananthapuram, Sri Lanka, State Committee on Science, Technology and Environment.
- Zevenbergen, C., Bradley, J.P., van Reeuwijk, L.P., Shyam, A.K., Hjelmar, O. & Comans, R.N.J.** 1999. Clay formation and metal fixation during weathering of coal fly ash. *Env. Sci. & Tech.*, 33(19): 3405–3409.
- Zikeli, S., Kastler, M. & Jahn, R.** 2005. Classification of Anthrosols with vitric/andic properties derived from lignite ash. *Geoderma*, 124: 253–265.

## Anexo 1

# Descripción, distribución, uso y manejo de los Grupos de Suelos de Referencia

Este anexo presenta una visión general de todos los GSR (en orden alfabético). Se proporciona una breve descripción con los nombres correspondientes en otros sistemas principales de clasificación de suelos, seguido por la distribución regional de cada GSR. Cada descripción incluye uso y manejo de la tierra. En la publicación FAO (2001a) y en una serie de CD-ROM (FAO, 2001b, 2003 y 2005) se encuentra disponible información más detallada sobre cada GSR incluyendo características morfológicas, químicas, físicas y su génesis. Todas estas publicaciones reflejan la primera edición de la WRB (FAO, 1998); se planea editar para el futuro, nuevas publicaciones basadas en la actual (tercera).

## ACRISOLS

Los Acrisols, tienen un mayor contenido de arcilla en el suelo subsuperficial que en la capa superior del suelo, como resultado de procesos edafogenéticos (especialmente migración de arcilla) que conduce a la formación de un horizonte árgico en el suelo subsuperficial. Estos suelos tienen arcillas de baja actividad en el horizonte *árgico* y una baja saturación de bases en la profundidad de 50-100 cm. Muchos Acrisols se correlacionan con *Suelos rojo-amarillos podzólicos* (por ejemplo, Indonesia), *Argissolos* (Brasil), *Kurosols* (Australia), *Sols ferralitiques fortement ou moyennement désaturés* (Francia) y *Ultisols* con arcillas de baja actividad (Estados Unidos de América).

### Descripción resumida de Acrisols

*Connotación:* del latín *acer*, agudo. Suelos ácidos fuertemente meteorizados con baja saturación de bases en alguna profundidad.

*Material parental:* Sobre una amplia gama de materiales parentales, especialmente de rocas ácidas meteorizadas; y sobre todo, en arcillas fuertemente meteorizadas que están sometidas a constante degradación.

*Medio ambiente:* Principalmente antiguas superficies terrestres con topografía accidentada u ondulada, en las regiones con clima húmedo tropical/monzónico, subtropical o templado cálido. La vegetación natural típica es el bosque. En América del Sur, los Acrisols también se encuentran en la sabana.

*Desarrollo del perfil:* Diferenciación edafogenética en el contenido de arcilla, con un menor contenido en la capa superior y un mayor contenido en el suelo subsuperficial; la lixiviación de cationes básicos es debido a la humedad ambiental y el avanzado grado de meteorización. La pérdida de óxidos de hierro, junto con minerales de arcilla, puede conducir a un horizonte de eluviación blanquecino entre el horizonte superficial

y el horizonte *árgico* subsuperficial, pero los Acrisols carecen de las propiedades *réticas* de los Retisols.

### Distribución regional de Acrisols

Los Acrisols se encuentran en regiones de climas húmedos tropicales, húmedos subtropicales y cálidos templados y son las más extensas en el sudeste asiático, la periferia sur de la cuenca del Amazonas, el sureste de los Estados Unidos de América y en el este y el oeste de África. Son alrededor de 1 000 millones de hectáreas de Acrisols a nivel mundial.

### Uso y Manejo de Acrisols

La preservación del suelo superficial con su importante materia orgánica y la prevención de la erosión son condiciones previas para la agricultura en Acrisols. La limpieza mecánica de los bosques naturales con la extracción de raíces y relleno posterior de los agujeros con material superficial adyacente puede producir tierra inadecuada para la agricultura, si el antiguo suelo subsuperficial, ya en la superficie, tiene concentraciones de Al de nivel tóxico.

Si se practica la agricultura sedentaria en Acrisols, se requieren sistemas de cultivo adaptados con fertilización completa y un cuidadoso manejo. El sistema de agricultura ampliamente utilizado de corta y quema (agricultura itinerante) puede parecer primitivo, pero es una forma bien adaptada de uso de la tierra, desarrollado a lo largo de siglos de prueba y error. Si los períodos de ocupación son cortos (uno o sólo unos pocos años) y seguido de un período de regeneración suficientemente largo (de varias décadas), este sistema hace buen uso de los recursos limitados de los Acrisols. Se recomienda la agroforestación como alternativa al cultivo itinerante para proteger el suelo y lograr rendimientos más altos sin requerir insumos caros.

La agricultura de bajos insumos sobre Acrisols no es muy rentable. Cultivos comerciales poco exigentes y ácido-tolerantes como la piña, el anacardo, el té y el caucho se pueden cultivar con cierto éxito. Áreas crecientes de Acrisols están plantado con palma de aceite (por ejemplo, en Malasia y en Sumatra). Grandes áreas de Acrisols están bajo bosque, desde la selva alta y densa hasta bosques abiertos. La mayor parte de las raíces de los árboles se concentran en el horizonte superficial de humus y sólo unas pocas raíces se extienden hacia abajo en el suelo subsuperficial. Los Acrisols son adecuados para la producción de cultivos de riego y de secano sólo después de encalado y fertilización completa. La rotación de cultivos anuales con pasturas mejoradas mantiene el contenido de materia orgánica.

### ALISOLS

Los Alisols, tienen un mayor contenido de arcilla en el suelo subsuperficial que en la capa superior del suelo, como resultado de procesos edafogenéticos (especialmente migración de arcilla) que conduce a la formación de un horizonte *árgico* en el suelo subsuperficial. Los Alisols tienen arcillas de alta actividad en todo el horizonte *árgico* y una baja saturación de bases en una profundidad de 50-100 cm. Se forman predominantemente en regiones de clima húmedo tropical, húmedo subtropical y regiones templadas húmedas. Muchos Alisols se correlacionan con *Parabraunerden* (Alemania), *Argissolos* (Brasil), *Ultisols* con arcillas de alta actividad (Estados Unidos de América), *Kurosols* (Australia), y *Fersiasols* y *Sols fersiallitiques très lessivés* (Francia).

## Descripción resumida de Alisols

*Connotación:* Suelos con baja saturación de bases en cierta profundidad; del latín *alumen*, alumbre.

*Material parental:* En una amplia variedad de materiales parentales. La mayoría de los Alisols, registrados hasta ahora aparece en productos de meteorización de rocas básicas y materiales no consolidados.

*Medio ambiente:* Generalmente en topografía montañosa u ondulada, en climas húmedo tropical, húmedo subtropical y monzónico además de climas húmedos templados.

*Desarrollo del perfil:* Diferenciación edafogenética en el contenido de arcilla, con un menor contenido en la capa superior y un mayor contenido en el suelo subsuperficial, lixiviación de cationes básicos debido al ambiente húmedo sin una meteorización avanzada de arcillas de alta actividad. La pérdida de óxidos de hierro, junto con minerales de arcilla, puede conducir a un horizonte de eluviación blanquecino entre el horizonte superficial y el horizonte subsuperficial *árgico*, pero los Alisols carecen de las propiedades *réticas* de los Retisols.

## Distribución regional de Alisols

Las principales extensiones de Alisols están en América Latina (Ecuador, Nicaragua, Venezuela, Colombia, Perú y Brasil), en las Indias Occidentales (Jamaica, Martinica y Santa Lucía), en el África Occidental, las tierras altas de África Oriental, Madagascar y en el sudeste de Asia y el norte de Australia. FAO (2001a) estima que unos 100 millones de hectáreas de estos suelos en los trópicos están dedicadas a la agricultura.

Los Alisols aparecen también en las regiones subtropicales que se encuentran en China, Japón y al sureste de los Estados Unidos de América. Apariciones menores han sido encontradas alrededor del mar Mediterráneo (Italia, Francia y Grecia). También se extienden en regiones templadas húmedas.

## Uso y manejo de Alisols

Los Alisols aparecen predominantemente en topografía montañosa u ondulada. La generalmente inestable superficie del suelo cultivado en Alisols los hace susceptibles a la erosión; los suelos truncados son bastante comunes. Los niveles tóxicos de Al en poca profundidad y la pobre fertilidad natural del suelo son otras limitaciones en muchos Alisols. Como consecuencia, muchos Alisols sólo permiten cultivos de raíces poco profundas, y estos sufren de estrés por la sequía en la temporada seca. Un porcentaje significativo de Alisols son improductivos para una amplia variedad de cultivos. El uso de cultivos ácido-tolerantes o el pastoreo de bajo volumen es común. La productividad de Alisols en la agricultura de subsistencia es generalmente baja. Con fertilización y enclados completos, los cultivos en Alisols pueden beneficiarse de su considerable CIC y buena capacidad de retención de agua, y pueden eventualmente evolucionar a Luvisols. Los Alisols son cada vez más utilizados para plantaciones con cultivos tolerantes a Al, tales como el té y el caucho, pero también palma de aceite y, en algunos lugares, café, anacardo y caña de azúcar.

## ANDOSOLS

Los Andosols integran los suelos que se desarrollan en eyecciones volcánicas ricas en vidrio bajo casi cualquier clima (excepto bajo condiciones climáticas hiperáridas). Sin embargo, los Andosols también se pueden desarrollar en otros materiales ricos en silicato bajo meteorización ácida en climas húmedo y perhúmedo. Muchos Andosols pertenecen a *Kuroboku* (Japón), *Andisols* (Estados Unidos de América), *Andosols* y *Vitrisols* (Francia), y *Suelos de cenizas volcánicas* (Rusia).

### Descripción resumida de Andosols

*Connotación:* Típicamente suelos oscuros de paisajes volcánicos; del japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo.

*Material parental:* Eyecciones volcánicas ricas en vidrio (principalmente cenizas, pero también toba, piedra pómez, escoria y otros) bajo casi cualquier clima, o cualquier otro material rico en silicato bajo meteorización ácida en climas húmedo y perhúmedo.

*Medio ambiente:* De ondulado a montañoso, del Ártico a las regiones tropicales húmedas, en su mayoría con una amplia gama de tipos de vegetación.

*Desarrollo del perfil:* La meteorización rápida de vidrio volcánico resulta en la acumulación de complejos órgano-minerales estables (calificador Aluandic) o minerales de bajo grado de ordenamiento tales como alofano e imogolita (calificador Silandic). Además se forma ferrihidrita. La meteorización ácida de otros materiales ricos en silicato en climas húmedo y perhúmedo también conduce a la formación de complejos órgano-minerales estables.

### Distribución regional de Andosols

Los Andosols aparecen en regiones volcánicas en todo el mundo. Se encuentran concentraciones importantes alrededor de la cuenca del Pacífico ("anillo de fuego del Pacífico"): en la costa oeste de América del Sur, en América Central, México, Japón, el archipiélago de Filipinas, Indonesia, Papúa-Nueva Guinea y Nueva Zelanda. También ocupan un lugar destacado en muchas islas del Pacífico: Fiji, Vanuatu, Nueva Caledonia, Samoa y Hawaii. En África, las principales apariciones de Andosols se encuentran a lo largo del Valle del Rift de África Oriental en Kenia, Ruanda y Etiopía, y también en Camerún y Madagascar. En Europa, los Andosols se encuentran en Italia, Francia, Alemania e Islandia. El área total con Andosols se estima en unos 110 millones de hectáreas o menos del 1% de la superficie terrestre mundial. Más de la mitad de esta área se encuentra en los trópicos. Andosols procedentes de materiales parentales que no sean eyecciones volcánicas ricas en vidrio aparecen en regiones húmedas (a menudo montañosas), por ejemplo, en Rio Grande do Sul en el sudeste de Brasil.

### Uso y manejo de Andosols

Los Andosols tienen un alto potencial para la producción agrícola, pero muchos de ellos no son utilizados hasta su capacidad. Son suelos fértiles en general, particularmente aquellos de ceniza básica o intermedia no expuestos a una excesiva lixiviación. La fuerte fijación de fósforo en Andosols (causada por Al y Fe activos) es un problema. Medidas de mejora para reducir este efecto incluyen la aplicación de cal, sílice, materia orgánica y fertilizantes de fósforo.

Los Andosols tienen propiedades favorables para cultivar, para el enraizamiento de las plantas y la retención de agua. Los Andosols fuertemente hidratados son difíciles de labrar debido a su escasa capacidad de carga y su adhesividad.

Los Andosols se utilizan con una amplia variedad de cultivos incluyendo la caña de azúcar, tabaco, batata (tolerante a niveles bajos de fosfato), té, hortalizas, trigo y cultivos de huerta. Los Andosols en pendientes pronunciadas tal vez se mantienen mejor bajo bosque. El cultivo de arroz es un uso importante en estos suelos en tierras bajas con aguas freáticas poco profundas.

## **ANTHROSOLS**

Anthrosols comprenden suelos que han sido modificados profundamente por actividades humanas, tales como la adición de materia orgánica o mineral, carbón vegetal o residuos domésticos, o el riego y la labranza. El grupo incluye a suelos conocidos como *Plaggen soils*, *Paddy soils*, *Oasis soils* o *Terra Preta de Indio*. Muchos de ellos corresponden a *Suelos altamente cultivados* y *Suelos regados antiguamente* (Rusia), *Terrestrische anthropogene Böden* (Alemania), *Anthroposols* (Australia) y *Anthrosols* (China).

### **Descripción resumida de Anthrosols**

*Connotación:* Suelos con características destacadas que resultan de las actividades humanas; del griego *anthropos*, ser humano.

*Material parental:* Prácticamente cualquier material de suelo modificado por el cultivo extenso y continuo, o adición de material.

*Medio ambiente:* En muchas regiones en las cuales la gente ha practicado la agricultura durante largos períodos de tiempo.

*Desarrollo del perfil:* La influencia del hombre está normalmente restringida a los horizontes superficiales; la secuencia de los horizontes de un suelo enterrado puede estar intacta a cierta profundidad.

### **Distribución regional de Anthrosols**

Los Anthrosols se encuentran donde la gente ha practicado la agricultura desde hace mucho tiempo. Anthrosols con horizontes *plágico* son más comunes en el noroeste de Europa Central. Junto con Anthrosols con horizontes *térrico*, cubren más de 500 000 hectáreas.

Anthrosols con horizonte *irrágrico* se encuentran en áreas de riego en las regiones secas, por ejemplo, en Mesopotamia, en los oasis en las regiones desérticas de Asia Central y en algunas partes de la India. Anthrosols con horizonte *antrácuico* encima de un horizonte *hidrágrico* (suelos Paddy) ocupan extensas áreas en China y partes del sur y sudeste de Asia (por ejemplo, Sri Lanka, Viet Nam, Tailandia e Indonesia). Anthrosols con horizonte *hórtico* se encuentran en todo el mundo en donde los seres humanos han fertilizado el suelo con residuos domésticos y estiércol. La Terra Preta de Indio en la región amazónica frecuentemente tiene un horizonte *prético*.



## Uso y manejo de Anthrosols

Los horizontes *plágico* tienen propiedades físicas favorables (porosidad, penetración de raíces y la disponibilidad de humedad), pero muchos de ellos también tienen características químicas menos satisfactorias (acidez y deficiencia de nutrientes). Centeno, avena, cebada, patata y también los más exigentes remolacha azucarera y el trigo de verano son los cultivos más comunes en Anthrosols europeos con un horizonte *plágico*. Antes de la aplicación de fertilizantes químicos, los rendimientos fueron, de centeno 700 - 1 100 kg/ha, o 4.5 veces la cantidad de semilla utilizada. Hoy en día, estos suelos reciben generosas dosis de fertilizantes y los niveles de rendimiento promedio por hectárea para el centeno, la cebada y el trigo de verano son 5 000, 4 500 y 5 500 kg/ha respectivamente. La remolacha azucarera y la patata producen 40-50 toneladas/ha. Hoy en día, se utiliza cada vez más para la producción de ensilaje de maíz y pasto; los niveles de producción por hectárea de 12 a 13 toneladas de maíz seco de ensilaje y 1 013 toneladas de pasto seco se consideran normales. En algunos lugares, Anthrosols con horizontes *plágico* se utilizan para viveros y horticultura. El buen drenaje y el color oscuro de la superficie del suelo (calentamiento a principios de la primavera) hacen posible sembrar o plantar a principios de la temporada. Los suelos con horizontes *plágico* profundos en los Países Bajos tuvieron gran demanda para el cultivo de tabaco hasta la década de 1950.

Muchos suelos de jardín, por ejemplo, en Europa y China, tienen un horizonte *hórtico*. Estos han sido enriquecidos con abono orgánico. Suelos de cocina son otro grupo de Anthrosols con un horizonte *hórtico*. Ejemplos bien conocidos están situados en las terrazas de los ríos en el sur de Maryland, Estados Unidos de América. Estos suelos tienen profundas y negras partes superficiales formadas en capas con desechos de cocina (principalmente conchas de ostra, huesos de pescado, etc.) de antiguos asentamientos indios. Muchos países poseen pequeñas áreas de suelos que fueron modificados por los primeros habitantes. Todos los horizontes *hórticos* proporcionan un buen hábitat para la fauna del suelo.

El cultivo de arroz inundado conduce al desarrollo de un horizonte *antrácuico* y después de mucho tiempo de manejo también a un horizonte *hidrágrico* subyacente. El encharcamiento de los humedales de los campos de arroz (que implica la destrucción de la estructura natural del suelo por la labranza intensiva cuando el suelo está saturado con agua) se hace intencionalmente, entre otras cosas para reducir las pérdidas por percolación.

Anthrosols con horizontes *irrágrico* se forman como resultado de la sedimentación prolongada (predominantemente limo y arcilla) de agua de riego, y su espesor puede alcanzar los 100 cm. Un caso especial se encuentra en las áreas de depresión donde los cultivos de temporada son comúnmente plantados en los caballones construidos que alternan con los surcos de drenaje. El suelo original de las áreas de los caballones está enterrado bajo una gruesa capa de material de suelo agregado.

En algunas partes de Europa Occidental, sobre todo en Irlanda y el Reino Unido, materiales calcáreos (por ejemplo, arenas de playa) fueron acarreados a áreas con Arenosols ácidos, Podzols, Retisols e Histosols. Poco a poco estas capas superficiales modificadas de material mineral, se convirtieron en horizontes *térricos* que dieron al suelo mucho mejores propiedades para cultivos arables en comparación con el suelo superficial original. Recientemente, se han creado horizontes *térricos* por la simple adición de material mineral que se mezcla completamente con el suelo original, por ejemplo, en el sur de Italia. En el centro de México, suelos profundos se construyeron de sedimentos lacustres ricos en materia orgánica, formando de esta manera un

sistema de islas y canales artificiales (chinampas). Estos suelos tienen un horizonte *térrico* y fueron las tierras más productivas del imperio azteca; ahora la mayoría de esos suelos están afectados por la salinización.

Típico para las Tierras Oscuras Amazónicas (Terra Preta de Indio) es el horizonte *prético* que ha sido creado por la adición de carbón vegetal, residuos vegetales y desechos de cocina.

## ARENOSOLS

Los Arenosols comprenden suelos arenosos profundos. Esto incluye suelos de arenas residuales después de una meteorización in situ de sedimentos o rocas generalmente ricos en cuarzo. También incluye suelos de arenas recientemente depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas. Suelos semejantes en otros sistemas de clasificación incluyen *Psammets* (Estados Unidos de América), *Sols minéraux bruts* y *Sols peu évolués* (Francia), *Arenic Rudosols/Tenosols* (Australia) *Psammozems* (Rusia) y *Neossolos* (Brasil).

