

Clasificación de Suelos

Contenido:

- **Introducción**
- **Propósitos**
- **Los sistemas de clasificación de suelos**
- **El sistema Americano de taxonomía de suelos**
 - **Criterios de clasificación, Nomenclatura, Órdenes**
- **El sistema de FAO**



Cátedra de Edafología
Facultad de Agronomía y Zootecnia
Universidad Nacional de Tucumán

www.edafologia.com.ar



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Ing. Agr. MSc. Guillermo S. Fadda

INTRODUCCIÓN

El hombre tiene una tendencia natural a seleccionar y clasificar los objetos de su entorno. Los suelos no escapan a esta tendencia, en razón de que constituyen objetos comunes a la experiencia y observación del hombre por su utilización para satisfacer las necesidades humanas (alimentos, fibras, maderas, construcciones, etc.).

Los primeros sistemas de clasificación eran muy simples y prácticos, pero con el aumento de la sofisticación en la agricultura, el mayor conocimiento de los suelos como una colección de cuerpos naturales independientes y la mayor complejidad y variación en los usos del suelo, las clasificaciones exigieron una mayor base científica y organizativa.

PROPÓSITOS

El hombre clasifica los objetos naturales y entre ellos los suelos para cumplir con algunos o varios de los siguientes propósitos:

1. Organizar el conocimiento.
2. Presentar y comprender las relaciones entre los individuos y las clases de la población clasificada.
3. Recordar las propiedades de la población clasificada.
4. Aprender nuevos principios y relaciones de la población clasificada.
5. Establecer grupos o subdivisiones (clases), de los objetos en estudio de una manera útil para propósitos prácticos aplicados a:
 - Predecir su comportamiento.
 - Identificar sus mejores usos.
 - Estimar su productividad.
 - Proveer objetivos o unidades para la investigación y para extender y extrapolar los resultados de las investigaciones o de las observaciones.

Las clasificaciones en las cuales el propósito central es presentar las relaciones de las propiedades más importantes de la población, sin referencia a ningún objetivo único especificado o a un objetivo aplicado, son llamadas clasificaciones naturales o científicas.

En las clasificaciones actuales de suelo, se trata de aproximarse a un sistema natural de clasificación como un ideal, aunque se tiende a dar mayor peso a las propiedades de mayor relevancia agrícola.

Por el contrario, aquellos sistemas de clasificación que ordenan o estructuran el sistema para cumplir con propósitos específicos, aplicados o prácticos, constituyen las clasificaciones técnicas de suelos, como por ejemplo las clasificaciones de capacidad de uso, de aptitud para riego, de aptitud para tipos específicos de utilización de tierras, etc.

LOS SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Constituyendo los sistemas de clasificación de suelos creaciones del hombre, existen diferentes concepciones teóricas y filosóficas en su formulación. Como consecuencia existen diferentes sistemas de clasificación. Entre los más conocidos y extendidos internacionalmente se encuentran el norteamericano, el francés, el ruso, el australiano, etc.

La leyenda de FAO-UNESCO del mapa de suelos del mundo intenta introducir un lenguaje común entre los distintos sistemas nacionales y con este fin se ha elaborado recientemente *Las Bases de Referencia Internacional para los Recursos Edáficos*.

En nuestro país el sistema más utilizado es la Taxonomía de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), por lo que dedicaremos a este sistema nuestra mayor atención y a modo de referencia realizaremos luego una ligera revista de las Bases de Referencia Internacional de FAO.

EL SISTEMA AMERICANO DE TAXONOMÍA DE SUELOS

Una de las principales diferencias entre este sistema y otras clasificaciones radica en la definición de las taxa. Las características diferenciadoras seleccionadas son propiedades del suelo, incluyendo su régimen de humedad y temperatura. Los conceptos genéticos no son empleados, excepto como una guía sobre la relevancia y peso de las propiedades edáficas. Por otra parte las definiciones son precisas y cuantitativas más que comparativas.