### Descripción resumida de Arenosols

*Connotación:* Suelos arenosos; del latín *arena*, arena.

*Material parental:* Materiales de textura arenosa, no consolidados, traslocados, a veces calcáreos; áreas relativamente pequeñas de Arenosols aparecen en roca silíceas extremadamente meteorizadas.

*Medio ambiente:* Desde árido a húmedo y perhúmedo, y de extremadamente frío a extremadamente caliente; la topografía varía de dunas recientes, crestas de playa y llanuras de arena hasta antiguas mesetas; los rangos de vegetación desde desiertos con vegetación dispersa (principalmente herbácea) al bosque ligero.

*Desarrollo del perfil:* En zonas secas, hay poco o ningún desarrollo del suelo. Arenosols en los trópicos perhúmedos tienden a desarrollar horizontes de eluviación gruesos compuestos de material *álbico* (donde el horizonte *spódico* puede aparecer por debajo de los 200 cm desde la superficie del suelo) o tiende a evolucionar desde Ferralsols después de la meteorización de la caolinita.

### Distribución regional de Arenosols

Los Arenosols son uno de los GSR más extensos del mundo; incluyendo arenas móviles y dunas activas que cubren cerca de 1 300 millones de hectáreas o el 10% de la superficie terrestre. Grandes extensiones de profundas arenas eólicas se encuentran en la meseta de África Central entre el ecuador y los 30° Sur. Estas arenas del Kalahari forman el mayor cuerpo de arenas sobre la tierra. Otras áreas de Arenosols aparecen en la región Saheliana de África, varias partes del Sáhara, centro y oeste de Australia, el Cercano Oriente y el oeste de China. Llanuras costeras arenosas y áreas de dunas costeras tienen extensiones geográficas más pequeñas.

Aunque los Arenosols ocupan gran parte de las regiones áridas y semiáridas, se encuentran en la más amplia gama de climas, desde muy árido a muy húmedo y de frío a cálido. Los Arenosols se han generalizado en los paisajes eólicos pero aparecen también en arenas marinas, litorales y lacustres y en mantos de meteorización de grano grueso de rocas silíceas, principalmente areniscas, cuarcita y granito. No existe

limitación en cuanto a la edad o período en que se llevó a cabo la formación del suelo. Los Arenosols aparecen en superficies muy antiguas, así como en formas de paisajes recientes, y pueden estar asociados con casi cualquier tipo de vegetación.

### Uso y manejo de Arenosols

Los Arenosols aparecen en ambientes muy diferentes, y las posibilidades de utilizarlos para la agricultura varían en consecuencia. La característica que todos los Arenosols tienen en común es su textura gruesa, que explica su generalmente alta permeabilidad y baja capacidad de retención de agua y almacenamiento de nutrientes. Por otro lado, los Arenosols ofrecen facilidad de labranza, enraizamiento y cosecha de cultivos de raíces y tubérculos.

Los Arenosols en **tierras áridas** y **semiáridas** con precipitaciones anuales de menos de 300 mm son predominantemente utilizados para el pastoreo extensivo (nómada). El cultivo de secano es posible cuando la precipitación anual supera los 300 mm. Baja coherencia, baja capacidad de almacenamiento de nutrientes y alta sensibilidad a la erosión son graves limitaciones de los Arenosols en la zona seca. Buenos rendimientos de cultivos de granos pequeños, melones, legumbres y cultivos forrajeros se han conseguido sobre Arenosols irrigados pero las pérdidas por alta percolación pueden hacer impracticable el riego superficial. El riego por goteo o por aspersión, posiblemente combinado con una cuidadosa dosificación de fertilizantes, puede remediar la situación. Muchas áreas con Arenosols en la zona Saheliana (precipitación anual de 300 a 600 mm) son de transición hasta el Sahara y sus suelos están cubiertos con escasa vegetación. El pastoreo incontrolado y el desmonte para el cultivo sin una apropiada conservación de suelo pueden desestabilizar fácilmente a estos, convirtiéndolos de nuevo en dunas cambiantes.

Los Arenosols en la **zona templada húmeda** y **subhúmeda** tienen limitaciones similares a los de la zona seca, aunque la sequía es una limitación menos grave. En algunos casos, por ejemplo, en la horticultura, la baja capacidad de retención de humedad de los Arenosols se considera una ventaja debido a que los suelos se calientan más temprano en la estación. En los sistemas agrícolas mixtos (que son mucho más comunes) con cereales y plantas forrajeras y pastizales, se aplica riego por aspersión complementario durante los períodos secos. Una gran parte de los Arenosols de la zona templada está bajo bosque, ya sea bosque de producción o rodales en reservas naturales cuidadosamente manejadas.

Los Arenosols en los **trópicos húmedos** es mejor dejarlos bajo su vegetación natural, particularmente aquellos Arenosols profundamente meteorizados, que contienen material *álbico*. Como los elementos nutrientes están todos concentrados en la biomasa y en la materia orgánica del suelo, el desmonte de la tierra inevitablemente producirá un mal terreno infértil sin valor ecológico o económico. Bajo bosque, la tierra puede todavía producir algo de madera (por ejemplo, *Agathis spp.*) y madera para pulpa y la industria papelera. El cultivo permanente de cosechas anuales requiere la gestión de insumos que por lo general no son económicamente justificables. En algunos lugares, los Arenosols han sido plantados con cultivos perennes tales como el caucho y la pimienta; las arenas costeras están extensamente utilizadas para plantaciones, tales como coco, anacardo, casuarinas y pinos, especialmente donde las aguas subterráneas están al alcance del sistema radicular. Cultivos de raíces y tubérculos se benefician con la facilidad de recolección, en particular de yuca, por su tolerancia a niveles bajos de nutrientes. El maní (incluyendo nuez Mambara) se puede encontrar en suelos mejores.

Los Arenosols y suelos relacionados con una textura superficial arenosa en algunas regiones (por ejemplo, Australia Occidental y partes de África del Sur) pueden desarrollar repelencia al agua, por lo general causada por los exudados hidrofóbicos de hongos del suelo que recubren los granos de arena. La repelencia al agua es más intensa después de largos períodos de clima cálido y seco que conduce a una infiltración diferencial de agua. Esto se piensa que tiene significancia ecológica en la promoción de la diversidad de especies de plantas (por ejemplo, en Namaqualand). Agentes humectantes (tensioactivos tales como lignosulfonato de calcio) a veces se utilizan para lograr la penetración del agua de manera más uniforme bajo riego. Los productores de trigo de las tierras secas en Australia aplican arcilla a sus suelos arenosos con maquinaria especializada. Los resultados (germinación más uniforme y mejor eficiencia herbicida) puede resultar económicamente atractivo cuando se dispone de una fuente local de arcilla.

## **CALCISOLS**

Los Calcisols integran suelos con una sustancial acumulación de carbonatos secundarios. Los Calcisols están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales altamente calcáreos. Muchos Calcisols anteriormente han sido llamados *Suelos de Desierto*. En los Estados Unidos de América la mayoría de ellos pertenecen a los *Calcids*, y en Australia a los *Calcarosols*. En el Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981) la mayoría de estos suelos pertenecían a los *Xerosols* y en una extensión menor a los *Yermosols*.

### **Descripción resumida de Calcisols**

*Connotación:* Suelos con una acumulación sustancial de carbonatos secundarios; del latín *calx*, cal.

*Material parental:* Principalmente depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases.

*Medio ambiente:* De tierras llanas a montañosas en regiones áridas y semiáridas. La vegetación natural es escasa y dominada por árboles y arbustos xerófilos y/o pastos y hierbas efímeros.

*Desarrollo del perfil:* Los Calcisols típicos tienen un horizonte superficial de color pardo claro; una sustancial acumulación de carbonatos secundarios se produce dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.

### **Distribución regional de Calcisols**

Es difícil cuantificar con exactitud la extensión a nivel mundial de los Calcisols. Muchos Calcisols aparecen junto con Solonchaks que son Calcisols afectados por sales, y/o con otros suelos que tienen acumulación de carbonatos secundarios, pero no suficiente para clasificarlos como Calcisols. El área total de Calcisols bien puede ascender a unos 1 000 millones de hectáreas, la mayoría de ella en los trópicos y subtropicos áridos y semiáridos de ambos hemisferios.

## Uso y Manejo de Calcisols

Extensas áreas de los llamados Calcisols naturales están bajo arbustos, pastos y hierbas y son utilizados para el pastoreo extensivo. Cultivos tolerantes a la sequía como el girasol pueden desarrollarse en seco, preferiblemente después de uno o unos pocos años de barbecho, pero los Calcisols alcanzan su máxima capacidad productiva cuando son regados cuidadosamente. Grandes áreas de Calcisols son usadas para producción de cultivos de regadío de trigo de invierno, melones y algodón en la zona mediterránea. *Sorghum bicolor* ("el sabeem") y cultivos forrajeros como el pasto Rhodes y alfalfa son tolerantes a niveles elevados de Ca. Unos 20 cultivos vegetales se han cultivado con éxito en Calcisols de regadío fertilizados con nitrógeno, fósforo y oligoelementos como hierro y zinc.

El riego por surcos es superior al riego por inundación en los Calcisols con riesgo de disgregarse porque se reduce la formación de costra superficial / apelmazamiento y la mortalidad de las plántulas; las leguminosas en particular, son vulnerables en la etapa de plántula. En algunos lugares, los cultivos herbáceos se ven obstaculizados por la pedregosidad del suelo superficial y/o un horizonte *petrocálcico* a poca profundidad.

## CAMBISOLS

Los Cambisols combinan suelos con formación al menos de un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y coloración principalmente parduzca, el aumento de porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos. Otros sistemas de clasificación de suelos se refieren a muchos Cambisols como *Braunerden* y *Terrae fuscae* (Alemania), *Sols bruns* (Francia), *Burozems* (Rusia) y *Tenosols* (Australia). El nombre Cambisols fue acuñado por el Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981) y más tarde adoptado por Brasil (*Cambissolos*). En los Estados Unidos de América eran llamados anteriormente *Brown soils* / *Brown forest soils* y ahora se denominan *Inceptisols*.

### Descripción resumida de Cambisols

*Connotación:* Suelos con al menos la formación de un horizonte incipiente de diferenciación en el subsuelo, evidente por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato; del latín *cambire*, cambiar.

*Material parental:* Materiales de textura media y fina derivados de una amplia gama de rocas.

*Medio ambiente:* De terrenos llanos a montañosos en todos los climas; amplia gama de tipos de vegetación.

*Desarrollo del perfil:* Los Cambisols se caracterizan por la meteorización leve o moderada de material parental y por la ausencia de cantidades apreciables de iluviación de arcilla, materia orgánica o compuestos de Al y/o Fe. Los Cambisols también abarcan suelos que no cumplen una o más características de diagnóstico de otros GSR, incluyendo aquellos altamente meteorizados.

## Distribución regional de Cambisols

Los Cambisols cubren un área estimada de 1 500 millones de hectáreas a nivel mundial. Este GSR está particularmente bien representado en regiones templadas y boreales que estuvieron bajo la influencia de glaciaciones durante el pleistoceno, en parte debido a que el material del suelo es todavía joven, pero también porque la formación del suelo es lenta en regiones frías. Los ciclos de erosión y depósito explican la presencia de Cambisols en regiones montañosas. Los Cambisols también aparecen en regiones secas, pero son menos comunes en los trópicos y subtropicales húmedos donde la meteorización y la formación del suelo se producen más rápidamente que en las regiones templadas, boreales y secas. Las jóvenes llanuras aluviales y terrazas del sistema Ganges- Brahmaputra son probablemente las más grandes superficies de Cambisols en los trópicos. Los Cambisols también son comunes en áreas con erosión geológica activa, donde pueden encontrarse en asociación con suelos tropicales maduros.

## Uso y manejo de Cambisols

Generalmente los Cambisols constituyen buenas tierras agrícolas y se utilizan intensivamente. Los Cambisols con alta saturación de bases en la zona templada están entre los suelos más productivos de la tierra. Los Cambisols más ácidos, aunque menos fértiles, se utilizan para la agricultura de cultivos mixtos, para el pastoreo y como tierras forestales. Los Cambisols en pendientes pronunciadas se mantienen mejor bajo bosque; esto es particularmente válido para los Cambisols de zonas montañosas .

Los Cambisols sobre llanuras aluviales irrigadas en las zonas secas se utilizan intensivamente para la producción de cultivos de alimentos y oleaginosas. Los Cambisols en terreno ondulado o con colinas se usan con una variedad de cultivos anuales y perennes o se utilizan como tierra de pastoreo.

Los Cambisols en los trópicos húmedos son típicamente pobres en nutrientes pero son todavía más ricos que los Acrisols o Ferralsols asociados, y tienen una mayor CIC. Los Cambisols con influencia de nivel freático en llanuras aluviales son altamente productivos si se utilizan para arroz inundado.

## CRYOSOLS

Cryosols comprenden suelos minerales formados en un ambiente de permafrost. Las capas subsuperficiales (horizonte *criico*) se congelan de forma permanente, y si está presente, el agua aparece en forma de hielo. Los procesos criogénicos son los procesos dominantes formadores de suelos en la mayoría de los Cryosols. Los Cryosols son ampliamente conocidos como *Permafrost soils*, *Cryomorphic soils* o *Polar desert soils*. Otros nombres comunes para muchos Cryosols son *Gelisols* (Estados Unidos de América) y *Cryozems* (Rusia).

## Descripción resumida de Cryosols

*Connotación:* Suelos afectados por el hielo; del griego *kryos*, frío, hielo.

*Material parental:* Una amplia variedad de materiales, incluyendo till glaciar y material eólico aluvial, coluvial y residual.

*Medio ambiente:* En áreas planas a montañosas en regiones antárticas, árticas,

subárticas y boreales afectadas por permafrost. Los Cryosols están asociados a regiones de tundra con vegetación escasa y también continua, bosques de coníferas y líquenes de dosel abierto (dominado por el alerce) y coníferas de dosel cerrado o bosque caducifolio mixto de coníferas.

*Desarrollo del perfil:* En presencia de agua, los procesos criogénicos producen horizontes crioturbados, levantamiento por helada, agrietamiento térmico, segregación por hielo y un modelado del terreno con microrelieve.

### **Distribución regional de Cryosols**

Geográficamente, los Cryosols son circumpolares en ambos hemisferios sur y norte. Cubren un área estimada de 1 800 millones de hectáreas o el 13% de la superficie terrestre mundial. Estos suelos están muy extendidos en las zonas ártica, subártica y boreal y esporádicamente en regiones montañosas más templadas. Las principales áreas con Cryosols se encuentran en la Federación de Rusia (1 000 millones de hectáreas), Canadá (250 millones de hectáreas), China (190 millones de hectáreas), Alaska (110 millones de hectáreas) y en partes de Mongolia. Existen áreas más pequeñas en el norte de Europa, Groenlandia y en las zonas libres de hielo de la Antártida.

### **Uso y manejo de Cryosols**

La actividad biológica, natural y causada por el hombre, en los Cryosols se limita a la capa superficial activa que se deshela cada verano y que también protege el permafrost subyacente. La eliminación de la capa de turba en la parte superior del suelo o de la vegetación y/o la perturbación del suelo superficial a menudo conducen a alteraciones de la profundidad del permafrost y a rápidos y drásticos cambios ambientales con posibles daños a edificios.

La mayoría de áreas de Cryosols en América del Norte y Eurasia están en estado natural y aportan la vegetación suficiente para el pastoreo de animales como el caribú, los renos y el buey almizclero. Las grandes manadas de caribúes todavía migran estacionalmente en la parte norte de América del Norte; la cría de renos es una industria importante en las vastas zonas del norte, en especial en el norte de Europa. El sobrepastoreo conduce rápidamente a la erosión y otros problemas ambientales.

Las actividades humanas, principalmente en relación con la agricultura, producción y extracción de petróleo y gas y minería han tenido un impacto importante en estos suelos. Ha ocurrido un severo termokarst en la tierra desmontada para la agricultura. El manejo inadecuado de las tuberías y la minería pueden causar derrames de petróleo y contaminación química de grandes superficies.

### **CHERNOZEMS**

Los Chernozems incluyen suelos con una capa mineral superficial gruesa, negruzca rica en materia orgánica. El ruso V.V. Dokuchaev, edafólogo, acuñó el nombre Chernozem en 1883 para denotar los suelos típicos de las estepas de pastos altos en la Rusia continental. Muchos Chernozems corresponden a *Kalktschernoseme* (Alemania), *Chernosols* (Francia), *Eluviated black soils* (Canadá) y *Chernossolos* (Brasil). En los Estados Unidos de América fueron antiguamente llamados *Calcareous black soils* y pertenecen ahora a varios subórdenes (especialmente *Udolls*) de los *Mollisols*.

### Descripción resumida de Chernozems

*Connotación:* Suelos negruzcos ricos en materia orgánica; del ruso *chorniy*, negro, y *zemlya*, tierra.

*Material parental:* Principalmente sedimentos eólicos y sedimentos eólicos removilizados (loess).

*Medio ambiente:* Regiones con clima continental con inviernos fríos y veranos calurosos, que están secos al menos a finales del verano; en llanuras onduladas o planas con vegetación de pastos altos (bosque de madera dura especialmente en la zona de transición del norte).

*Desarrollo del perfil:* Horizonte *chérnico* superficial negruzco, en muchos casos, sobre un horizonte *cámbico* o *árgico*; con carbonatos secundarios (propiedades *protocálcicas* u horizonte *cálcico*) en el subsuelo.

### Distribución regional de Chernozems

Los Chernozems cubren un área estimada de 230 millones de hectáreas a nivel mundial, principalmente en las estepas de latitudes medias de Eurasia (al norte de la zona con Kastanozems) y América del Norte.

### Uso y manejo de Chernozems

Edafólogos rusos califican a los profundos Chernozems centrales entre los mejores suelos del mundo. Como menos de la mitad de todos los Chernozems en Eurasia están siendo utilizados para cultivos herbáceos, estos suelos constituyen un recurso formidable para el futuro. La preservación de la favorable estructura del suelo a través de una labranza en el mejor momento y la irrigación oportuna en bajas cantidades previenen la erosión hídrica y eólica. Se requiere la aplicación de fertilizantes fosfatados para obtener altos rendimientos. El trigo, la cebada y el maíz son los principales cultivos junto a otros cultivos alimenticios. Parte de la zona de Chernozem se utiliza para la cría de ganado. En el norte del cinturón templado el período de posible crecimiento es corto y los principales cultivos que se desarrollan son trigo y cebada, en algunos lugares, en rotación con vegetales. El maíz y el girasol están ampliamente cultivados en el cinturón templado cálido. La producción de maíz tiende a estancarse en los años más secos a menos que el cultivo sea irrigado adecuadamente.

### DURISOLS

Están asociados principalmente con superficies antiguas en ambientes áridos y semiáridos e incluyen a los suelos someros a moderadamente profundos, moderadamente bien a bien drenados que contienen sílice ( $\text{SiO}_2$ ) secundaria cementada dentro de los 100 cm de la superficie del suelo. Muchos Durisols son conocidos como *Suelos Hardpan* o *Duric Kandosols* (Australia), *Dorbank* (Sudáfrica), o *Durids* (Estados Unidos de América). En el Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981) estos son las *fases duripán* de otros suelos, por ejemplo, *Calcisols*.