CATEGORÍAS TAXONÓMICAS - CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN

Una categoría de este sistema es un conjunto de clases que son definidas aproximadamente al mismo nivel de generalización.

El sistema contiene seis categorías. Del más alto al más bajo nivel de generalización ellas son: *orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie*.

En la más alta categoría del sistema, el Orden, los suelos se clasifican en un pequeño número de clases para permitirnos abarcarlos, recordarlos y comprender las diferencias entre ellos.

Existen doce órdenes de suelos que se diferencian por la presencia o ausencia de determinados horizontes de diagnóstico o rasgos que son evidencias de diferencias en el grado y clase de los procesos edafogenéticos dominantes en la evolución del suelo.

Los doce Órdenes de suelo, que más adelante estudiaremos son: *Entisoles, Inceptisoles, Molisoles, Alfisoles, Ultisoles, Espodosoles, Oxisoles, Aridisoles,*

Andisoles, Vertisoles, Histosoles y Gelisoles.

A los fines de reducir la heterogeneidad dentro de cada Orden, se realiza una nueva clasificación en una categoría más baja, el Suborden. Se han diferenciado 60 Subórdenes de suelos, con un número variable dentro de cada Orden, diferenciados en base a su homogeneidad genética reflejada por distintas propiedades o características diagnósticas como ser:

- Presencia o ausencia de características hidromórficas, régimen de humedad, régimen térmico o material original.
- Presencia o ausencia de determinados horizontes o propiedades diagnósticas cuando no fueron utilizados en la categoría superior, etc.

Las características diferenciadoras varían según el Orden en el que se usan, pues algunas son significativas para algunos Órdenes y otras para otros. Esto podemos ejemplificarlos con dos Órdenes que nos resultan familiares en Tucumán.

El Orden de los Entisoles, que agrupa a suelos jóvenes sin diferenciación de horizontes tiene cinco Subórdenes, de los cuales uno es diferenciado por poseer un régimen ácuico de humedad (Acuente) y tres por la naturaleza de su material original (Psammentes, Fluventes y Ortentes).

El Orden de los Molisoles, cuya característica básica es la de poseer un epipedón mólico, posee siete subórdenes, de los cuales uno es diferenciado por la presencia de determinados horizontes (argílico o nátrico y álbito) y condiciones ácuicas de humedad (Alboles), otro por su régimen ácuico (Acuoles), otro por la naturaleza calcárea de su material original (Rendoles), otro por su régimen térmico (Boroles) y tres por sus regímenes de humedad (Udoles, Ustoles y Xeroles).

El proceso de clasificación continúa en forma descendente hasta la categoría más baja, la Serie.

Dentro de los Subórdenes se diferencian los Grandes grupos, dentro de estos los Subgrupos, luego las familias y por último dentro de estas, las Series.

Al nivel de Gran grupo, las características diferenciadoras pueden ser la clase, el grado de expresión y el ordenamiento de los horizontes con énfasis en la secuencia superior del perfil; el estado del complejo de cambio; el régimen de humedad y temperatura si no fué usado en las categorías superiores; presencia o ausencia de horizontes o capas diagnósticos (plintita, fragipán, duripán), etc.

Así por ejemplo en el Suborden de los Fluventes del Orden de los Entisoles, se reconocen seis Grandes grupos en base al régimen de temperatura (Criofluventes y Tropofluventes) y al régimen de humedad (Xerofluventes, Ustifluventes, Torrifluventes y Udifluventes).

Mientras que en el Suborden de los Udoles del orden de los Molisoles, donde se reconocen cinco Grandes grupos las características diferenciadoras utilizadas son la edad (Paleudoles); la presencia y ausencia simultánea de ciertos horizontes de diagnóstico -cálcico y argílico (Calciudoles); la presencia de horizonte argílico (Argi-

udoles); la ausencia de horizonte argílico (Hapludoles); o evidencias de una gran actividad de la mesofauna del suelo en los horizontes subsuperficiales (Vermudoles).

En la clasificación a nivel de orden, suborden y gran grupo, el énfasis ha sido puesto en los rasgos o causas del conjunto de procesos que parecen dominar el curso o el grado de la evolución del suelo. A nivel de Subgrupos, dentro de cada gran grupo, en adición a los rasgos que caracterizan al gran grupo se consideran otras propiedades que puedan estar presentes que, aunque aparentemente subordinadas, constituyen todavía rasgos de un conjunto importante de procesos. Algunos de estos pueden ser rasgos de conjuntos de procesos que pueden ser dominantes en otros grandes grupos, subórdenes u órdenes pero que en el suelo en consideración ellos sólo modifican los rasgos de otros procesos. Así por ejemplo algunos suelos tienen un régimen ácuico de humedad y presentan en todo el perfil los rasgos asociados con el exceso de humedad, colores grises moteados con sombras de pardos, rojizos o amarillos. Otros suelos tienen un régimen ácuico sólo en sus horizontes inferiores y sólo en estos horizontes los colores pueden ser sombreados de pardo, rojo o amarillo con algunos moteados de grises. El efecto de la napa freática es reflejado en ambos tipos de suelos, pero tiene menos importancia en el último. Otras propiedades utilizadas a este nivel pueden ser las que señalan conjuntos de procesos no utilizados como criterios de clasificación de ningún taxón en las categorías más altas. Por ejemplo, un epipedón mólico sobreespesado al pie de las pendientes por los continuos y lentos aportes de materiales de las partes más altas.

En base a estas causas se diferencian tres clases de Subgrupos:

- **El concepto central del gran grupo:** es decir aquel que responde más estrechamente a las características y propiedades del gran grupo. No es necesariamente el subgrupo más extendido.
- **Intergrados** o formas transicionales hacia otros órdenes, subórdenes o grandes grupos: las propiedades pueden ser el resultado de conjuntos de procesos que determinan que el suelo se desarrolle desde o hacia otra clase de suelo o dicho de otra manera tienen propiedades que son intermedias entre dos o tres grandes grupos. Estas propiedades pueden ser horizontes adicionales a aquellos definidos para el gran grupo, propiedades de otro u otros grandes grupos que están expresada en una parte del perfil pero subordinadas a las propiedades del gran grupo de la cual el subgrupo es miembro.
- **Extragrados:** estos subgrupos tienen algunas propiedades que no son representativas del gran grupo pero que no indican una transición a otra clase conocida de suelo. Un ejemplo puede ser un epipedón muy engrosado o un suelo muy delgado sobre la roca.

Al nivel de Familia, la intención es la de agrupar los suelos que dentro de un subgrupo tengan propiedades químicas

cas y físicas similares que afecten la respuesta al uso y manejo del suelo. Los criterios utilizados para diferenciar Familias de suelos dentro de un subgrupo son:

- La condición textural del suelo en los horizontes de mayor actividad biológica por abajo de la capa arable.
- La mineralogía de los mismos horizontes que son considerados en las clases por su condición textural.
- El régimen de temperatura.
- Otras características que dependen del orden o gran grupo (actividad de intercambio catiónico, profundidad, reacción química, presencia de calcáreo, grietas, etc).

La Serie es la categoría inferior del sistema. Las características diferenciales usadas para separar las series dentro de una familia son prácticamente las mismas que las utilizadas en otras categorías, pero el rango de variación en una o más propiedades es menor que el permitido al nivel de familia o de otras categorías más elevadas del sistema.