### Descripción resumida de Durisols

*Connotación:* Suelos con sílice secundaria endurecida; del latín *durus*, duro.



*Material parental:* Materiales ricos en silicatos, principalmente depósitos aluviales y coluviales de todas clases texturales.

*Medio ambiente:* Llanuras aluviales planas y ligeramente inclinadas, terrazas y planicies de pie de monte con suave pendiente en regiones áridas, semiáridas y mediterráneas.

*Desarrollo del perfil:* Suelos fuertemente meteorizados con una capa dura de sílice secundaria (horizonte petrodúrico) o nódulos de sílice secundaria (horizonte dúrico); son comunes los Durisols erosionados con horizonte petrodúrico expuesto en terrenos con pendientes suaves.

### **Distribución regional de Durisols**

Extensas áreas de Durisols aparecen en Australia, Sudáfrica, Namibia y en los Estados Unidos de América (particularmente en Nevada, California y Arizona); menores extensiones se han reconocido en México, América Central y América del Sur, además de Kuwait. Los Durisols se han introducido recientemente en las clasificaciones internacionales de suelos y por eso no han sido cartografiados como tales. Todavía no hay información precisa disponible sobre la extensión de estos suelos.

### **Uso y manejo de Durisols**

El uso de los Durisols se limita a la ganadería extensiva (pastizales). Los Durisols en ambientes naturales generalmente soportan la suficiente vegetación para contener la erosión, pero en otros lugares la erosión del suelo superficial está muy extendida. En las regiones secas, donde los Durisols fueron erosionados hasta su resistente horizonte *petrodúrico*, se producen paisajes estables. Los Durisols pueden cultivarse con algún éxito donde hay suficiente agua de riego disponible. Puede ser necesario romper o eliminar por completo un horizonte *petrodúrico* si forma una barrera para las raíces y a la penetración del agua. El exceso en los niveles de sales solubles puede afectar a los Durisols en zonas bajas. Fragmentos de horizontes *petrodúricos* son ampliamente utilizados en la construcción de carreteras.

### **FERRALSOLS**

Los Ferralsols representan los clásicos, profundamente meteorizados, suelos rojos o amarillos de los trópicos húmedos. Estos suelos tienen límites de horizontes difusos, un conjunto de arcillas dominado por arcillas de baja actividad (principalmente caolinita) y un alto contenido de sesquióxidos. Algunos nombres locales se refieren al color del suelo. Muchos Ferralsols son conocidos como *Oxisols* (Estados Unidos de América), *Latossolos* (Brasil), *Alítico*, *Ferrítico* y *Ferralítico* (Cuba), *Kandosols* (Australia), *Sols ferralitiques* (Francia) y *Ferralitic soils* (Rusia).

### **Descripción resumida de Ferralsols**

*Connotación:* Suelos tropicales rojos y amarillos con un alto contenido de sesquióxidos; del latín *ferrum*, hierro, y *alumen*, alumbre.

*Material parental:* Material fuertemente meteorizado sobre antiguas y estables superficies geomorfológicas; desarrollo más rápido sobre material meteorizado de rocas básicas que material silíceo.

*Medio ambiente:* Típicamente de tierras llanas a onduladas del pleistoceno o más antiguas; menos común sobre rocas más jóvenes con facilidad de meteorización. Zonas de trópico húmedo o perhúmedo; menores apariciones en otros lugares en donde se consideran relictos de épocas pasadas con clima más cálido y húmedo que el actual.

*Desarrollo del perfil:* La profunda e intensa meteorización ha dado como resultado una concentración residual de minerales primarios resistentes (por ejemplo, cuarzo) junto con sesquióxidos y caolinita. Esta mineralogía y el relativamente bajo pH explican la microestructura estable (pseudoarena) y el amarillento (goethita) o rojizo (hematita) color del suelo.

### **Distribución regional de Ferralsols**

La extensión mundial de Ferralsols se estima en unos 750 millones de hectáreas, casi exclusivamente en los trópicos húmedos en los escudos continentales de América del Sur (especialmente Brasil) y África (especialmente Congo, República Democrática del Congo, parte sur de la República Centroafricana, Angola, Guinea y Madagascar oriental). Fuera de los escudos continentales, los Ferralsols están restringidos a regiones con rocas básicas de fácil meteorización y un clima cálido y húmedo, por ejemplo, en el sudeste de Asia.

### **Uso y manejo de los Ferralsols**

La mayoría de los Ferralsols tienen buenas propiedades físicas. Gran profundidad del suelo, buena permeabilidad y microestructura estable hacen a los Ferralsols menos susceptibles a la erosión que la mayoría de otros suelos tropicales intensamente meteorizados. Los Ferralsols húmedos son friables y es fácil trabajar en ellos. Están bien drenados pero ocasionalmente pueden secarse debido a su baja capacidad de retención de humedad.

La fertilidad química de los Ferralsols es pobre; los minerales meteorizables son escasos o están ausentes, y la retención de cationes por la fracción mineral del suelo es débil. Bajo la vegetación natural, los elementos nutrientes que son absorbidos por las raíces de mayor profundidad son lentamente devueltos a la superficie del suelo con la caída de las hojas y otros restos vegetales. La mayor parte de nutrientes que se reciclan están contenidos en la biomasa; los nutrientes disponibles para las plantas en el suelo se concentran en la materia orgánica. Si el proceso de reciclaje de nutrientes es interrumpido, por ejemplo, después de la introducción de agricultura de subsistencia de bajos insumos, la capa superficial del suelo se agotará rápidamente de nutrientes para las plantas.

El mantenimiento de la fertilidad del suelo mediante el abono, cubrir con residuos y/o adecuados (es decir, tiempo suficiente) períodos de barbecho o prácticas agroforestales, y la prevención de la erosión del suelo superficial, son requisitos de manejo importantes.

La fuerte retención (fijación) de P es un problema característico en los Ferralsols (y varios otros suelos, por ejemplo, Andosols). Los Ferralsols también son normalmente bajos en cationes básicos y algunos 20 micronutrientes. La deficiencia de silicio es posible cuando se cultivan plantas demandantes de silicio (por ejemplo, pastos). En Mauritius, se mide el abastecimiento del suelo en silicio disponible y se fertiliza con enmiendas de silicio. El manganeso y el zinc que son muy solubles a pH bajo, pueden, a veces, alcanzar niveles tóxicos en el suelo o volverse deficientes después de una intensa

lixiviación del suelo. También pueden encontrarse deficiencias de boro y cobre.

En Ferralsols con un pH bajo, el encalado es un medio para elevar el pH del suelo superficial enraizado. El encalado combate la toxicidad de Al y eleva la CIC efectiva. Por otro lado, reduce la capacidad de intercambio de aniones, que puede conducir a un colapso de elementos microestructurales y disgregación de la superficie del suelo. En consecuencia, las pequeñas dosis frecuentes de cal o escoria básica son preferibles a una aplicación masiva; 0.5-2 t/ha de cal o dolomita son normalmente suficiente para suministrar Ca como nutriente y para tamponar el bajo pH del suelo de muchos Ferralsols. La aplicación superficial de yeso, como forma adecuada de Ca móvil, puede aumentar la profundidad de desarrollo de las raíces del cultivo (además, el sulfato del yeso reacciona con los sesquióxidos para producir un efecto de autoencalado. Esta relativamente reciente innovación es ahora practicada ampliamente, sobre todo en Brasil.

La selección de fertilizantes, el modo y el momento de aplicación determina en gran medida el éxito de la agricultura en Ferralsols. El fosfato de liberación lenta (roca fosfatada) aplicado en una cantidad de varias toneladas por hectárea, elimina la deficiencia de P para varios años. Para una rápida fijación, se utiliza superfosfato doble o triple mucho más soluble, necesario en cantidades más pequeñas, especialmente si es colocado en la vecindad directa de las raíces.

Los agricultores de subsistencia sedentarios y agricultores itinerantes en Ferralsols utilizan una gran variedad de cultivos anuales y perennes. El pastoreo extensivo también es frecuente y considerables áreas de Ferralsols no se utilizan para la agricultura en absoluto. Las buenas propiedades físicas de los Ferralsols y la topografía generalmente plana, estimularían formas más intensivas de uso de la tierra si los problemas causados por las malas propiedades químicas pudieran superarse.

## FLUVISOLS

Los Fluvisols contienen suelos genéticamente jóvenes en depósitos fluviales, lacustres o marinos. A pesar de su nombre, los Fluvisols no se restringen a sedimentos fluviales (latín, *fluvius*, río); también aparecen en depósitos marinos y lacustres. Muchos Fluvisols correlacionan con *Alluvial soils* (Rusia), *Stratic Rudosols* (Australia), *Fluvents* (Estados Unidos de América), *Auenböden* (Alemania), *Neossolos* (Brasil) y *Sols minéraux bruts d'apport alluvial ou colluvial* o *Sols peu évolués non climatiques d'apport alluvial ou colluvial* (Francia). La posición de los Fluvisols en la Clave se ha cambiado varias veces durante la historia de la FAO y los sistemas de clasificación WRB. La actual tercera edición de la WRB los sitúa más abajo y cambia algunos de los anteriores Fluvisols a otros GSR, especialmente a *Solonchaks* y *Gleysols*.

### Descripción resumida de Fluvisols

*Connotación:* Suelos desarrollados en depósitos fluviales; del latín *fluvius*, río.

*Material parental:* Predominantemente depósitos recientes fluviales, lacustres y marinos.

*Medio ambiente:* Llanuras de ríos y abanicos fluviales, valles, depresiones lacustres y marismas en todos los continentes y en todas las zonas climáticas; no hay agua freática ni alto contenido de sales en el suelo superficial; muchos Fluvisols en condiciones naturales se inundan periódicamente.

*Desarrollo del perfil:* Perfiles con evidencia de estratificación; débil diferenciación de horizontes pero puede tener presente un horizonte superficial diferente.

### Distribución regional de Fluvisols

Fluvisols aparecen en todos los continentes y en todos los climas. Ocupan menos de 350 millones de hectáreas a nivel mundial, de las cuales más de la mitad se encuentran en los trópicos. Las principales áreas de Fluvisols se encuentran:

- » A lo largo de ríos y lagos, por ejemplo, en la cuenca del Amazonas, las llanuras cerca del Lago Chad en África Central, la llanura del Ganges en la India y en el este de China;
- » En áreas de deltas, por ejemplo, los deltas del Indus, Ganges-Brahmaputra, Mekong, Lena, Nilo, Níger, Zambesi, Mississippi, Orinoco, Río de la Plata, Volga, Po y Rin;
- » En áreas de depósitos marinos recientes, por ejemplo, las tierras bajas costeras de Indonesia (por ejemplo, Sumatra, Kalimantan y la provincia de Papúa) y Papúa-Nueva Guinea.

### Uso y manejo de Fluvisols

La buena fertilidad natural de la mayoría de los Fluvisols y los atractivos sitios para asentamientos cercanos a los diques de los ríos y en las partes más altas de los paisajes marinos fueron reconocidos desde tiempos prehistóricos. Más tarde, grandes civilizaciones se desarrollaron en paisajes fluviales y en llanuras marinas.

El cultivo de arroz está muy extendido en Fluvisols tropicales con riego adecuado. La tierra del cultivo de arroz debe estar seca durante al menos unas pocas semanas cada año para evitar que el potencial redox baje tanto que surjan problemas nutricionales (Fe o H<sub>2</sub>S). Un período seco también estimula la actividad microbiana y favorece la mineralización de la materia orgánica. Muchos cultivos de secano también se producen en Fluvisols, normalmente con algún tipo de control de agua.

### GLEYSOLS

Los Gleysols comprenden suelos saturados con agua subterránea durante períodos suficientemente largos para desarrollar *condiciones reductoras* que resultan en propiedades *gléyicas*, incluyendo suelos submarinos y de marea. Este patrón se compone esencialmente de un color rojizo, marrón o amarillento en las superficies de los agregados y/o en las capas superiores del suelo en combinación con colores gris/azulado dentro de los agregados y/o más profundo en el suelo. Muchos suelos submarinos tienen sólo este último. Son comunes los Gleysols con un horizonte *tiónico* o material *hipersulfuroso* (suelos con sulfato ácido). Los procesos redox también pueden ser causados por gases de movimiento ascendente, como el CO<sub>2</sub> o CH<sub>4</sub>. Nombres comunes para muchos Gleysols son *Gley* (antigua Unión Soviética), *Gleyzems* (Rusia), *Gleye*, *Marschen*, *Watten* y *Unterwasserböden* (Alemania), *Gleissolos* (Brasil), e *Hydrosols* (Australia). En Estados Unidos de América muchos Gleysols pertenecen a subórdenes Ácuico y Grandes Grupos Endoácuico de varios Ordenes (*Aqualls*, *Aquents*, *Aquepts*, *Aquolls*, etc.) o a los *Wassents*.

## Descripción resumida de Gleysols

*Connotación:* Suelos con clara evidencia de influencia de agua subterránea; del ruso *gley* (introducido como nombre de suelo por G.N. Vysotskiy en 1905), masa de suelo lodosa.

*Material parental:* Una amplia gama de materiales no consolidados, principalmente sedimentos fluviales, marinos y lacustres.

*Medio ambiente:* Áreas deprimidas con nivel freático elevado, zonas de marea, lagos de baja profundidad y costas marinas.

*Desarrollo del perfil:* Evidencia de procesos de reducción con segregación de compuestos de Fe que comienzan dentro de 40 cm de la superficie del suelo.

## Distribución regional de Gleysols

Los Gleysols ocupan más de 720 millones de hectáreas a nivel mundial. Se encuentran en todas las latitudes y en casi todos los climas, desde perhúmedo a árido. La mayor extensión de Gleysols está en las zonas subárticas en el norte de la Federación de Rusia, Canadá y Alaska, y en tierras bajas del templado húmedo y del subtropical, por ejemplo, en China y Bangladesh. Un área estimada de 200 millones de hectáreas de Gleysols se encuentra en zonas tropicales, principalmente en la región amazónica, África ecuatorial y las marismas costeras del sudeste de Asia. Zonas de marea más grandes se encuentran a lo largo de la costa del Mar del Norte.

Las principales áreas de Gleysols con un horizonte *tiónico* o material *hipersulfuroso* (suelos con sulfato ácido) se encuentran en las tierras bajas costeras del sudeste de Asia (Indonesia, Viet Nam y Tailandia), África Occidental (Senegal, Gambia, Guinea-Bissau, Sierra Leona y Liberia) y a lo largo de la costa noreste de América del Sur (la Guayana Francesa, Guyana, Surinam y Venezuela).

## Uso y manejo de Gleysols

Para muchos Gleysols, el principal obstáculo para su utilización es la necesidad de instalar un sistema de drenaje para bajar el nivel freático. Los Gleysols adecuadamente drenados pueden usarse para cultivos herbáceos, ganadería y horticultura. La estructura del suelo se destruye si estos suelos son trabajados en húmedo. Por lo tanto, Gleysols en las zonas de depresión que no cuentan con posibilidades satisfactorias para bajar el nivel freático, se mantienen mejor bajo pastos permanentes o bosques pantanosos. El encalado de Gleysols drenados que son altos en materia orgánica y/o de pH bajo, crea un mejor hábitat para micro- y meso-organismos y aumenta la tasa de descomposición de la materia orgánica (y el suministro de nutrientes de las plantas).

Los Gleysols pueden plantarse con cultivos arbóreos sólo después de que el nivel freático se ha bajado con zanjas de drenaje profundo. Alternativamente los árboles se plantan en camellones, que alternan con depresiones poco profundas en las que se cultiva el arroz. Este sistema, llamado 'sorjan', se aplica ampliamente en áreas pantanosas de marea con sedimentos piriticos en el sudeste asiático. Los Gleysols se pueden utilizar en cultivo de arroz inundado, cuando el clima es adecuado. Gleysols con horizonte *tiónico* o material *hipersulfuroso* oxidado sufren de acidez severa y altos niveles de toxicidad por Al.

Los Gleysols submarinos y de mareas se utilizan para industrias pesqueras o cultivo de camarón. Muchos se dejan bajo sus condiciones naturales. Terrenos de marea que son fuertemente salinos se mantienen mejor bajo los manglares o algún otro tipo de vegetación tolerante a la sal. Dichas áreas son de gran valor ecológico y pueden, con precaución, ser utilizadas para la pesca, caza, salinas o tala de árboles para producir carbón o leña.

## **GYPISISOLS**

Los Gypsisols son suelos con acumulación sustancial de yeso secundario ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Estos suelos se encuentran en las partes más secas de la zona de clima árido, lo que explica porqué sistemas principales de clasificación de suelos los denominaron como *Desert gray-brown soils* (antigua Unión Soviética). El Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981) los incluye entre *Yermosols* o *Xerosols*. En los Estados Unidos de América la mayoría de estos pertenecen a los *Gypsids*.

### **Descripción resumida de Gypsisols**

*Connotacion:* Suelos con acumulación sustancial de sulfato de calcio secundario; del griego *gypsos*, yeso.

*Material parental:* Principalmente depósitos no consolidados de material meteorizable rico en bases.

*Medio ambiente:* Predominantemente áreas planas a onduladas y depresiones (por ejemplo, antiguos lagos interiores) en regiones con clima árido. La vegetación natural es escasa y dominada por arbustos xerófilos y árboles y/o pastos efímeros y hierbas.

*Desarrollo del perfil:* Horizonte superficial de color claro; acumulación de sulfato de calcio, con o sin carbonatos en el subsuelo.

### **Distribución regional de Gypsisols**

Los Gypsisols están restringidos a regiones áridas; su extensión a nivel mundial es probablemente del orden de 100 millones de hectáreas. Las principales apariciones están en el Cercano Oriente, Kazajstán, Turkmenistán, Uzbekistán, en los desiertos de Libia y Namibia, en Australia Meridional y Central y en el suroeste de los Estados Unidos de América.

### **Uso y manejo de Gypsisols**

Los Gypsisols que contienen sólo un bajo porcentaje de yeso en los 30 cm superiores pueden ser usados para la producción de granos pequeños, algodón, alfalfa, etc. La agricultura de secano en Gypsisols profundos condiciona períodos de barbecho y otras técnicas de recolección de agua pero rara vez es rentable por las condiciones climáticas adversas. Los Gypsisols en depósitos jóvenes tienen relativamente bajo contenido de yeso. Cuando dichos suelos están en las proximidades de reservas de agua, pueden ser muy productivos; muchos proyectos de irrigación se establecen en estos suelos. Sin embargo, incluso suelos que contienen el 25% de yeso en polvo o más, podrían todavía producir excelentes rendimientos de heno de alfalfa (10 t/ha), trigo, albaricoques, dátiles, maíz y uva si se riega en grandes volúmenes en combinación con un drenaje forzado. La agricultura de riego en Gypsisols está penalizada por una

rápida disolución del yeso del suelo, lo que conduce a una subsidencia irregular de la superficie del terreno, huecos en las paredes de los canales y la corrosión de estructuras de hormigón. Grandes áreas de Gypsisols se utilizan para pastoreo extensivo.

## HISTOSOLS

Los Histosols comprenden suelos formados en material *orgánico* acumulado como turba de agua freática (pantano), turba de agua de lluvia (turbera), manglares o en áreas frías montañosas sin saturación de agua. Estos varían desde suelos desarrollados predominantemente en turba de musgo en regiones árticas, subárticas y boreales, a turba de musgo (*Sphagnum spp.*), turba de juncos/cañas (pantano) y turba de bosque en regiones templadas hasta turba de manglar y turba de bosque pantanoso en los trópicos húmedos. Los Histosols se encuentran en todas las altitudes, pero la gran mayoría aparecen en tierras bajas. Los nombres comunes son *Peat soils*, *Muck soils*, *Bog soils*, y *Suelos orgánicos*. Muchos Histosols pertenecen a *Moore*, *Feshumusböden* y *Skeletthumusböden* (Alemania), *Organosols* (Australia), *Organosolos* (Brasil), *Peat soils* (Rusia), *Organic order* (Canadá), *Histosols* e *Histels* (Estados Unidos de América).