Una serie puede tener virtualmente el rango completo que es permitido en la familia en varias propiedades, pero en una o más ese rango es más restringido. Por esto, dos clases de distinciones se hacen entre series:

- Las distinciones entre familias y entre clases de todas las categorías superiores son también distinciones entre series. Por esta condición el rango de las propiedades de una serie no puede traspasar los límites entre dos familias o entre dos clases de ninguna categoría superior.
- Las distinciones entre dos series similares dentro de una familia, son restricciones en una o más pero no necesariamente en todos los rangos en las propiedades de la familia.

El propósito de la categoría de Serie, como la de familia, es principalmente pragmático y está estrechamente ligada a los propósitos interpretativos del sistema. Tomadas en conjunto el número de propiedades o características distintivas de series resulta muy numerosa para ser tomado fácilmente, pero tomadas para una serie individualmente, resultan unas pocas. Algunas propiedades que son muy útiles para la caracterización o el manejo y uso del suelo no son sin embargo diferenciadoras de series.

Por ejemplo la pendiente, la pedregosidad, la salinidad, textura del horizonte superficial, grado de erosión, clase de drenaje, etc., estas características se usan para diferenciar Fases, las que no constituyen una categoría taxonómica del sistema, sino una categoría cartográfica.

Las Fases proveen de una clasificación utilitaria que puede ser sobreimpuesta a la taxonómica, a cualquier nivel de generalización, para permitir una más precisa interpretación y predicción de las consecuencias de distintas alternativas de uso y manejo del suelo.

PRINCIPIOS BASICOS DE NOMENCLATURA

La nomenclatura está diseñada usando principalmente raíces etimológicas griegas y latinas y los nombres en lo posible, son connotativos.

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

El nombre de cada taxón por arriba de la categoría de serie indica su clase en todas las categorías de las cuales él es un miembro. Por el contrario, el nombre de la serie sólo es indicativo de la categoría de serie. Es decir que a partir del nombre de la serie solo podemos saber que estamos en presencia de una serie pero no es posible decir a que orden, suborden, etc., ella pertenece.

Órdenes

El nombre de los órdenes puede ser reconocido por que termina con la partícula sol (Solum, suelo), conectado con la vocal "o" para las raíces griegas e "i" para otras raíces.

Cada nombre de un orden tiene un elemento formativo que comienza con la vocal próxima que precede a la vocal conectante y que termina con la última consonante que precede a la vocal conectante (Tabla 1). Por ejemplo en el orden Ent-i-sol el elemento formativo es ent. En Arid-i-sol, es id. Este elemento formativo es utilizado como terminación de los nombres de los subórdenes, grandes grupos y subgrupos. Así, los nombres de todas las taxa superiores a serie, que son miembros del orden de los Entisoles terminan en ent (español, ente) y pueden ser reconocidos como miembros de los Entisoles (ej. Fluvente, Udifluvente).

Subórdenes

Los nombres de los subórdenes tienen exactamente dos sílabas en inglés y dos o tres en castellano (Fluvent, Fluvente; Udoll, Udol). La primera sílaba es connotativa de algo relacionado con las propiedades diagnósticas de los suelos. La segunda es el elemento formativo del orden a que pertenece el suborden. Existen más de treinta prefijos connotativos para dar nombre a los subórdenes. Los más importantes aparecen en la Tabla 2.

Grandes grupos

El nombre de los grandes grupos consiste del nombre del suborden y de un prefijo que consiste de uno o dos elementos formativos que sugieren algo sobre las propiedades diagnósticas. Por lo tanto los nombres de los grandes grupos tienen

Tabla 1: Nombre de los órdenes y sus elementos formativos

ORDEN	E.FORMAT.	DERIVACION	MNEMOTECNIA
VERTISOL	Ert	Verto,invertir	Invertir
ENTISOL	Ent	(Síl.s/sentido)	Recent,reciente
INCEPTISOL	Ept	Inceptum,inicio	Inception,inicio
ARIDISOL	Id	Aridus,árido	Arid,árido
SPODOSOL	Od	Spodos,cenizas	Podzol
ULTISOL	Ult	Ultimus,último	Último
MOLLISOL	Oll	Mollis,blando	Mollify,ablandar
ALFISOL	Alf	(Síl.s/sentido)	Pedalfer
OXISOL	Ox	Oxide,óxido	Oxide,óxido
ANDISOL	And	Ando,s.oscuro	Andosol
HISTOSOL	Ist	Histos,tejido	Histología
GELISOL	EI	gelare, congelado	Helado

Tabla 2: Prefijos formativos para nombres de subórdenes

PREFIJO	DERIVACION	MNEMOTECNIA	CONNOTACION
Alb	albus, blanco	albino	Horizonte álbico
Aqu(acu)	aqua,agua	aquarium	Carac. Asoc. Humedad
Ar	arare, arar	arable	Horizonte mezclados
Arg	argilla, arcilla	argillita	Horizonte argílico
Bor	boreas, norte	boreal	Frío
Ferr	ferrum, hierro	ferruginoso	Presencia de hierro
Fluv	fluvius, río	fluvial	Plani.inundación
Hum	humus	humus	Presencia mat.orgánica
Ochr(ocr)	ochros, pálido	ocre	Epipedón ócrico
Orth(ort)	orthos, verdadero	ortofónico	Más común.
Psamm	psammos, arena	psammítico	Textura arenosa
Rend	Rendzina	Rendzina	Simil Rendzina
Torr	torridus, seco, caliente	tórrido	Usualmente seco
Trop	tropikos, solstici	tropical	Cont.cálido
Ud	udus, húmedo	udómetro	Clima húmedo
Ust	ustus, quemar	combustión	Clima seco
Xer	xeros, seco	xerófito	Estación seca

tres o cuatro sílabas en inglés y cuatro o cinco en español (Udifluent, Udifluente; Argiudoll, Argiudol). Existen más de cincuenta prefijos formativos para los nombres de los grandes grupos.

Algunos son comunes a los formativos para los subórdenes. Entre los más importantes, excluyendo estos últimos tenemos los indicados en la Tabla 3.

Tabla 3: Prefijos formativos para los Grandes grupos

PREFIJO	DERIVACION	MNEMOTECNIA	CONNOTACION
Acr	akros,al final	acrolite	Meteorización extrema
Agr	ager,campo	agricultura	Horizonte ágrico
calc	calcis,cal	calcio	Horizonte cálcico
camb	cambiare,cammbia	cambio	Horizonte cámbico
chrom(crom)	chroma,color	chroma	Croma alto
dur	durus,duro	durable	Duripán
distr,dis	dys,distrófico	distrófico	Baja saturación con bases
eutr,eu	eu,bueno,fertil	eutrófico	Alta satur.bases
frag	fragilis,fragil	fragil	Fragipan
gyps(gips)	gypsum,yeso	gypsum	Horizonte gípsico
hal	hals,sal	halófito	Salino
hapl	haplous,simple	haploide	Mínimo desarrollo de horizontes
natr	natrium,sodio		Horizonte nátrico
pale	paleos,viejo	paleosuelo	Desarrollo excesivo
pell	pellos,oscuro		Croma bajo
quartz,cuarz	quarz,cuarzo	cuarzo	Alto conenido de cuarzo
rhod,rod	rhodon,rosa		Color rojo oscuro
Sal	sal	salino	Horizonte sálico
sulf	sulfur,sulfuro	sulfuro	Presencia de sulfuros
verm	vermes,lombrices	vermiforme	Fuerte actividad biológica
vittr	vitrum,vidrio	vitreo	Presencia de vidrio volcanico

Subgrupos

El nombre de un subgrupo consiste del nombre de un gran grupo modificado por uno o más adjetivos:

Típico: es utilizado para designar al subgrupo que responde al concepto central del gran grupo. El subgrupo típico tiene en una forma claramente expresada todas las propiedades diagnósticas del orden, suborden y gran grupo al que pertenece. El no tiene en adición propiedades que indican una transición a otro gran grupo, suborden u orden ni propiedades aberrantes que requieran una consideración especial. El Udifluvente que tipifica el concepto central del gran grupo es llamado Udifluvente típico. Este no es necesariamente el Udifluvente más extendido.