### Descripción resumida de Histosols

*Connotación:* Suelos de turba y pantanos; del griego *histos*, tejido.

*Material parental:* Restos de plantas parcialmente descompuestas, con o sin mezcla de arena, limo y arcilla.

*Medio ambiente:* Los Histosols aparecen ampliamente en regiones árticas, subárticas y boreales. En otras áreas se limitan a cuencas y depresiones mal drenadas, pantanos y marismas con aguas freáticas poco profundas y zonas frías de montaña con una relación alta precipitación/ evapotranspiración.

*Desarrollo del perfil:* La mineralización es lenta y la transformación de los residuos vegetales a través de la descomposición bioquímica y la formación de sustancias húmicas crea una capa superficial orgánica con o sin saturación de agua prolongada.

### Distribución regional de Histosols

La extensión total de Histosols en el mundo se estima en 325-375 millones de hectáreas, la mayoría localizadas en las regiones boreal, subártica y ártica baja del hemisferio norte. Los Histosols de otras regiones aparecen mayormente en zonas bajas templadas y áreas frías montañosas; sólo una décima parte de todos los Histosols se encuentran en los trópicos. Extensas áreas de Histosols aparecen en los Estados Unidos de América y Canadá, Europa Occidental, el norte de Escandinavia y en la llanura de Siberia Occidental. Unos 20 millones de hectáreas de turba forestal tropical bordean la plataforma de Sunda en el sudeste asiático. Áreas más pequeñas de Histosols tropicales se encuentran en deltas de ríos, por ejemplo, en el delta del Orinoco, el delta del Mekong y en zonas de depresión a cierta altitud.

### Uso y manejo de Histosols

Las propiedades del material *orgánico* (composición botánica, estratificación, grado de descomposición, densidad de empaquetamiento, contenido de madera, mezclas minerales, etc.) y el tipo de turba (pantano, turbera, etc.) determina los requerimientos

de manejo y las posibilidades de uso de los Histosols. Los Histosols sin saturación de agua prolongada se forman a menudo en ambientes fríos poco atractivos para el uso agrícola. Suelos de turba natural necesitan ser drenados, y normalmente encalados y fertilizados con el fin de permitir la producción de cultivos normales. Proyectos de recuperación centralmente guiados en la zona templada han abierto millones de hectáreas. En muchos casos, esto ha iniciado la degradación gradual, y en última instancia la pérdida de la valiosa turba. En los trópicos, un número creciente de agricultores sin terreno se aventuran en las áreas de turba donde clarean el bosque y provocan incendios de la turba en el proceso. Muchos de ellos abandonan su tierra de nuevo después de unos pocos años; los pocos que tienen éxito están sobre una delgada turba topogénica. En décadas recientes áreas crecientes de turberas tropicales han sido plantadas con palma de aceite y especies de árboles para pulpa de madera tales como *Acacia mangium*, *Acacia crassicarpa* y *Eucalyptus spp.* Esta práctica puede ser menos que ideal, pero es mucho menos destructiva que la agricultura de subsistencia.

Otro problema común encontrado cuando se drenan Histosols es la oxidación de minerales sulfurosos, que se acumulan en condiciones anaeróbicas, especialmente en regiones costeras. El ácido sulfúrico producido efectivamente destruye la productividad a menos que el encalado se aplique abundantemente, haciendo prohibitivo el costo de la recuperación.

En resumen, es deseable proteger y conservar las frágiles turberas debido a su valor intrínseco (especialmente por su función común como esponjas en la regulación de flujo de arroyos y en apoyo a los humedales que contienen especies únicas de animales) y porque las perspectivas para su uso agrícola sostenible son escasas. Cuando su uso es imprescindible, la silvicultura o cultivos de plantación son preferibles a los cultivos anuales, la horticultura, o, la peor opción, la recolección de material de turba para generación de energía o producción de sustrato hortícola de crecimiento, carbón activo, macetas, etc. La turba que se utiliza para la producción de cultivos arables se mineraliza de forma acelerada ya que el terreno debe ser drenado, encalado y fertilizado con el fin de garantizar el crecimiento satisfactorio de la cosecha. Bajo estas circunstancias, la profundidad de drenaje debe mantenerse tan superficial como sea posible y tener prudencia al aplicar el encalado y fertilizantes.

## **KASTANOZEMS**

Los Kastanozems integran suelos de praderas secas, entre ellos los suelos de la estepa euroasiática del cinturón de pastos cortos al sur del cinturón de pastos altos con Chernozems. Los Kastanozems tienen un perfil similar a los Chernozems pero el horizonte superficial rico en humus es más delgado y no tan oscuro como el de los Chernozems, y muestran más prominente acumulación de carbonatos secundarios. El color castaño de la superficie del suelo está reflejado en el nombre Kastanozem. Los nombres comunes para muchos Kastanozems son (*Dark*) *Chestnut soils* (Rusia), *Kalkschernoseme* (Alemania), (*Dark*) *Brown soils* (Canadá), *Ustolls* y *Xerolls* (Estados Unidos de América) y *Chernossolos* (Brasil).

### **Descripción resumida de Kastanozems**

*Connotación:* Suelos pardos oscuros ricos en materia orgánica; del latín *castanea* y ruso *kashtan*, castaño, y ruso *zemlya*, tierra.

*Material parental:* Una amplia gama de materiales no consolidados; una gran parte de Kastanozems se ha desarrollado en loess.



*Medio ambiente:* Seco y continental, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos; praderas planas y onduladas dominadas por pastos cortos efímeros.

*Desarrollo del perfil:* Un horizonte *móllico*, marrón de espesor medio, en muchos casos sobre un horizonte *cámbico* marrón o canela o un horizonte *árgico*; con carbonatos secundarios (propiedades *protocálcicas* u horizonte *cálcico*) en el suelo subsuperficial, en algunos casos también con yeso secundario.

### **Distribución regional de Kastanozems**

La extensión total de Kastanozems se estima en cerca de 465 millones de hectáreas. Las principales áreas se encuentran en el cinturón estepario de prados cortos de Eurasia (sur de Ucrania, sur de la Federación de Rusia, Kazajistán y Mongolia), en las grandes llanuras de los Estados Unidos de América, Canadá y México, y en las pampas y en las regiones del Chaco del norte de Argentina, del Paraguay y del sudeste de Bolivia.

### **Uso y manejo de Kastanozems**

Los Kastanozems son suelos potencialmente ricos; la periódica falta de humedad del suelo es el principal obstáculo para lograr altos rendimientos. Para lograr estos, siempre es necesario el riego; deben tomarse ciertas precauciones para evitar la salinización secundaria. Para lograr buenos rendimientos, puede ser necesario aplicar fertilizantes fosfatados. Los granos pequeños y los cultivos de regadío como cereales y hortalizas son los cultivos principales que se desarrollan. La erosión del viento y del agua es un problema en Kastanozems especialmente en terrenos en barbecho.

El pastoreo extensivo es otro uso importante en Kastanozems. Sin embargo, las tierras de pastoreo con escasa vegetación son inferiores a las estepas de pastos altos en Chernozems, y el pastoreo excesivo es un grave problema.

## **LEPTOSOLS**

Los Leptosols comprenden suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos. Son particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosols incluyen a los *Lithosols* del Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981), subgrupos *Lithic* del orden *Entisol* (Estados Unidos de América), *Leptic Rudosols* o *Tenosols* (Australia), y *Petrozems* y *Litozems* (Rusia). En muchos sistemas nacionales y en el Mapa de Suelos del Mundo, los Leptosols sobre rocas calizas pertenecen a las *Rendzinas* y sobre otras rocas a los *Rankers*. La roca continua en la superficie se considera no-suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

### **Descripción resumida de Leptosols**

*Connotación:* Suelos delgados; del griego *leptos*, delgado.

*Material parental:* Varios tipos de *roca continua* o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina.

*Medio ambiente:* Principalmente terrenos en elevada o mediana altitud y con fuerte pendiente topográfica. Los Leptosols se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en zonas secas cálidas o frías), particularmente en áreas intensamente erosionadas.

*Desarrollo del perfil:* Los Leptosols tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente pedregosos. En material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte *móllico*.

### **Distribución regional de Leptosols**

Los Leptosols es el GSR más extenso sobre la tierra, con una superficie alrededor de 1 655 millones de hectáreas. Se encuentran desde los trópicos hasta las regiones polares y desde el nivel del mar hasta las montañas más altas. Los Leptosols están particularmente extendidos en las zonas de montaña, sobre todo en Asia y América del Sur, en el Sáhara y los desiertos de Arabia, la península de Ungava del norte de Canadá y en las montañas de Alaska. En otros lugares, los Leptosols pueden encontrarse sobre rocas que han resistido la meteorización o donde la erosión ha coincidido con la formación del suelo o ha eliminado la parte superior del perfil del suelo. Los Leptosols con roca continua a menos de 10 cm de profundidad en regiones montañosas son los más abundantes.

### **Uso y manejo de Leptosols**

Los Leptosols son un recurso potencial para el pastoreo en temporada húmeda y como terrenos forestales. Los Leptosols a los que se aplica el calificador Rendzic están plantados con teca y caoba en el sudeste asiático; los de la zona templada están bajo bosque mixto caducifolio principalmente, mientras los Leptosols ácidos están frecuentemente bajo bosque de coníferas. La erosión es la mayor amenaza en las áreas de Leptosols, en particular en regiones de montaña en zonas templadas donde la presión del crecimiento de la población (turismo), la sobreexplotación y el aumento de la contaminación del medio ambiente conducen al deterioro de los bosques. Los Leptosols en pendientes de colinas son generalmente más fértiles que sus homólogos en terrenos llanos. Uno o unos pocos cultivos podrían ser desarrollados en dichas pendientes pero a costa de una severa erosión. Las pendientes pronunciadas con suelos someros y pedregosos pueden ser transformadas en suelos de cultivo mediante la creación de terrazas, la remoción de piedras a mano y el uso de éstas como frente de terrazas. La agroforestación (una combinación o rotación de cultivos herbáceos y árboles bajo un estricto control) parece prometedora, pero está todavía en una etapa experimental. El drenaje interno excesivo y la poca profundidad de muchos Leptosols pueden causar sequía incluso en ambientes húmedos.

### **LIXISOLS**

Los Lixisols, tienen un mayor contenido de arcilla en el suelo subsuperficial que en la capa superior del suelo, como resultado de procesos edafogénicos (especialmente migración de arcilla) que conduce a la formación de un horizonte *árgico* en el suelo subsuperficial. Los Lixisols tienen arcilla de baja actividad en el horizonte *árgico* y una alta saturación de bases entre 50-100 cm de profundidad. Muchos Lixisols están incluidos en los *Suelos podzólicos rojo-amarillos* (por ejemplo, Indonesia), *Chromosols* (Australia), *Argissolos* (Brasil), *Sols ferralíticos faiblement desaturés appauvris* (Francia) y *Alfisol*s con arcillas de baja actividad (Estados Unidos de América).

### **Descripción resumida de Lixisols**

*Connotación:* Suelos con una diferenciación edafogénica de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre una capa superior con un menor contenido y una capa

subsuperficial con un mayor contenido de arcilla, arcillas de baja actividad y alta saturación de bases en alguna profundidad; del latín *lixivia*, sustancias lavadas.

*Material parental*: En amplia variedad de materiales parentales, especialmente materiales no consolidados de textura fina, químicamente fuertemente meteorizados.

*Medio ambiente*: Regiones con clima tropical, subtropical o templado cálido con una estación seca pronunciada. Muchos Lixisols se supone que son suelos poligenéticos con características formadas bajo un clima más húmedo en el pasado.

*Desarrollo del perfil*: Diferenciación edafogenética en el contenido de arcilla, con un menor contenido en la capa superior y un mayor contenido en el suelo subsuperficial; meteorización avanzada sin una pérdida marcada de cationes básicos. La pérdida de óxidos de hierro, junto con minerales de arcilla, puede conducir a un horizonte de eluviación blanquecino entre el horizonte superficial y el horizonte *árgico* subsuperficial, pero los Lixisols carecen de las propiedades *réticas* de los Retisols.

### **Distribución regional de Lixisols**

Los Lixisols se encuentran en regiones estacionalmente secas del trópico, subtrópico y de la zona templada cálida en superficies del Pleistoceno y más antiguas. Estos suelos cubren una superficie total de alrededor de 435 millones de hectáreas, de las cuales más de la mitad se encuentran en la región (Sub-)Saheliana y en África Oriental, alrededor de un cuarto en Sudamérica y América Central, y el resto en el subcontinente indio y en el sudeste de Asia y en Australia.

### **Uso y manejo de Lixisols**

Las áreas con Lixisols que aún están en la sabana o vegetación de bosque abierto son ampliamente utilizadas para el pastoreo de bajo volumen. La preservación del suelo superficial con su tan importante materia orgánica es vital. Los suelos superficiales degradados tienen baja estabilidad en sus agregados y son propensos a la disgregación y/o erosión al quedar expuestos al impacto de las gotas de lluvia. La labranza del suelo húmedo o el uso de maquinaria excesivamente pesada compactan el suelo y causan un serio deterioro a su estructura. Medidas de control de erosión y labranza, como terrazas, labores en curvas a nivel, acolchado con rastrojos y el uso de cultivos de cobertura ayudan a conservar el suelo. El bajo nivel absoluto de nutrientes para las plantas y la baja retención de cationes hace a los Lixisols demandantes de aplicaciones de fertilizantes como condición previa para su cultivo continuo. Lixisols química y/o físicamente deteriorados se regeneran muy lentamente para volver a ser utilizables.

Los cultivos perennes son preferibles a los cultivos anuales, sobre todo en terrenos inclinados. El cultivo de tubérculos (como tapioca (yuca) y batata) o cacahuete aumenta el peligro de deterioro y erosión del suelo. Se recomienda la rotación de cultivos anuales con pasto mejorado para mantener o aumentar el contenido de la materia orgánica del suelo.

### **LUVISOLS**

Los Luvisols, tienen un mayor contenido de arcilla en el suelo subsuperficial que en la capa superior del suelo, como resultado de procesos edafogenéticos (especialmente migración de arcilla) que conduce a la formación de un horizonte *árgico* en el suelo

subsuperficial. Los Luvisols tienen arcillas de alta actividad en todo el espesor del horizonte *árgico* y una alta saturación de bases en una profundidad de 50-100 cm. Muchos Luvisols son conocidos como *Suelos texturalmente diferenciados* y pertenecen a los *Suelos metamórficos* (Rusia), *Sols lessivés* (Francia), *Parabraunerden* (Alemania), *Chromosols* (Australia) y *Luvissolos* (Brasil). En los Estados Unidos de América, fueron primeramente nombrados *Grey-brown podzolic soils* y ahora pertenecen a los *Alfisols* con arcillas de alta actividad.

### Descripción resumida de Luvisols

*Connotación:* Suelos con una diferenciación edafogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre una capa superior con un menor contenido y una capa subsuperficial con un mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y alta saturación de bases en alguna profundidad; del latín *eludere*, lavar.

*Material parental:* Una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciario y depósitos eólicos, aluviales y coluviales.

*Medio ambiente:* Más frecuente en terrenos llanos o ligeramente inclinados en regiones templadas frías y en regiones cálidas (por ejemplo, mediterráneas) con marcadas estaciones secas y húmedas.

*Desarrollo del perfil:* Diferenciación edafogenética en el contenido de arcilla, con un menor contenido en la capa superior y un mayor contenido en el suelo subsuperficial, sin una marcada lixiviación de cationes básicos o meteorización avanzada de arcillas de alta actividad. La pérdida de óxidos de hierro, junto con minerales de arcilla, puede conducir a un horizonte de eluviación blanquecino entre el horizonte superficial y el horizonte *árgico* subsuperficial, pero los Luvisols carecen de las propiedades *réticas* de los Retisols.

### Distribución regional de Luvisols

El grupo de los Luvisols se extiende más de 500-600 millones de hectáreas a nivel mundial, principalmente en regiones templadas tales como la llanura del este europeo, partes de la llanura de Siberia Occidental, el noreste de los Estados Unidos de América y Europa Central, pero también en la región mediterránea y el sur de Australia. En las regiones tropicales y subtropicales, los Luvisols aparecen principalmente sobre superficies geomorfológicas jóvenes.

### Uso y manejo de Luvisols

La mayoría de los Luvisols son suelos fértiles y adecuados para una amplia gama de usos agrícolas. Luvisols con alto contenido de limo son susceptibles a un deterioro de la estructura con las labores de labranza en húmedo o cuando se utiliza maquinaria pesada. Estos suelos en pendientes pronunciadas requieren medidas de control de la erosión. En algunos lugares, la densidad del suelo subsuperficial propicia temporalmente *condiciones reductoras* con propiedades *stagnicas*.

Los Luvisols en la zona templada están ampliamente usados con cultivos de grano pequeño, remolacha azucarera y forraje; en zonas con pendiente, se utilizan para huertos, bosques y/o pastoreo. En la región mediterránea donde los Luvisols son comunes (muchos con el calificador Chromic, Calcic o Vertic) en depósitos coluviales

de meteorización de calizas, las laderas más bajas están ampliamente cultivadas con trigo y/o remolacha azucarera mientras que las laderas superiores, frecuentemente erosionadas, son usadas para pastoreo extensivo o cultivos arbóreos.

## **NITISOLS**

Son suelos rojos tropicales profundos, bien drenados, con límites de horizontes difusos y un horizonte subsuperficial con al menos 30% de arcilla y de moderada a fuerte estructura de bloques angulares que se fragmentan en elementos poliédricos, o de bordes planos, o en forma de nuez, en estado húmedo con caras de agregados brillantes. Aunque la meteorización sea relativamente avanzada, los Nitisols son mucho más productivos que la mayoría de los suelos tropicales rojos. Muchos Nitisols correlacionan con *Nitossolos* (Brasil), Grandes Grupos *Kandic* de *Alfisols* y *Ultisols* y varios Grandes Grupos de *Inceptisols* y *Oxisols* (Estados Unidos de América), *Sols fersialitiques* o *Ferrisols* (Francia), y *Ferrosols* (Australia).

### **Descripción resumida de Nitisols**

*Connotación:* Suelos rojos tropicales, profundos, bien drenados con un horizonte *nítico* arcilloso que tiene estructura típica de bloques angulares que rompen en formas poliédricas, bordes planos o elementos nuciformes con, en estado húmedo, las caras de los agregados brillantes; del latín *nitidus*, brillante.

*Material parental:* Productos meteorizados finamente texturados de roca madre básica o intermedia, en algunas regiones rejuvenecido por recientes adiciones de ceniza volcánica.

*Medio ambiente:* Estos suelos se encuentran principalmente de tierras planas a montañosas bajo bosque tropical o vegetación de sabana.

*Desarrollo del perfil:* Son suelos rojos arcillosos o de color marrón rojizo con un horizonte subsuperficial *nítico* de alta estabilidad de agregados. El conjunto de la arcilla de los Nitisols está dominado por Caolinita/ (meta)Haloisita. Los Nitisols son ricos en Fe y tienen poca arcilla dispersable en agua.