Intergrados: son aquellos que pertenecen a un gran grupo pero que tienen algunas propiedades de otro orden, suborden o gran grupo. Ellos son

designados adjetivizando el nombre del taxón hacia el cual transitan. Así un Udifluvente que tiene algunas características asociadas a excesos de humedad que lo aproxima a los subórdenes acuicos se lo designa como Udifluvente acuico. Si las propiedades adicionales, por ejemplo colores oscuros, lo aproximan al orden de los Molisoles se lo designará como Udifluvente mólico.

Extragrados: son aquellos que tienen importantes propiedades que no son representativas del gran grupo a que pertenecen pero que no son indicativas de una transición hacia otra clase conocida de suelo. Ellos son designados modificando el nombre del gran grupo con un adjetivo que connota algo sobre la naturaleza de la propiedad aberrante. Así un Hapludol con un contacto lítico a escasa profundidad será llamado Hapludol lítico o si tiene un epipedón sobreengrosado por aportes, Hapludol cumúlco.

Familias

Los nombres de las familias son polinomiales. Consisten del nombre del subgrupo y adjetivos, normalmente tres o más, para indicar la clase por tamaño de partículas (familia textural), la mineralogía, actividad de intercambio catiónico, el régimen de temperatura, el espesor del suelo, la reacción química y la presencia de calcareo, la consistencia, los recubrimientos y las grietas. El nombre de la mayoría de las familias tienen tres adjetivos que modifican el nombre del subgrupo pero unas pocas tienen uno o dos y otras cuatro o más.

Por ejemplo un Hapludol típico, limosa fina, mixta, térmica, significa que estamos en presencia del subgrupo típico de los Hapludoles miembro de la familia textural limosa fina, de mineralogía a mixta (no hay predominio de un mineral en particular distinto al cuarzo y a los feldespatos) y de un régimen térmico (18-22°C), de temperatura del suelo.

Tanto la clase textural, como la clase mineralógica se determinan en lo que se denomina la sección de control, que define límites específicos de profundidad. El límite inferior de la sección de control puede estar a una profundidad específica a partir de la superficie del suelo mineral o bien estar en el límite superior de una capa limitante para el desarrollo de las raíces (duripán, fragipán, petrocálcico, lítico, etc.).

Series

La serie de suelos es la categoría más homogénea del sistema de clasificación. La serie del suelo recibe el nombre del lugar geográfico o paraje donde fue descrita por primera vez o donde se encuentra más extendida. Como consecuencia su nombre no es connotativo de las propiedades del suelo.

Cuando decimos que un suelo es El Manantial, solo sabemos que pertenece a la serie El Manantial. Por el contrario si decimos la Serie El Manantial es un miembro de la familia limosa fina, mixta, térmica del subgrupo Argiudol típico, podemos realizar una serie de apreciaciones como las siguientes:

Estamos en presencia de un suelo del orden Molisol (partícula formativa ol). Esto significa que es un suelo con epipedón mólico (rico en materia orgánica, saturado, espeso, bien estructurado, blando, etc), que pertenece al suborden Udol (ud), vale decir que es un suelo de una región con balance hídrico positivo en todo o en la mayor parte del año. Pertenece al gran grupo Argiudol (argi), esto nos permite establecer que es un suelo que posee un horizonte argílico y que por lo tanto ha evolucionado bajo el proceso del lessivage. Pertenece al subgrupo Argiudol típico, es decir que sus propiedades corresponden al concepto central de los Argiudoles. Por pertenecer a la familia limosa fina, inferimos que su sección de control

(en este caso los 50 cm superiores del horizonte argílico), tiene un contenido en arcilla superior al 18% y menor del 35% y con un contenido menor del 15% de arenas finas o más gruesas. El pertenecer a la clase mineralógica mixta nos informa que en la fracción arena de la sección de control los minerales dominantes son el cuarzo y los feldespatos. Por pertenecer a la familia térmica nos informamos que estamos en presencia de un suelo con un régimen de temperatura media anual del orden de los 18 a los 22°C en los 50 cm superficiales.