### **Distribución regional de Nitisols**

Hay alrededor de 200 millones de hectáreas de Nitisols a nivel mundial. Más de la mitad de estos suelos se encuentran en el África tropical, en particular en las tierras altas (> 1000 m) de Etiopía, Kenia, Congo y Camerún. En otros lugares los Nitisols están bien representados en altitudes más bajas, por ejemplo en Asia tropical, América del Sur, América Central, el sudeste de África y Australia.

### **Uso y manejo de Nitisols**

Los Nitisols son algunos de los suelos más productivos de las zonas tropicales húmedas. El solum profundo y poroso y la estructura estable de estos suelos permite el profundo enraizamiento y los hace muy resistentes a la erosión. El fácil laboreo de los Nitisols, su buen drenaje interno y la alta capacidad de retención de agua está complementada por propiedades químicas (fertilidad) que se comparan favorablemente con las de la mayoría de los otros suelos tropicales. Los Nitisols tienen relativamente altos contenidos de minerales meteorizables y el suelo superficial puede contener un elevado porcentaje de materia orgánica, especialmente aquellos bajo bosque o cultivos

arbóreos. Los Nitisols están plantados con cultivos tales como cacao, café, caucho y piña, y también son ampliamente utilizados para la producción de alimentos en la agricultura familiar. La elevada absorción de P necesita la aplicación de fertilizantes de P, generalmente proporcionados como roca fosfatada de liberación lenta de bajo grado (varias toneladas por hectárea, con dosis de mantenimiento cada pocos años) en combinación con aplicaciones pequeñas del más soluble superfosfato para una rápida respuesta del cultivo.

## PHAEOZEMS

Este grupo integra suelos de praderas relativamente húmedos y regiones de bosque en climas moderadamente continentales. Los Phaeozems son muy parecidos a los Chernozems y Kastanozems pero están lixiviados de manera más intensa. En consecuencia, tienen un horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con los Chernozems y Kastanozems, es menos rico en bases. Los Phaeozems están libres de carbonatos secundarios o los tienen sólo a mayores profundidades. Todos ellos tienen una alta saturación de bases en el metro superior del suelo. Nombres de uso común para muchos Phaeozems son *Brunizems* (Argentina y Francia), *Suelos forestales gris oscuro* y *Chernozems podzolizados y lixiviados* (antigua Unión Soviética), *Tschernoseme* (Alemania) y *Chernossolos* (Brasil). En el Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981) pertenecen a los *Phaeozems* y en parte a los *Greyzems*. *Suelos de pradera rojo oscuro* fue su nombre en los antiguos sistemas de clasificación de los Estados Unidos de América, donde la mayoría de ellos ahora pertenecen a *Udolls* y *Albolls*.

### Descripción resumida de Phaeozems

*Connotación:* Suelos oscuros, ricos en materia orgánica, del griego *phaios*, oscuro, y el ruso *zemlya*, tierra.

*Material parental:* Eólico (loess), till glacial y otros no consolidados, predominantemente materiales básicos.

*Medio ambiente:* Cálido a frío (por ejemplo, las tierras altas tropicales) en regiones moderadamente continentales, con humedad suficiente para que exista, en la mayoría de los años, algo de percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seque; terreno plano u ondulado; la vegetación natural es de praderas, como la estepa de pastos altos, y/o bosque.

*Desarrollo del perfil:* Un horizonte *móllico* o, menos común, un horizonte *chérnico* (más delgado y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre un horizonte subsuperficial *cámbico* o *árgico*.

### Distribución regional de Phaeozems

Estos suelos cubren una extensión aproximada de 190 millones de hectáreas a nivel mundial. Cerca de 70 millones de hectáreas de Phaeozems se encuentran en las tierras bajas centrales húmedas y subhúmedas y en las partes más orientales de las Grandes Llanuras de los Estados Unidos de América. Otros 50 millones de hectáreas de Phaeozems están en las pampas subtropicales de Argentina y Uruguay. La tercera gran área de Phaeozems (18 millones de hectáreas) se encuentra en el noreste de China, seguida por zonas discontinuas en el centro de la Federación de Rusia. Áreas más

pequeñas, principalmente discontinuas, se encuentran en Europa Central, en particular en la zona del Danubio de Hungría y países adyacentes, y en zonas montañosas de los trópicos.

### Uso y manejo de Phaeozems

Los Phaeozems son suelos porosos, fértiles y excelentes tierras de cultivo. En los Estados Unidos de América y Argentina, los Phaeozems se utilizan para la producción de soja y trigo (y otros granos pequeños). Los Phaeozems irrigados en los altiplanos de Texas producen buenos rendimientos de algodón. Los Phaeozems de la zona templada se siembran con trigo, cebada y verduras junto con otros cultivos. La erosión del viento y del agua son peligros graves. Grandes áreas de Phaeozems se utilizan para la cría y engorde de ganado en pastos mejorados.

### PLANOSOLS

Los Planosols son suelos con un horizonte, principalmente de color claro, que muestra signos de estancamiento periódico de agua y que sobreyace abruptamente a un denso suelo subsuperficial lentamente permeable con significativamente más arcilla. El nombre Planosols fue acuñado en los Estados Unidos de América en 1938, donde actualmente la mayoría de ellos están incluidos en los Grandes Grupos de *Albaqualfs*, *Albaquults* y *Argialbolls*. El nombre ha sido adoptado en Brasil (*Planossolos*).

### Descripción resumida de Planosols

*Connotación:* Suelos con un horizonte superficial de textura gruesa abruptamente sobre un horizonte subsuperficial denso y de textura más fina, generalmente en áreas planas estacionalmente anegadas; del latín *planus*, plano.

*Material parental:* Principalmente depósitos aluviales y coluviales.

*Medio ambiente:* Áreas planas (mesetas) estacional o periódicamente húmedas, principalmente en zonas subtropicales y templadas, semiáridas y subhúmedas, con bosque poco denso o vegetación herbácea.

*Desarrollo del perfil:* Estratificación geológica o edafogénesis (destrucción y/o remoción de arcilla), o ambos, han producido un suelo superficial de textura relativamente gruesa y de color claro que abruptamente sobreyace a un suelo subsuperficial de textura más fina; la percolación impedida del agua provoca *condiciones reductoras* temporales con propiedades *stagnicas*, al menos cercanas a la *diferencia textural abrupta*.

### Distribución regional de Planosols

Las principales áreas de Planosols del mundo se encuentran en regiones subtropicales y templadas con alternancia muy marcada de estaciones húmedas y secas, por ejemplo, en América Latina (sur de Brasil, Paraguay y Argentina), África (zona Saheliana, este y sur de África), este de los Estados Unidos de América, sudeste de Asia (Bangladesh y Tailandia) y Australia. Su extensión total se estima en unos 130 millones de hectáreas.

## Uso y manejo de Planosols

Las áreas naturales de Planosols soportan una vegetación escasa de pastos, a menudo con arbustos dispersos y árboles que tienen sistemas de raíces someros y pueden soportar inundaciones temporales. El uso de los Planosols es normalmente menos intenso que en la mayoría de otros suelos bajo las mismas condiciones climáticas. Grandes áreas de Planosols son usadas para el pastoreo extensivo. La producción de madera en Planosols es mucho menor en comparación con otros suelos bajo el mismo clima.

Los Planosols en la zona templada se utilizan principalmente para pastoreo o cultivos herbáceos como el trigo y la remolacha azucarera. Los rendimientos son modestos, incluso sobre suelos drenados y disgregados en profundidad. El desarrollo radicular sobre Planosols naturales, sin modificar, se ve obstaculizado severamente por la deficiencia de oxígeno en los períodos húmedos, el suelo subsuperficial denso y, en algunos lugares, por sus niveles de toxicidad de Al en la zona radicular. La baja conductividad hidráulica del denso horizonte subsuperficial requiere un espaciado de drenaje estrecho. Modificaciones de la superficie tales como camellones y surcos pueden disminuir las pérdidas de rendimientos por anegamiento.

Los Planosols en el sudeste asiático están principalmente plantados con un solo cultivo, el arroz inundado, producido en campos entre diques que se inundan en época de lluvias. Los esfuerzos para producir cultivos de secano en el mismo terreno durante la estación seca han tenido poco éxito; los suelos parecen adaptarse mejor a una segunda cosecha de arroz con riego suplementario. Los fertilizantes son necesarios para obtener buenos rendimientos. Los campos de arroz inundado deben dejarse secar al menos una vez al año con el fin de prevenir o minimizar deficiencias de microelementos o toxicidad asociada con una prolongada reducción en el suelo. Algunos Planosols requieren la aplicación de algo más que fertilizantes NPK, y su bajo nivel de fertilidad puede resultar difícil de corregir. Cuando la temperatura permite el cultivo de arroz inundado, este da normalmente un rendimiento superior a cualquier otro tipo de uso de la tierra.

Los pastizales con riego suplementario en la estación seca, en climas con largos períodos secos y períodos húmedos cortos poco frecuentes, son un buen uso de la tierra. Los Planosols con un suelo superficial muy limoso o arenoso quizás es mejor dejarlos intactos.

## PLINTHOSOLS

Los Plinthosols son suelos con plintita, petroplintita o pisolitos. La plintita es una mezcla de arcilla caolinítica (y otros productos de una fuerte meteorización como la gibsitita), rica en Fe (en algunos casos también rica en Mn), pobre en humus, con cuarzo y otros constituyentes. Por lo general cambia irreversiblemente a una capa con concreciones o nódulos duros o bien, a una capa dura por la exposición repetida a humectación y secado. La petroplintita es una lámina continua o fracturada de fuertemente cementados a endurecidos nódulos o concreciones o concentraciones en patrones laminares, poligonales o reticulados. Los pisolitos son concreciones o nódulos fuertemente cementados a endurecidos. Ambos, petroplintita y pisolitos se desarrollan de la plintita por endurecimiento. Algunos nombres tradicionales son *Groundwater Laterite Soils* y *Perched Water Laterite Soils*. Muchos de estos suelos son conocidos como *Plintossolos* (Brasil), *Sols gris latéritiques* (Francia), *Petroferric Kandosols* (Australia) y *Plinthaquox*, *Plinthaqualfs*, *Plinthoxeralfs*, *Plinthustalfs*, *Plinthaquults*, *Plinthohumults*, *Plinthudults* y *Plinthustults* (Estados Unidos de América).



## Descripción resumida de Plinthosols

*Connotación:* Suelos con plintita, petroplintita o pisolitos; del griego *plinthos*, ladrillo.

*Material parental:* La plintita es más común en material meteorizado de rocas básicas que en meteorización de rocas ácidas. En cualquier caso, es fundamental que haya suficiente Fe presente, originado bien del material parental, o incorporado de otros lugares por filtraciones de agua freática ascendente o de aguas subterráneas.

*Medio ambiente:* La formación de plintita está asociada con áreas de pendiente suave con fluctuación de aguas freáticas o estancamiento de las aguas superficiales. Una opinión ampliamente aceptada es que la plintita está asociada a la selva tropical mientras que los suelos petroplínticos y pisolíticos son más comunes en bosques secos y sabanas.

*Desarrollo del perfil:* Fuerte meteorización con la subsecuente segregación de Fe (y Mn) y la formación de plintita en profundidad debida a la fluctuación de las aguas freáticas o al drenaje de agua superficial impedido. El endurecimiento de plintita a pisolitos o petroplintita tiene lugar debido al repetido secado y humedecimiento. Esto puede ocurrir durante los intervalos de recesión de una capa freática fluctuante estacionalmente o después del levantamiento geológico del terreno, erosión del suelo superficial, disminución del nivel de las aguas freáticas, aumento de la capacidad de drenaje, y/o cambios climáticos hacia condiciones más secas. La cementación o endurecimiento requiere cierta concentración mínima de óxidos de hierro. La petroplintita puede romperse en agregados irregulares o gravas, los cuales pueden ser transportados para formar depósitos aluviales o coluviales con suelos que pertenecen a un GSR distinto a los Plinthosols.

## Distribución regional de los Plinthosols

La extensión global de los Plinthosols se estima en unos 60 millones de hectáreas. La plintita blanda es más común en los trópicos húmedos, especialmente en la cuenca oriental del Amazonas, la cuenca del Congo central y partes del sudeste de Asia. Extensas áreas con pisolitos y petroplintita aparecen en la zona Sudan-Saheliana, donde la petroplintita forma duras capas en la parte superior de los levantados/expuestos elementos del paisaje. Suelos similares se encuentran en el sur de la sabana africana, en la región cerrado de América del Sur, en el subcontinente Indio y en las partes más secas del sureste de Asia y del norte de Australia.

## Uso y manejo de los Plinthosols

Los Plinthosols presentan considerables problemas de manejo. La pobre fertilidad natural del suelo causada por la fuerte meteorización, el anegamiento de las tierras bajas y la sequía en los Plinthosols con petroplintita o pisolitos son serios limitantes. Muchos Plinthosols fuera de los trópicos húmedos tienen petroplintita continua a poca profundidad que limita el volumen de enraizamiento hasta tal punto que impiden los cultivos arables; tales terrenos pueden utilizarse como mucho para pastoreo de bajo volumen. Los suelos con altos contenidos de pisolitos (hasta 80%) pueden estar plantados con cultivos alimenticios y cultivos arbóreos (por ejemplo, cacao en el África Occidental y anacardo en la India), pero los cultivos sufren sequía en la estación seca. Muchas técnicas de conservación de suelo y agua se utilizan para mejorar estos suelos para la agricultura urbana y peri-urbana en África Occidental.

Los ingenieros civiles tienen una diferente apreciación de la plintita y petroplintita que los ingenieros agrónomos. Para ellos, la plintita es un valioso material para la fabricación de ladrillos y la petroplintita masiva es una superficie estable para la construcción o que se puede cortar para construir bloques. Las gravas de petroplintita fracturada pueden ser utilizadas como bases y como material de revestimiento en carreteras y aeródromos. En algunos casos, la petroplintita es una mena valiosa de Fe, Al, Mn y/o Ti.

## PODZOLS

Los Podzols tienen un horizonte iluvial con acumulación de materia orgánica negra y/o óxidos de Fe rojizos. Este horizonte iluvial está normalmente cubierto por un horizonte eluvial de ceniza gris. Los Podzols aparecen en áreas húmedas en las zonas templadas y boreales y localmente también en los trópicos. El nombre Podzol es utilizado en la mayoría de los sistemas nacionales de clasificación de suelos. Otros nombres para muchos de estos suelos son *Spodosols* (China y Estados Unidos de América), *Espodosolos* (Brasil) y *Podosols* (Australia).

### Descripción resumida de Podzols

*Connotación:* Suelos con un horizonte eluvial que tiene la apariencia de ceniza; del ruso *pod*, por debajo, y *zola*, ceniza; está directamente sobrepuesto al horizonte *spódico* iluvial.

*Material parental:* Materiales meteorizados de roca silíceas, incluyendo till glacial y depósitos aluviales y eólicos de arenas de cuarzo. Los Podzols en la zona boreal se encuentran principalmente sobre roca silícea dura.

*Medio ambiente:* Principalmente en zonas templadas y boreales del hemisferio norte, en terrenos llanos y con colinas bajo brezales y/o bosques de coníferas; en los trópicos húmedos bajo bosque poco denso.

*Desarrollo del perfil:* Al, Fe y compuestos orgánicos migran desde el suelo superficial hacia abajo con la percolación del agua de lluvia. Estos precipitan en un horizonte iluvial *spódico*. El horizonte eluvial suprayacente permanece decolorado y está compuesto en muchos Podzols de material *álbico*. Este horizonte eluvial se encuentra generalmente cubierto por un horizonte mineral fino con un mayor contenido de materia orgánica. Este último horizonte está, al menos en regiones boreales y templadas, cubierto por una capa orgánica.

### Distribución regional de Podzols

Los Podzols cubren unos 485 millones de hectáreas a nivel mundial, principalmente en las regiones templadas y boreales del hemisferio norte. Se extienden en los países escandinavos, el noroeste de la Federación de Rusia y en Canadá. Los Podzols también están presentes en climas templados húmedos y en los trópicos húmedos.

Los Podzols tropicales aparecen en menos de 10 millones de hectáreas, principalmente en areniscas residuales meteorizadas en regiones perhúmedas y en arenas de cuarzo aluviales, por ejemplo, en áreas costeras elevadas. La distribución exacta de los Podzols tropicales no se conoce; extensiones importantes se encuentran a lo largo del Río

Negro y en Guayana Francesa, Guyana y Surinam en América del Sur, en el sudeste de Asia (Kalimantan, Sumatra), en Papúa-Nueva Guinea y en el norte y este de Australia. Parecen ser menos comunes en África.

### Uso y manejo de Podzols

Los Podzols en regiones de latitudes altas tienen condiciones climáticas poco atractivas para la mayoría de usos de suelo agrícolas. En regiones templadas se utilizan con mayor frecuencia para cultivos. El bajo nivel de nutrientes, bajo nivel de humedad disponible y bajo pH hace a los Podzols poco atractivos para la agricultura. La toxicidad por aluminio y la deficiencia de P son problemas frecuentes. El arado profundo (para mejorar la capacidad de retención de humedad del suelo y/o para eliminar el horizonte iluvial denso o duro), el encalado y la fertilización son las principales medidas de mejora que pueden tomarse. Los oligoelementos pueden emigrar con los complejos metálicos-húmicos. En la región del Cabo Occidental de Sudáfrica, los cultivos de raíces profundas y viñedos sufren menos deficiencias de elementos traza que los cultivos de vegetales con enraizamiento superficial.

La mayoría de los Podzols están bajo bosque o arbustos (brezales). Los Podzols tropicales normalmente se encuentran bajo bosque poco denso que se recupera lentamente después de cortar o quemar. Los Podzols están generalmente mejor utilizados para pastoreo extensivo o conservarlos bajo su vegetación natural.

## REGOSOLS

Los Regosols son suelos poco desarrollados en materiales no consolidados que carecen de un horizonte *móllico* o *úmbrico*, no son muy delgados o muy ricos en fragmentos gruesos (Leptosols), tampoco arenosos (Arenosols), ni con materiales *flúvicos* (Fluvisols). Los Regosols son muy extensos en tierras erosionadas y zonas de acumulación, en particular en zonas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Muchos Regosols se correlacionan con taxas caracterizadas por una incipiente formación del suelo tales como *Entisols* (Estados Unidos de América), *Rudosols* (Australia), *Regosole* (Alemania), *Sols peu évolués régosoliques d'érosion* o incluso *Sols minéraux bruts d'apport éolien ou volcanique* (Francia), *Pelozems* (Rusia) y *Neossolos* (Brasil).

### Descripción resumida de Regosols

*Connotación:* Suelos poco desarrollados en material no consolidado, del griego *rhegos*, manto.

*Material parental:* Material no consolidado, generalmente de grano fino.

*Medio ambiente:* En todas las zonas climáticas sin permafrost y a todas altitudes. Estos suelos son particularmente comunes en zonas áridas (incluyendo los trópicos secos) y en regiones montañosas.

*Desarrollo del perfil:* No hay horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como una consecuencia de su corta edad y/o una formación del suelo muy lenta, por ejemplo, debido a la aridez.

## Distribución regional de Regosols

Cubren unas 260 millones de hectáreas a nivel mundial, principalmente en zonas áridas en el centro-oeste de los Estados Unidos de América, el norte de África, el Cercano Oriente y Australia. Unos 50 millones de hectáreas de Regosols aparecen en los trópicos secos y otros 36 millones de hectáreas en las zonas montañosas. La extensión de la mayoría de las áreas Regosols es limitada; en consecuencia, los Regosols son inclusiones comunes en otras unidades en mapas a pequeña escala.

## Uso y manejo de Regosols

Los Regosols en áreas desérticas tienen mínima importancia agrícola. Estos suelos con precipitaciones de 500 a 1000 mm/año necesitan riego para la producción de cultivos satisfactorios. La baja capacidad de retención de humedad de estos suelos obliga a aplicaciones frecuentes de agua de riego; el riego por goteo o aspersión resuelve el problema, pero rara vez es económico. Cuando la precipitación excede los 750 mm/año, el perfil logra su capacidad de retención de humedad a principios de la temporada de lluvias; la mejora de prácticas con barbecho labrado puede ser una mejor solución que las costosas instalaciones de sistemas de riego.

Muchos Regosols son utilizados para pastoreo extensivo. Los Regosols en depósitos coluviales en la franja de loess de Europa y Norteamérica están principalmente cultivados; se encuentran plantados con cultivos de grano pequeño, remolacha azucarera y árboles frutales. Los Regosols en regiones montañosas son frágiles y es mejor conservarlos bajo bosque.

## RETISOLS

Los Retisols tienen un horizonte de iluviación de arcilla con interdigitaciones de material de suelo decolorado y gruesamente texturado dentro del horizonte iluvial formando un diseño en forma de red. El material de interdigitación decolorado y gruesamente texturado está caracterizado por una remoción parcial de arcilla y óxidos de hierro libres. Puede haber también material decolorado de textura más gruesa cayendo del horizonte suprayacente en grietas del horizonte iluvial. Muchos Retisols correlacionan con los *Podzolusols* del Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981). En otros sistemas de clasificación estos suelos son llamados *Soddy-podzolic* o *Sodzolic soils* (Rusia), *Fahlerden* (Alemania) y *Glossaqualfs*, *Glossocryalfs* y *Glossudalfs* (Estados Unidos de América). *Albelusols* de antiguas ediciones de la WRB se incluyen en el concepto de Retisols.

## Descripción resumida de Retisols

*Connotación:* Del latín *rete*, red.

*Material parental:* Principalmente till glacial, material de origen lacustre o fluvial y depósitos eólicos (loess).

*Medio ambiente:* De llanuras planas a onduladas bajo bosque de coníferas (incluyendo taiga boreal) o bosque mixto. El clima es templado a boreal con fríos inviernos, cortos y frescos veranos y una precipitación anual de 500-1000 mm. La precipitación está distribuida uniformemente durante todo el año o en la parte continental de la zona de Retisols tiene un máximo en verano.

*Desarrollo del perfil:* Un delgado y oscuro horizonte superficial sobre una capa con material *álbico* de textura gruesa, intercalando como una red dentro de un horizonte subyacente marrón *árgico* o *nátrico*. En algunos Retisols el material *álbico* forma lenguas (*lenguas albelúvicas*) dentro del horizonte *árgico*. En Retisols boreales son frecuentes *condiciones reductoras* temporales con propiedades *stágnicas*. Muchos horizontes *árgicos* en Retisols son también horizontes *frágicos*.

### **Distribución regional de Retisols**

Los Retisols cubren unos 320 millones de hectáreas en Europa, norte de Asia y Asia Central, con menores extensiones en Norteamérica. Estos suelos están concentrados en dos regiones, cada una con un conjunto particular de condiciones climáticas:

- » Las regiones continentales que tenían permafrost en el pleistoceno, como el noreste de Europa, el noroeste de Asia y el sur de Canadá, que constituyen, con diferencia, las mayores áreas de Retisols;
- » Las áreas de loess y cubiertas de arena y zonas aluviales antiguas en regiones templadas húmedas como Francia, Bélgica central, sureste de los Países Bajos y oeste de Alemania.

### **Uso y manejo de los Retisols**

La capacidad agrícola de los Retisols es limitada debido a su acidez, bajos niveles de nutrientes, problemas de labranza y drenaje, y, para muchos de estos suelos además, el clima frío, con su corta estación de crecimiento y heladas severas durante el largo invierno. Los Retisols de la zona norte de la taiga están exclusivamente bajo bosque; pequeñas áreas son utilizadas como campos de pasto o heno. En la zona sur de la taiga, menos del 10% de la zona no forestal se utiliza para la producción agrícola. La ganadería es el principal uso agrícola en Retisols (producción de leche y cría de ganado); los cultivos (cereales, patatas, remolacha y maíz forrajero) desempeñan un papel menor.

En la Federación de Rusia, la proporción de agricultura cultivable aumenta hacia el sur y al oeste, especialmente en Retisols con más alta saturación de bases en el suelo subsuperficial. Con una labranza cuidadosa, encalado y aplicación de fertilizantes, los Retisols pueden producir de 25 a 30 toneladas de patatas por hectárea, 2 a 5 toneladas de trigo de invierno o 5 a 10 toneladas de forraje seco.

### **SOLONCHAKS**

Los Solonchaks tienen una alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Estos suelos se encuentran esencialmente en las zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas. Nombres internacionales comunes son *Saline soils* y *Salt affected soils*. En sistemas de clasificación de suelo nacionales, muchos Solonchaks pertenecen a *Halomorphic soils* (Rusia), *Halosols* (China) y *Salids* (Estados Unidos de América).

### **Descripción resumida de Solonchaks**

*Connotación:* Suelos Salinos; del ruso *sol*, sal.

*Material parental:* Prácticamente cualquier material no consolidado, muchos de ellos conteniendo sales.

*Medio ambiente:* Regiones áridas y semiáridas, principalmente en áreas donde el agua freática ascendente alcanza la parte superior del suelo o donde está presente algo de agua superficial, con vegetación de pastos y/o hierbas halófilas, y en zonas de riego manejado inadecuadamente. Solonchaks en zonas costeras aparecen en todos los climas.

*Desarrollo del perfil:* Desde débilmente a fuertemente meteorizados, muchos Solonchaks tienen propiedades gléyicas a cierta profundidad. En zonas bajas con nivel freático superficial, la acumulación de sal es más intensa en la superficie del suelo (Solonchaks externos). Los Solonchaks donde el agua freática ascendente no alcanza la superficie del suelo tiene la mayor acumulación de sales a cierta profundidad por debajo de la superficie del suelo (Solonchaks internos).

### **Distribución regional de Solonchaks**

La extensión total de Solonchaks en el mundo se estima en unos 260 millones de hectáreas. Están más extendidos en el hemisferio norte, especialmente en las zonas áridas y partes semiáridas del norte de África, Cercano Oriente, antigua Unión Soviética y Asia Central; también están bien representados en Australia y las Américas.

### **Uso y manejo de los Solonchaks**

La excesiva acumulación de sales en el suelo afecta el crecimiento de las plantas en dos formas:

- » Las sales agravan el estrés hídrico porque los electrolitos disueltos crean un potencial osmótico que afecta la absorción de agua por las plantas. Antes de que el agua pueda ser tomada del suelo, las plantas deben compensar las fuerzas combinadas del potencial matricial del suelo, es decir, la fuerza con la que la matriz del suelo retiene el agua, y el potencial osmótico. Como regla general, el potencial osmótico de una solución del suelo (en hectopascuales) asciende a unos  $650 \times CE$  (dS/m). El potencial total que puede ser compensado por las plantas (conocido como el potencial agua crítico en la hoja) varía considerablemente entre especies de plantas. Las especies vegetales que provienen de los trópicos húmedos tienen comparativamente un bajo potencial agua crítico en la hoja. Por ejemplo, los pimientos verdes pueden compensar un potencial de humedad total del suelo (matricial más fuerzas osmóticas) de sólo unos 3 500 hPa, mientras que el algodón, un cultivo que se evolucionó en climas áridos y semiáridos, sobrevive a unos 25 000 hPa.
- » Las sales perturban el equilibrio de los iones en la solución del suelo porque los nutrientes están proporcionalmente menos disponibles. Existen efectos antagónicos, por ejemplo, entre Na y K, entre Na y Ca, y entre Mg y K. En concentraciones mayores, las sales pueden ser directamente tóxicas para las plantas. En este aspecto, son muy perjudiciales los iones Na y los iones cloruro (que perturban el metabolismo del N)

Los agricultores adaptan sus métodos de cultivo sobre Solonchaks. Por ejemplo, las plantas de campos regados por surcos no se plantan en la parte superior de los camellones, sino a media altura. Esto asegura que las raíces se beneficien del agua de riego, mientras que la acumulación de sal es más fuerte en la parte superior del camellón, lejos de los sistemas radiculares. Los suelos fuertemente afectados por la sal, tienen poco valor agrícola. Se utilizan para el pastoreo extensivo de ganado ovino,

caprino y vacuno y camellos, o permanecen ociosos. Sólo después de que se han lavado las sales del suelo (por lo que entonces deja de ser un Solonchak) se pueden esperar buenos rendimientos. La aplicación de agua de riego no sólo debe satisfacer las necesidades del cultivo, sino que debe ser aplicado un exceso de agua por encima de las cantidades requeridas para el riego con el fin de mantener el flujo descendente de agua en el suelo para lavar el exceso de sales de la zona radicular. El riego de cultivos en regiones áridas y semiáridas debe estar acompañado por un sistema de drenaje diseñado de tal forma que mantenga el nivel del agua freática por debajo de la profundidad crítica. El uso de yeso permite el mantenimiento de la conductividad hidráulica mientras las sales están siendo lavadas con el agua de riego.

## **SOLONETZ**

Los Solonetz son suelos con un horizonte subsuperficial arcilloso, denso, fuertemente estructurado, que tiene una alta proporción de Na adsorbido y en algunos casos también iones Mg. Los Solonetz que contienen sodio libre ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) son fuertemente alcalinos (pH de campo de  $> 8.5$ ). Nombres internacionales comunes son *Alkali soils* y *Sodic soils*. En sistemas de clasificación de suelos nacionales muchos Solonetz correlacionan con *Sodosols* (Australia), el orden *Solonetzic* (Canadá) y *Solonetz* (Rusia). En los Estados Unidos de América pertenecen a los Grandes Grupos *Natric* de varios ordenes.

### **Descripción resumida de Solonetz**

*Connotación:* Suelos con un alto contenido de Na intercambiable y en algunos casos también iones Mg; del ruso *sol*, sal.

*Material parental:* Materiales no consolidados, principalmente sedimentos de textura fina.

*Medio ambiente:* Los Solonetz están normalmente asociados con tierras planas en un clima cálido con veranos secos o con (antiguos) depósitos costeros que contienen una alta proporción de iones Na. Las principales concentraciones de Solonetz están en pastizales planos o suavemente inclinados con materiales francos o arcillosos (frecuentemente derivados de loess) en regiones semiáridas templadas y subtropicales.

*Desarrollo del perfil:* Suelo superficial pobre en arcilla sobre un horizonte *nátrico* más arcilloso que tiene generalmente una estructura columnar o prismática. En un Solonetz bien desarrollado, la parte más baja del horizonte de eluviación puede tener material *álbico*. Un horizonte *cálcico* o *gipsico* puede estar presente por debajo del horizonte *nátrico*. Muchos Solonetz tienen un pH de campo alrededor de 8.5, indicio de la presencia de carbonato de sodio libre.

### **Distribución regional de Solonetz**

Los Solonetz se encuentran en áreas con clima semiárido templado continental (veranos secos y una precipitación anual de no más de 400-500mm), especialmente en tierras planas con drenaje lateral y vertical impedido. También están presentes en áreas secas tropicales y subtropicales. Menores extensiones se encuentran en materiales parentales salinos (por ejemplo, arcillas marinas o depósitos aluviales salinos). A nivel mundial, los Solonetz cubren unos 135 millones de hectáreas. Las principales áreas con Solonetz se

encuentran en Ucrania, Federación de Rusia, Kazajstán, Hungría, Bulgaria, Rumania, China, Estados Unidos de América, Canadá, Sudáfrica, Argentina y Australia.

### Uso y manejo de Solonetz

La conveniencia para uso agrícola de los Solonetz vírgenes está basada casi completamente por el espesor y propiedades de la parte superficial del suelo. Un suelo superficial profundo (> 25 cm) rico en humus es necesario para la producción rentable de cultivos herbáceos. Sin embargo, la mayoría de Solonetz tienen un horizonte superficial mucho más delgado y algunos pueden haber perdido todo el horizonte superficial.

El mejoramiento de los Solonetz tiene dos elementos básicos:

- » Mejora de la porosidad del suelo superficial o subsuperficial;
- » Disminución del porcentaje de sodio intercambiable

La mayoría de los intentos de recuperación comienzan con incorporación de yeso o, excepcionalmente, cloruro de calcio al suelo. Cuando la cal o el yeso están a poca profundidad, el arado profundo (mezclando el suelo subsuperficial que contiene carbonato o yeso con el suelo superficial) puede hacer innecesarias las enmiendas costosas. Las estrategias de recuperación tradicionales empiezan con la plantación de un cultivo resistente al Na, por ejemplo, césped Rhodes, para poco a poco mejorar la permeabilidad del suelo. Una vez que el sistema de poros está en funcionamiento, los iones de Na son cuidadosamente lavados del suelo con agua (rica en Ca), de buena calidad (debiendo evitarse el uso de agua relativamente pura, ya que agrava el problema de dispersión).

Un método de recuperación extremo (desarrollado en Armenia y aplicado con éxito en Solonetz con un horizonte *cálcico* o *petrocálcico* en el Valle de Arax) utiliza ácido sulfúrico diluido (un producto de desecho de la industria metalúrgica) para disolver  $\text{CaCO}_3$  contenido en el suelo. Esto lleva iones de Ca a la solución del suelo, que desplazan al Na intercambiable. La práctica mejora la agregación y permeabilidad del suelo. El sulfato de sodio resultante (en la solución del suelo) se lava posteriormente del suelo. En la India se aplicó pirita a Solonetz para producir ácido sulfúrico disminuyendo así la alcalinidad extrema y superar la deficiencia de Fe. Los Solonetz mejorados pueden producir buenas cosechas de cereales o forraje. La mayoría de Solonetz del mundo nunca ha sido recuperados y se usan para el pastoreo extensivo o permanecen sin utilizar.

### STAGNOSOLS

Son suelos con agua estancada. Muestran periódicamente *condiciones reductoras* que dan como resultado propiedades *stagnicas*. Los Stagnosols tienen una capa moteada (con óxidos predominantemente dentro de los agregados) con o sin una capa superpuesta de material *álbico*. Los procesos redox también pueden ser causados por la introducción de líquidos distintos del agua (por ejemplo, gasolina). Un nombre frecuente en muchos sistemas nacionales de clasificación de suelos para la mayoría de Stagnosols es *Pseudogley*. En los Estados Unidos de América muchos Stagnosols pertenecen a subórdenes *Aquic* y Grandes Grupos *Epiaquic* de varias órdenes (*Aqualls*, *Aquults*, *Aquents*, *Aquepts* y *Aquolls*).



## Descripción resumida de Stagnosols

*Connotación:* Del latín *stagnare*, inundar.

*Material parental:* Una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glacial, depósitos francos eólicos, aluviales y coluviales, pero también limolita físicamente meteorizada.

*Medio ambiente:* Generalmente en tierra plana o ligeramente inclinada de regiones templadas a subtropicales con condiciones climáticas húmedas a perhúmedas.

*Desarrollo del perfil:* Fuerte moteado debido a procesos redox causados por el estancamiento del agua; la capa superior del suelo también se puede decolorar por completo (material *álbico*).

## Distribución regional de Stagnosols

Cubren 150-200 millones de hectáreas a nivel mundial; la mayor parte en regiones templadas de clima húmedo a perhúmedo en Europa Central y Occidental, América del Norte, el sudeste de Australia y en Argentina, asociados con Luvisols, así como Cambisols y Umbrisols limosos a arcillosos. Los Stagnosols también aparecen en regiones tropicales de clima húmedo a perhúmedo, asociados con Acrisols y Planosols.

## Uso y manejo de Stagnosols

La capacidad agrícola de los Stagnosols está limitada debido a su falta de oxígeno como resultado del estancamiento del agua por encima de un denso suelo subsuperficial. En la temporada de lluvias estos suelos están demasiado húmedos, o bien pueden encontrarse demasiado secos para la producción de cultivos en la estación seca. Sin embargo, en contraste con los Gleysols, el drenaje con canales o tubos es en muchos casos insuficiente debido a la baja conductividad hidráulica en el denso suelo subsuperficial. Una porosidad superior puede lograrse con arado o desmenuzamiento profundo. Los Stagnosols drenados pueden ser suelos fértiles debido a su grado moderado de lixiviación de nutrientes.

## TECHNOSOLS

Los Technosols comprenden suelos cuyas propiedades y edafogénesis están dominadas por su origen técnico. Contienen una cantidad significativa de *artefactos* (algo en el suelo reconociblemente hecho o fuertemente alterado por el hombre o extraído de profundidades mayores), o están sellados por material *duro técnico* (material duro creado por los seres humanos que tiene propiedades diferentes de la roca natural) o contienen una geomembrana. Incluyen suelos de desechos (vertederos, lodos, escorias, desechos o escombros de minas y cenizas), pavimentos con sus materiales subyacentes no consolidados, suelos con geomembrana y suelos construidos artificialmente. Los Technosols se denominan a menudo como suelos *urbanos* o suelos de *minas*. Son reconocidos en el sistema ruso de clasificación de suelos como *Technogenic superficial formations* y en la clasificación de suelos australiana se incluyen en los *Anthroposols*.

## Descripción resumida de Technosols

*Connotación:* Suelos dominados o fuertemente influenciados por material hecho por el hombre; del griego *technikos* hábilmente hecho.

*Material parental:* Todo tipo de materiales hechos o expuestos por la actividad humana que de otro modo no aparecerían en la superficie de las tierras; la edafogénesis en estos suelos se ve fuertemente afectada por los materiales y su organización.

*Medio ambiente:* Principalmente en áreas urbanas e industriales.

*Desarrollo del perfil:* Es generalmente débil, aunque en vertederos antiguos (por ejemplo, en escombreras romanas) puede observarse evidencia de edafogénesis natural, tal como formación de un horizonte *cámbico*. Los depósitos de lignito y ceniza pueden presentar, con el tiempo, propiedades *vítricas* o *ándicas*. El desarrollo original del perfil puede todavía estar presente en suelos naturales contaminados.

## **Distribución regional de Technosols**

Se encuentran en todo el mundo donde la actividad humana ha propiciado la construcción de suelo artificial, sellando el suelo natural o extrayendo material normalmente no afectado por procesos superficiales. De este modo, ciudades, carreteras, minas, basureros, derrames de petróleo, cenizas de carbón y otros depósitos similares están incluidos en Technosols.

## **Uso y manejo de Technosols**

Los Technosols están fuertemente afectados por la naturaleza del material o la actividad humana que los colocó. Es probable que contengan más sustancias tóxicas que otros GSR y deben ser tratados con cuidado.

Muchos Technosols, en particular los de los vertederos de basura, están cubiertos actualmente con una capa de material de suelo natural con el fin de permitir la revegetación. El suelo sigue siendo Technosol siempre que cumpla el requisito de contar con > 20% (en volumen, peso ponderado) de artefactos en los 100 cm superiores de la superficie del suelo o hasta *roca continua*, material *duro técnico* o una capa endurecida o cementada, lo que esté más superficial.

## **UMBRISOLS**

Los Umbrisols tienen una importante acumulación de materia orgánica en el suelo superficial mineral y una baja saturación de bases en algún lugar dentro del primer metro (en la mayoría de los casos en la parte superficial del suelo mineral). Los Umbrisols son la contraparte lógica de suelos con un horizonte *chérnico* o *móllico* y alta saturación de bases en todo el espesor (Chernozems, Kastanozems y Phaeozems). Muchos de estos suelos se clasifican en otros sistemas como varios Grandes Grupos de *Entisols* e *Inceptisols* (Estados Unidos de América), *Sombric Brunisols* y *Humic Regosols* (Francia), *Mountain meadow soils* (antigua Unión Soviética) y *Mucky-dark-humus soils* (Rusia), *Brown podzolic soils* (por ejemplo, Indonesia) y *Umbrisols* (Rumania). En el Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981) la mayoría de ellos pertenecen a *Humic Cambisols* y *Umbric Regosols*.

## Descripción resumida de Umbrisols

*Connotación:* Suelos con parte superficial oscura; del latín *umbra*, sombra.

*Material parental:* Material meteorizado de roca silíceo o de roca básica fuertemente lixiviada.

*Medio ambiente:* Climas húmedos; común en regiones montañosas con poco o ningún déficit de humedad, principalmente áreas templadas o frías pero incluyendo montañas tropicales y subtropicales.

*Desarrollo del perfil:* Horizonte superficial *úmbrico* marrón oscuro (pocas veces *móllico*), en algunos casos sobre un horizonte *cámbico* subsuperficial con baja saturación de bases.

## Distribución regional de Umbrisols

Los Umbrisols aparecen en regiones húmedas de frías a templadas, en su mayoría montañosas y con poco o ningún déficit de humedad del suelo. Ocupan unos 100 millones de hectáreas a nivel mundial. En América del Sur los Umbrisols son comunes en las cordilleras andinas de Colombia, Ecuador y, en menor medida, en Venezuela, Bolivia y Perú. También se encuentran en Brasil, por ejemplo, en la Serra do Mar. En América del Norte los Umbrisols se limitan esencialmente al noroeste, en la costa del Pacífico. En Europa los Umbrisols aparecen a lo largo del noroeste en el litoral del Atlántico, por ejemplo, en Islandia, en las Islas Británicas y en el noroeste de Portugal y España y en la cordillera del Cáucaso principal. En Asia se encuentran en los márgenes de montaña del Himalaya, especialmente en la India, Nepal, China y Myanmar. Los Umbrisols se encuentran también en latitudes más bajas en Manipur (India oriental), en la cordillera Arakan (Myanmar occidental) y en Sumatra (cordillera Barisan). En Oceanía los Umbrisols se encuentran en las cadenas montañosas de Papúa-Nueva Guinea y sureste de Australia y en la parte oriental de Isla del Sur, Nueva Zelanda. También se han reconocido en regiones montañosas de África como Lesotho y Sudáfrica, por ejemplo, la cordillera Drakensberg.

## Uso y manejo de Umbrisols

Muchos Umbrisols están bajo cubierta de vegetación natural o casi natural. Los Umbrisols por encima de la línea de árboles actual en las cordilleras de los Andes, del Himalaya y de Asia Central o en altitudes más bajas en Europa Septentrional y Occidental, donde la antigua vegetación se ha borrado en gran parte, soportan una vegetación de pastos cortos de bajo valor nutricional. Los bosques de coníferas predominan en Brasil (por ejemplo, *Araucaria* spp.) y en los Estados Unidos de América (principalmente *Thuja*, *Tsuga* y *Pseudotsuga* spp.). Umbrisols en áreas montañosas tropicales en el sur de Asia y Oceanía están bajo bosque perennifolio. En las montañas del sur de México, la vegetación varía de bosque tropical semicaducifolio a un más frío bosque nublado de montaña.

El predominio de tierras escarpadas y las condiciones climáticas húmedas y frías restringe la utilización de muchos Umbrisols a pastoreo extensivo. El manejo se enfoca en la introducción de pastos mejorados y corrección del pH del suelo por encalado. Algunos de estos suelos son susceptibles a la erosión. Plantaciones de cultivos perennes en terrazas de banco o en curvas de nivel ofrecen posibilidades para la agricultura permanente en pendientes menos inclinadas. Cuando las condiciones son favorables, pueden producirse cultivos rentables, por ejemplo, cereales y cultivos de raíces en los Estados Unidos de América, Europa y América

del Sur, o té y quina en el sureste de Asia (por ejemplo, Indonesia). El cultivo de café de altura sobre Umbrisols necesita una alta inversión en su manejo para alcanzar los estrictos requerimientos de nutrientes. En Nueva Zelanda los Umbrisols han sido transformados en suelos altamente productivos, usados para ganadería intensiva de ovejas e industria láctea y producción de cultivos rentables .

## **VERTISOLS**

Los Vertisols son suelos de arcillas pesadas con una alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman profundas y anchas grietas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo cual sucede en la mayoría de los años. El nombre Vertisols (del latín *vertere*, dar vuelta) se refiere a los constantes movimientos internos del material del suelo. Nombres comunes locales para Vertisols son *Black cotton soils* y *Regur* (India), *Black turf soils* (Sudáfrica) o *Margalites* (Indonesia). En sistemas nacionales de clasificación de suelos son llamados *Slitozems* o *Dark vertic soils* (Rusia), *Vertosols* (Australia), *Vertissolos* (Brasil) y *Vertisols* (Estados Unidos de América).

### **Descripción resumida de Vertisols**

*Connotación:* Suelos de arcillas pesadas revueltas; del latín *vertere*, dar vuelta.

*Material parental:* Sedimentos que contienen una alta proporción de arcillas expandibles o arcillas expandibles producidas por neoformación a causa de la meteorización de rocas.

*Medio ambiente:* Depresiones y áreas planas a onduladas, principalmente en climas tropicales y subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con alternancia de marcadas estaciones secas y húmedas. La vegetación clímax es de sabana, praderas naturales y/o bosques.

*Desarrollo del perfil:* La expansión y retracción alternada de arcillas expandibles dan lugar a grietas profundas en la temporada seca y la formación de slickensides y elementos estructurales en forma de cuña en el suelo subsuperficial. El comportamiento expansión-retracción puede ocasionar que se forme un microrelieve gilgai, especialmente en climas secos.

### **Distribución regional de Vertisols**

Estos suelos cubren unos 335 millones de hectáreas a nivel mundial. La mayoría de los Vertisols aparecen en los trópicos semiáridos con un promedio anual de precipitación de 500-1000 mm, pero también se encuentran en los trópicos húmedos, por ejemplo, Trinidad (donde la precipitación total anual alcanza 3000 mm). Las áreas de Vertisols más grandes están en Australia, India y Sudán del Sur. También ocupan un lugar destacado en Etiopía, China, el sur de los Estados Unidos de América (Texas), Uruguay, Paraguay, Argentina y Sudáfrica. Los Vertisols están comúnmente asociados con sedimentos que tienen un alto contenido de arcillas esmectíticas o que producen estas arcillas por una meteorización post-deposicional (por ejemplo, en Sudán del Sur y Australia) y en mesetas amplias de basalto (por ejemplo, en India y Etiopía). Los Vertisols se encuentran a menudo en posiciones más bajas del paisaje como en el fondo de lagos secos, cuencas hidrográficas, terrazas inferiores de ríos y otras tierras bajas que están periódicamente húmedas en su estado natural. Pequeñas áreas de Vertisols se encuentran en el sur de la Rusia Europea y en Hungría.

## Uso y manejo de Vertisols

Grandes áreas de Vertisols en los trópicos semiáridos permanecen sin usar o sólo se utilizan para pastoreo extensivo, cortar madera, quema de carbón y similares. Estos suelos tienen gran potencial agrícola, pero un manejo adecuado es una condición previa para la producción sostenida. La comparativamente buena fertilidad química y su aparición en extensas planicies, donde la recuperación y el cultivo mecánico pueden considerarse, son ventajas de los Vertisols. Las características físicas de estos suelos, y en particular, sus difíciles relaciones hídricas, causan problemas de manejo. Edificios y otras construcciones sobre Vertisols están en riesgo y los ingenieros tienen que tomar especiales precauciones para evitar daños.

Los usos agrícolas de los Vertisols van desde muy extensivos (pastoreo, recolección de leña y quema de carbón) a través de minifundios que producen cultivos después de la temporada de lluvias (mijo, sorgo, algodón y garbanzos) hasta agricultura bajo riego a pequeña escala (arroz) y gran escala (algodón, trigo, cebada, sorgo, garbanzos, lino, noug [*Guzotia abessynica*] y caña de azúcar). El algodón se desarrolla bien sobre Vertisols, al parecer, porque el algodón tiene un sistema radicular vertical que resiste el agrietamiento del suelo. Los cultivos arbóreos tienen generalmente menos éxito porque el sistema radicular de estos árboles presenta dificultad para establecerse en el suelo subsuperficial y se dañan cuando el suelo se expande y se contrae. Las prácticas de manejo para la producción de cultivos deberían dirigirse principalmente al control del agua en combinación con la conservación o mejora de la fertilidad del suelo.

Las propiedades físicas y el régimen de humedad del suelo representan serias limitaciones de manejo. La textura del suelo pesada y el predominio de minerales de arcilla expandibles dan lugar a un estrecho rango de humedad del suelo entre estrés de humedad y exceso de agua. La labranza se ve obstaculizada por la adhesividad cuando el suelo está mojado y dureza cuando está seco. La susceptibilidad de los Vertisols al anegamiento puede ser el factor más importante que reduce el período de crecimiento real. El exceso de agua en la temporada lluviosa debe almacenarse para su uso después de la temporada de lluvias (cosecha de agua) en Vertisols con muy baja velocidad de infiltración.

Una compensación para las características de expansión-retracción es el fenómeno de self-mulching (auto-acolchado) que es común en muchos Vertisols. Los terrones grandes producidos por la labranza primaria, se rompen con el secado gradual en agregados finos que proporcionan una cama aceptable para la semilla con un mínimo esfuerzo. Por la misma razón, la erosión en cárcavas sobre Vertisols sobrepastoreados es raramente muy severa porque las paredes de las cárcavas asumen rápidamente un ángulo bajo de reposo, lo que permite al pasto restablecerse rápidamente.

## Anexo 2

# Resumen de los procedimientos analíticos para la caracterización del suelo

En el presente anexo se ofrece un resumen de los procedimientos de análisis recomendados para ser utilizados para la caracterización de los suelos en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Las descripciones completas se pueden encontrar en Procedimientos para el análisis del suelo (Van Reeuwijk, 2002) y Manual de métodos de laboratorio para análisis de suelos del USDA (Burt, 2004).

### 1. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las muestras se secan al aire o, alternativamente, en estufa a un máximo de 40°C. La fracción tierra fina se obtiene por tamizado de la muestra seca con un tamiz de 2mm. Los terrones que no pasan a través del tamiz, son aplastados (no molidos) y se tamiza de nuevo. Grava, fragmentos de roca, etc. que no pasan por el tamiz se tratan por separado.

En casos especiales cuando el secado al aire causa cambios inaceptables e irreversibles en ciertas propiedades del suelo (por ejemplo, en turba y suelos con propiedades ándicas) las muestras se mantienen y se tratan en el estado de humedad de campo.

### 2. CONTENIDO DE HUMEDAD

El cálculo de los resultados de análisis de suelos se realiza sobre base de masa de suelo secado en estufa (105 °C).

### 3. ANALISIS DE TAMAÑO DE PARTICULAS

La parte mineral del suelo se separa en diversos tamaños de fracciones y se determina la proporción de estas fracciones. La determinación comprende todo el material, es decir, incluyendo grava y material más grueso, pero el procedimiento en si mismo se aplica a la fracción tierra fina (<2mm) solamente.

El pretratamiento de la muestra está dirigido a la dispersión completa de partículas primarias. Por tanto, los materiales cementantes (por lo general de origen secundario) tales como materia orgánica y carbonato de calcio pueden necesitar ser eliminados. En algunos casos, también es necesario aplicar desferrificación. Sin embargo, dependiendo del objetivo del estudio, puede ser fundamentalmente incorrecto eliminar los materiales de cementación. En consecuencia, todos los pretratamientos deben considerarse opcionales. Sin embargo, para fines de caracterización de suelos la eliminación de la materia orgánica por H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y de carbonatos por HCl se lleva a cabo de forma rutinaria. Después de este pretratamiento, la muestra se agita con un agente dispersante y la arena se separa de la arcilla y limo con un tamiz de 63µm. La arena es

fraccionada mediante tamizado en seco; las fracciones arcilla y limo son determinadas por el método de la pipeta o, alternativamente, por el método del hidrómetro.

#### 4. ARCILLA DISPERSABLE EN AGUA

Este es el contenido de arcilla que se encuentra cuando la muestra se dispersa con agua sin ningún pretratamiento para eliminar compuestos cementantes y sin el uso de un agente dispersante. La proporción de arcilla natural a arcilla total se puede utilizar como un indicador de estabilidad de la estructura.

#### 5. RETENCIÓN DE AGUA DEL SUELO

El contenido de agua se determina en muestras de suelo que han sido equilibradas con agua a varios valores de succión (tensión). Para valores bajos de succión, las muestras no perturbadas se equilibran en un baño de limo y caolín; para valores altos de succión, muestras perturbadas son equilibradas en placas extractoras de presión. La densidad aparente se calcula a partir de la masa de las muestras no perturbadas.

#### 6. DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente del suelo es la masa por la unidad de volumen de suelo. Como la densidad aparente cambia con el contenido de agua, debe especificarse el estado de humedad de la muestra.

Pueden utilizarse dos procedimientos diferentes:

- » *Muestras no perturbadas.* Un cilindro de metal de volumen conocido se presiona en el suelo. Se registra la masa de la muestra húmeda. Esto puede ser en el estado de humedad de campo o en el estado después de equilibrar la muestra a una tensión de agua específica. La muestra es secada en estufa y pesada de nuevo. La densidad aparente es el cociente entre la masa seca y el volumen en el contenido de agua determinado y/o la tensión de agua especificada.
- » *Terrones revestidos.* Terrones recogidos en el campo son recubiertos con laca plástica (por ejemplo, Saran disueltos en metil etil cetona) para permitir la determinación de la masa sumergida en agua. Esto da el volumen al terrón. Se registra la masa de muestra húmeda. Esto puede ser en el estado de humedad de campo o en el estado después de equilibrar el terrón con un valor específico de succión de agua. La muestra es secada en estufa y pesada de nuevo. La densidad aparente es el cociente entre la masa seca y el volumen a la succión de agua especificada.

**Nota:** la determinación de la densidad aparente es muy sensible a errores, particularmente causados por elementos no representativos de las muestras (piedras, grietas, raíces, etc). Por lo tanto, las determinaciones deben hacerse siempre por triplicado.

#### 7. COEFICIENTE DE EXTENSIBILIDAD LINEAL (COLE)

El COLE da una indicación de la capacidad reversible de expansión-retracción de un suelo. Se calcula a partir de la densidad aparente en seco y la densidad aparente a 33 kPa de succión de agua. El valor COLE se expresa en centímetros por centímetro o como un valor porcentual.

## 8. pH

El pH del suelo se mide potenciométricamente en la suspensión sobrenadante de una mezcla suelo:líquido. Si no se indica lo contrario, suelo:líquido están en una relación 1:5 (volumen: volumen) (de acuerdo con las normas ISO). El líquido es agua destilada ( $pH_{\text{agua}}$ ) o una solución 1M de KCl ( $pH_{\text{KCl}}$ ). Sin embargo, en algunas definiciones, se utiliza una relación de suelo: agua 1:1.

## 9. CARBONO ORGÁNICO

Se sigue el procedimiento Walkley-Black. Esto implica una combustión en húmedo de materia orgánica con una mezcla de dicromato de potasio y ácido sulfúrico a aproximadamente 125°C. El dicromato residual se valora con sulfato ferroso. Para compensar por la destrucción incompleta, se aplica un factor de corrección empírico de 1.3 en el cálculo del resultado.

**Nota:** Otros procedimientos, incluyendo analizadores de carbono (por ejemplo, combustión seca) pueden también ser utilizados. En estos casos, se recomienda una prueba cualitativa de carbonatos por efervescencia con HCl y, si están presentes, se requiere una corrección para C inorgánico (ver carbonatos más abajo).

## 10. CARBONATOS

Se utiliza el método de valoración rápida de Piper (también llamado método de neutralización ácida). La muestra se trata con HCl diluido y el ácido residual se valora. Los resultados están referidos como carbonato de calcio equivalente ya que la disolución no es selectiva para calcita y otros carbonatos tales como dolomita también se disuelven hasta cierto punto.

**Nota:** También pueden utilizarse otros procedimientos tales como el método volumétrico Scheibler o el calcímetro Bernard.

## 11. YESO

El yeso se disuelve por agitación de la muestra con agua. A continuación, se precipita selectivamente del extracto mediante la adición de acetona. Este precipitado se redissuelve en agua y se determina la concentración de Ca como una medida para el yeso.

## 12. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNIC (CIC) Y BASES INTERCAMBIABLES

Se utiliza el método de acetato de amonio pH 7. La muestra se percola con acetato de amonio (pH 7) y las bases se miden en el percolado. La muestra es posteriormente percolada con acetato de sodio (pH 7), se retira el exceso de sal y el sodio adsorbido se intercambia por percolación con acetato de amonio (pH 7). El Na en este percolado es una medida de la CIC.

Alternativamente, después de la percolación con acetato de amonio, la muestra puede ser lavada para quitarle el exceso de sal, se destila la muestra completa y se determina el amonio liberado.



La percolación en tubos también puede ser reemplazada por agitación en frascos. Cada extracción debe repetirse tres veces y se deben combinar los tres extractos para el análisis

**Nota 1:** Pueden utilizarse otros procedimientos para la CIC siempre que se realice la determinación a pH 7.

**Nota 2:** En casos especiales donde la CIC no es un criterio de diagnóstico, por ejemplo, en suelos salinos y alcalinos, puede determinarse la CIC a pH 8.2.

**Nota 3:** La saturación de bases de suelos salinos, calcáricos y gipsíricos puede considerarse al 100%.

**Nota 4:** Cuando hay involucradas arcillas de baja actividad, la CIC de la materia orgánica debe deducirse. Esto puede hacerse por el método gráfico (FAO, 1966), o por el análisis de la CIC de la materia orgánica o de los coloides minerales por separado.

### 13. ACIDEZ DE INTERCAMBIO Y ALUMINIO INTERCAMBIABLE

Acidez de intercambio (H+Al) y aluminio intercambiable son liberados por intercambio con una solución no tamponada de KCl 1M. La acidez de intercambio también puede designarse como acidez real (en comparación con acidez potencial o extraíble).

### 14. SÍLICE, MANGANESO, ALUMINIO Y HIERRO EXTRACTABLES

Estos análisis comprenden:

- »  $Fe_{dith}$ ,  $Al_{dith}$ ,  $Mn_{dith}$ : Compuestos de Fe, Al y Mn libres en el suelo extraídos por una solución de ditionito-citrato-bicarbonato (pueden usarse ambos procedimientos, el Mehra y Jackson y el Holmgren).
- »  $Fe_{ox}$ ,  $Al_{ox}$  y  $Si_{ox}$ : *Compuestos activos de bajo grado de ordenamiento o amorfos* de Fe, Al y Si extraídos por una solución de oxalato ácido de amonio (pH 3). (Blakemore et al., 1987).
- »  $Fe_{py}$ ,  $Al_{py}$ : Fe y Al *orgánicamente ligados* extraídos por una solución de pirofosfato.

### 15. SALINIDAD

Las características asociadas a la salinidad de los suelos se determinan en el *extracto de saturación*.

Las características incluyen: pH, conductividad eléctrica ( $EC_e$ ), relación de adsorción de sodio (SAR), cationes y aniones de las sales disueltas. Estos incluyen Ca, Mg, Na, K, carbonato y bicarbonato, cloruro, nitrato y sulfato. El SAR y el porcentaje de sodio intercambiable (ESP) pueden estimarse a partir de las concentraciones de cationes disueltos.

## 16. FOSFATO Y RETENCIÓN DE FOSFATO

Estos análisis comprenden:

- » Método Olsen: Extracción con una solución de  $\text{NaHCO}_3$  0,5 M a pH 8.5 (Olsen *et al* 1954).
- » Método de ácido cítrico: extracción con una solución al 1% de ácido cítrico (Blanck, 1931; Van Reeuwijk, 2002).
- » Método Mehlich-1: extracción con una solución de HCl 0.05 M y  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.025 M (Mehlich, 1953).
- » Para la retención de fosfatos, se utiliza el procedimiento *Blakemore*. La muestra se equilibra con una solución de fosfato a pH 4.6 y se determina la proporción de fosfatos extraída de la solución (Blakemore *et al.*, 1987).

## 17. DENSIDAD ÓPTICA DEL EXTRACTO DE OXALATO (ODOE)

La muestra se filtra o se agita con una solución de oxalato ácido de amonio (pH 3). Se mide la densidad óptica del extracto a una longitud de onda de 430 nm.

## 18. INDICE MELÁNICO

Se agita la muestra con una solución de NaOH 0.5 M y se mide la absorbencia del extracto a 450 y 520 nm, respectivamente. El índice melánico se obtiene dividiendo la absorbencia a 450 nm por la absorbencia a 520 nm.

## 19. ANÁLISIS MINERALÓGICO DE LA FRACCIÓN ARENA

Después de eliminar los materiales de revestimiento y cementantes, la arena se separa de la arcilla y limo mediante tamizado en húmedo. Se separa la fracción 63-420  $\mu\text{m}$  de la arena por tamizado en seco. Esta fracción se divide en fracción *pesada* y fracción *ligera* con la ayuda de un líquido de alta densidad: una solución de politungstato<sup>26</sup> de sodio con una densidad específica de 2,85  $\text{kg dm}^{-3}$ . De la *fracción pesada*, se hace una lámina para el microscopio; la *fracción ligera* se tiñe selectivamente para a identificación microscópica de cuarzo y feldespatos.

El vidrio volcánico puede ser reconocido generalmente como granos isotrópicos con vesículas.

## 20. DIFRACTOMETRÍA DE RAYOS X

La fracción arcilla se separa de la tierra fina y se deposita de manera orientada en un portaobjetos de vidrio o placas de cerámica porosa para ser analizadas en un difractómetro de rayos x. Muestras de polvo de arcilla y otras fracciones sin orientar se analizan en el mismo aparato o con una cámara Guinier de rayos x (fotografías).

---

26 El Bromoformo también puede ser usado como líquido de alta densidad pero su uso no se recomienda debido a su vapor altamente tóxico.

## **21. SULFUROS**

El S inorgánico reducido se convierte en  $H_2S$  en una solución ácida de  $CrCl_2$  caliente. El  $H_2S$  producido es atrapado cuantitativamente en una solución de acetato de Zn como ZnS sólido. El ZnS se trata entonces con HCl para liberar  $H_2S$  en la solución, el cual es rápidamente valorado con una solución de  $I_2$  hasta el punto final de color azul indicado por la reacción del  $I_2$  con almidón (Sullivan et al., 2000). Precaución: los residuos tóxicos se deben manejar cuidadosamente.

## Anexo 3

# Códigos recomendados para los Grupos de Suelos de Referencia, calificadores y especificadores

Grupos de Suelos de Referencia							
Acrisol	AC	Cryosol	CR	Leptosol	LP	Regosol	RG
Alisol	AL	Durisol	DU	Lixisol	LX	Retisol	RT
Andosol	AN	Ferralsol	FR	Luvisol	LV	Solonchak	SC
Anthrosol	AT	Fluvisol	FL	Nitisol	NT	Solonetz	SN
Arenosol	AR	Gleysol	GL	Phaeozem	PH	Stagnosol	ST
Calcisol	CL	Gypsisol	GY	Planosol	PL	Technosol	TC
Cambisol	CM	Histosol	HS	Plinthosol	PT	Umbrisol	UM
Chernozem	CH	Kastanozem	KS	Podzol	PZ	Vertisol	VR

Calificadores							
Abruptic	ap	Argisodic	as	Cutanic	ct	Fragic	fg
Aceric	ae	Aric	ai	Densic	dn	Fulvic	fu
Acric	ac	Aridic	ad	Differentic	df	Garbic	ga
Acroxic	ao	Arzic	az	Dolomitic	do	Gelic	ge
Aeolic	ay	Brunic	br	Drainic	dr	Gelistagnic	gt
Akrofluvic	kf	Calcaric	ca	Duric	du	Geoabruptic	go
Akromineralic	km	Calcic	cc	Dystric	dy	Geric	gr
Akroskeletal	kk	Calcifractc	cf	Ekranic	ek	Gibbsic	gi
Albic	ab	Cambic	cm	Entic	et	Gilgaic	gg
Alcalic	ax	Capillaric	cp	Escalic	ec	Glacic	gc
Alic	al	Carbic	cb	Eutric	eu	Gleyic	gl
Aluandic	aa	Carbonatic	cn	Eutrosilic	es	Glossic	gs
Andic	an	Carbonic	cx	Evapocrustic	ev	Greyzemic	gz
Anthraquic	aq	Chernic	ch	Ferralic	fl	Grumic	gm
Anthric	ak	Chloridic	cl	Ferric	fr	Gypsic	gy
Anthromollic	am	Chromic	cr	Ferritic	fe	Gypsifractc	gf
Anthrotoxic	at	Clayic	ce	Fibric	fi	Gypsiric	gp
Anthroumblic	aw	Clayinovic	cj	Floatic	ft	Haplic	ha
Archaic	ah	Colluvic	co	Fluvic	fv	Hemic	hm
Arenic	ar	Columnic	cu	Folic	fo	Histic	hi
Areninovic	aj	Cryic	cy	Fractc	fc	Hortic	ht

Calificadores							
Humic	hu	Lignic	lg	Ortsteinic	os	Reductic	rd
Hydragric	hg	Limnic	lm	Oxyaquic	oa	Reductigleyic	ry
Hydric	hy	Linic	lc	Oxygleyic	oy	Relictigleyic	rl
Hydrophobic	hf	Lithic	li	Pachic	ph	Relictistagnic	rw
Hyperallic	jl	Lixic	lx	Pellic	pe	Relictiturbic	rb
Hyperartefactic	ja	Loamic	lo	Petric	pt	Relocatic	rc
Hypercalcic	jc	Loaminovic	lj	Petrocalcic	pc	Rendzic	rz
Hyperduric	ju	Luvic	lv	Petroduric	pd	Retic	rt
Hyperdystric	jd	Magnesianic	mg	Petrogleyic	py	Rheic	rh
Hypereutric	je	Manganiferic	mf	Petrogypsic	pg	Rhodic	ro
Hyperferritic	jf	Mawic	mw	Petroplinthic	pp	Rockic	rk
Hypergypsic	jg	Mazic	mz	Petrosalic	ps	Rubic	ru
Hyperhumic	jh	Melanic	ml	Phytotoxic	yx	Rustic	rs
Hyperhydragric	jy	Mesotrophic	ms	Pisoplinthic	px	Salic	sz
Hypermagnesianic	jm	Mineralic	mi	Placic	pi	Sapric	sa
Hypernatric	jn	Mollic	mo	Plaggic	pa	Sideralic	se
Hyperorganic	jo	Murshic	mh	Plinthic	pl	Silandic	sn
Hypersalic	jz	Muusic	mu	Plinthofractic	pf	Siltic	sl
Hypersideralic	jr	Natric	na	Posic	po	Siltinovic	sj
Hyperskeletalic	jk	Nechic	ne	Pretic	pk	Skeletalic	sk
Hyperspodic	jp	Neocambic	nc	Profondic	pn	Sodic	so
Hypersulfidic	js	Nitic	ni	Profundihumic	dh	Sombric	sb
Hypertechnic	jt	Novic	nv	Protic	pr	Someric	si
Hyperthionic	ji	Nudiargic	ng	Protoandic	qa	Somerimollic	sm
Hypocalcic	wc	Nudilithic	nt	Protoargic	qg	Somerirendzic	sr
Hypogypsic	wg	Nudinatric	nn	Protoaridic	qd	Someriumbric	sw
Hyposulfidic	ws	Nudipetric	np	Protocalcic	qc	Spodic	sd
Hypothionic	wi	Nudiyermic	ny	Protosalic	qz	Spolic	sp
Immissic	im	Ochric	oh	Protosodic	qs	Stagnic	st
Inclinic	ic	Oligoeutric	ol	Protospodic	qp	Subaquatic	sq
Infraandic	ia	Ombric	om	Protostagnic	qw	Sulfatic	su
Infraspodic	is	Organotransportic	ot	Prototechnic	qt	Sulfidic	sf
Irragric	ir	Ornithic	oc	Prototephric	qf	Takyric	ty
Isolatic	il	Orthodystric	od	Protovertic	qv	Technic	te
Lamellic	ll	Orthoeutric	oe	Puffic	pu	Technoleptic	tl
Lapiadic	ld	Orthofluvic	of	Radiotoxic	rx	Technolithic	tt
Laxic	la	Orthomineralic	oi	Raptic	rp	Technoskeletalic	tk
Leptic	le	Orthoskeletalic	ok	Reductaquic	ra	Tephric	tf

Calificadores							
Terric	tr	Tonguimollic	tm	Umbric	um	Vetic	vt
Thionic	ti	Tonguiumbric	tw	Urbic	ub	Vitric	vi
Thixotropic	tp	Totilamellic	ta	Uterquic	uq	Xanthic	xa
Tidalic	td	Toxic	tx	Vermic	vm	Yermic	ye
Tonguic	to	Transportic	tn	Vertic	vr	Zootoxic	zx
Tonguichernic	tc	Turbic	tu				

Especificadores							
Amphi	..m	Endo	..n	Kato	..k	Supra	..s
Ano	..a	Epi	..p	Panto	..e	Thapto	..b
Bathy	..d						

### Reglas para el uso de los códigos para la nomenclatura de suelos

En el primer nivel de clasificación, el código del GSR permanece solo.

En el segundo nivel, el código empieza con el GSR,

seguido por "-"

seguido por los calificadores principales, de acuerdo al listado de arriba hacia abajo,

con un "." , entre ellos,

seguido por "-",

seguido por los calificadores suplementarios en orden alfabético de los nombres de

los calificadores (no en orden alfabético de sus códigos), con un "." entre ellos,

seguido por "-",

seguido, si aplica, por subcalificadores con el especificador Bathy- o Thapto, con un

(".", entre ellos,

seguido por "-",

seguido, si aplica, por calificadores que no están en el listado para ese GSR particular.

Los subcalificadores (calificadores combinados con especificadores) se colocan

en el orden de los calificadores como si estos fueran usados sin el especificador.

Excepciones: Si se usan con un calificador principal, los subcalificadores Proto-, Bathy- y Thapto- deben pasar a los calificadores suplementarios.

Si uno de estos grupos de calificadores está vacío, el "-" está todavía incluido, si uno de los siguientes grupos no está vacío.

El esquema resultante queda como sigue:

GSR{-}[CP1[.CP2]etc]{-}[CS1[.CS2]etc]{-}[BTC1[.BTC2]etc][NC1[.NC2]etc]

Donde: CP = calificador principal, con o sin especificadores añadidos, CS = calificador suplementario con o sin especificadores añadidos, BTC = Bathy-/Thapto-subcalificador, NC = calificador no listado para ese GSR particular; etc = pueden agregarse calificadores adicionales de la misma manera si es necesario; elementos en [] se listan si se aplican; elementos en {} son necesarios si siguen otros elementos.

### Ejemplos del uso de los códigos para la nomenclatura de suelos

Albic Stagnic Luvisol (Endoclayic, Cutanic, Differentic, Episiltic):

LV-st.ab-cen.ct.df.slp

Dystric Hemic Folic Endorockic Histosol:

HS-rkn.fo.hm.dy

Haplic Ferralsol (Dystric, Loamic, Vetic, Bathypetroplinthic):

FR-ha-dy.lo.vt-ppd

Calcaric Skeletic Pantofluvic Fluvisol (Pantoarenic, Aridic):

FL-fve.sk.ca-are.ad

Dystric Umbric Aluandic Andosol (Siltic, Thaptofollic):

AN-aa.um.dy-sl-fob

Isolatic Technosol (Supraarenic, Supracalcaric):

TC-il.ars.ca

Dystric Katoalbic Arenosol (Bathyhyperspodic):

AR-abk.dy--jpd

### Reglas para el uso de los códigos para crear leyendas de mapas

En el primer nivel de escala, el código del GSR permanece solo.

En el segundo, tercero y cuarto nivel de escala, el código empieza con el GSR, seguido por un "-",

seguido por los calificadores principales (número de acuerdo con el nivel de escala) de acuerdo con el listado, de arriba hacia abajo, con un "." entre ellos.

Si hay calificadores añadidos opcionalmente, se añade un "-",

seguido por los calificadores añadidos opcionalmente, con un "." entre ellos (los calificadores principales se agregan en primer lugar, y de ellos, el primer calificador aplicable se coloca en primer lugar, y la secuencia de los calificadores suplementarios que se añade es decidida por el edafólogo que elabora el mapa).

Si de acuerdo con el nivel de escala ningún calificador primario es añadido, el "-" se incluye, si un calificador se añade opcionalmente.

Si se indican suelos codominantes o asociados, se escriben las palabras "dominante:", "codominante:" y "asociado:" antes del código del suelo.

El esquema resultante queda como sigue:

GSR{-}[CP1[.CP2[.CP3]]][-CO1[.CO2]etc]

Donde: CP = calificador principal, CO = calificador opcional; etc = pueden agregarse calificadores adicionales de la misma manera si es necesario; elementos en [] se listan si se aplican; elementos en {} son necesarios si siguen otros elementos.

### Ejemplos del uso de los códigos para crear leyendas de mapas

Geric Umbric Xanthic Plinthic Ferralsols (Clayic, Dystric):

primer nivel de escala: FR

segundo nivel de escala: FR-pl

tercer nivel de escala: FR-pl.xa

cuarto nivel de escala: FR-pl.xa.um

Si se añaden calificadores opcionalmente: ejemplos:

primer nivel de escala: FR--pl

segundo nivel de escala: FR-pl-xa.um.dy

tercer nivel de escala: FR-pl.xa-um.dy

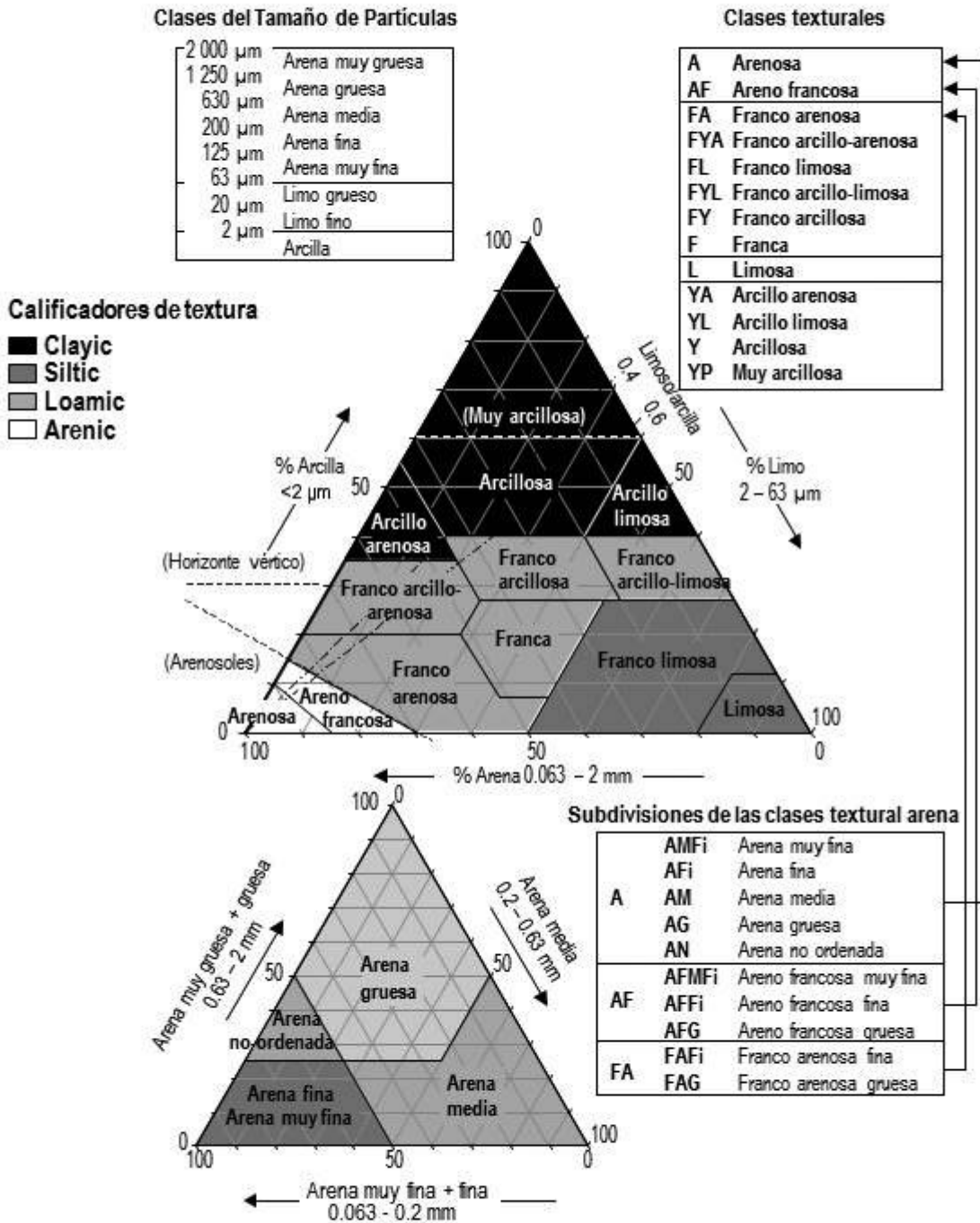
cuarto nivel de escala: FR-pl.xa.um-gr.dy.ce



## Anexo 4

# Tamaño de partículas y clases texturales

Relación de los constituyentes de tierra fina por tamaño, definiendo las clases texturales y subclases de arena



# Base referencial mundial del recurso suelo 2014

Sistema internacional de clasificación de suelos  
para la nomenclatura de suelos  
y la creación de leyendas de mapas de suelos

Actualización 2015

La presente publicación constituye la versión revisada y actualizada de los Informes Mundiales sobre el Recurso Suelo No. 84 y 103, incluyendo el sistema internacional de clasificación del suelo. Cualquier suelo del mundo puede asignarse a uno de los 32 Grupos de Referencia como se define en este documento, además de ser caracterizado cualitativamente. El nombre del suelo resultante proporciona información acerca del proceso de creación del suelo, su función ecológica y propiedades relevantes para el uso y la gestión del mismo. Este sistema, ligeramente mejorado, puede aplicarse a su vez en las leyendas de mapas del suelo, proporcionando así información geográfica completa. Teniendo en cuenta los sistemas nacionales de clasificación del suelo, la Base de Referencia Mundial facilita la correlación mundial de información de suelos.



ALIANZA MUNDIAL  
POR EL SUELO



International Union  
of Soil Sciences

ISBN 978-92-5-108369-7 ISSN 1020-430X



9 789251 083697

I3794S/1/05.16