ÓRDENES: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DIAGNOSTICAS.

ENTISOLES

El concepto central del orden de los Entisoles es la de suelos que tienen pequeña o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos (Figura 1). Muchos Entisoles solo poseen un epipedón ócrico, algunos pocos tienen un epipedón antrópico, otros muy escasos que son arenosos pueden tener un horizonte álbico y algunos en costas cenagosas tienen un epipedón hístico.

Hay diversas razones por la cual los horizontes no se han formado. En muchos de estos suelos el tiempo ha sido muy corto para permitir el desarrollo de horizontes. Otros se encuentran sobre pendientes muy fuertes, donde la erosión predomina sobre los procesos de pedogénesis, otros se encuentran sobre planicies de inundación que reciben nuevos depósitos aluviales a intervalos frecuentes. Sin embargo algunos Entisoles son muy viejos pues se han desarrollado sobre materiales cuarzosos u otros minerales muy resistentes a la alteración.

Los Entisoles pueden tener cualquier régimen hídrico y térmico, material original, vegetación o edad. El único rasgo común a todos los Entisoles es la virtual carencia de horizontes genéticos y la naturaleza mineral de los suelos.

La mayor parte de los Entisoles corresponden a los suelos que antiguamente se denominaban suelos azonales (aluviales, regosoles, etc).

En el orden de los Entisoles se reconocen cinco subórdenes, entre los cuales los más importantes son los Acuentes, Fluventes, Psammentes y Ortentos.

Los Entisoles presentan problemas ingenieriles en muchas regiones. La erosión por agua y los deslizamientos en masa pueden ser importantes en las regiones quebradas y colinadas. En las áreas bajas se encuentran sujetos a inundaciones, particularmente en la rivera de los cursos de agua. Muchos de estos suelos con defensas contra inundaciones y drenados han sido incorporados a la agricultura.

Por otra parte, importantes sectores de la población se asientan sobre fértiles Entisoles desarrollados sobre depósitos aluviales profundos, formados por activas acumulaciones de materiales fértiles. Actividades agrícolas generales, de secano y bajo riego, es practicada en



Figura 1: Entisol

estos llanos y fértiles Entisoles.

Los Entisoles, tratándose de suelos azonales, pueden ser encontrados en cualquier región. En la República Argentina se encuentran presentes en todo el país, aunque solo alcanzan entidad geográfica en algunas áreas del centro oeste árido (La Pampa, San Luis).

VERTISOLES

El concepto central de los Vertisoles (Figura 2) es el de suelos arcillosos con anchas y profundas grietas en alguna época del año y presencia de microrelieve gilgai. Áreas extensas de estos suelos se localizan en Australia, India, Sudan, Chad, Ghana, Cuba, Puerto Rico, Texas, Uruguay y Argentina, donde se los conoce con distintos nombres, como black cotton soils, regur, tirs, grumosoles, arcillas negras tropicales, etc.

Los Vertisoles constituyen un orden relativamente homogéneo en el sentido morfológico. Sin embargo presentan variaciones en el régimen de humedad y en el color de los suelos, desde muy oscuros a pálidos. Hay también diferencias en la saturación en bases, contenido en carbonatos, etc.

La mineralogía dominante en los Vertisoles es mont-



Figura 1: Vertisol

morillonítica y esto explica muchas de las propiedades de los suelos, pero se encuentran igualmente Vertisoles illíticos e incluso caolíníticos.

La mayoría de los Vertisoles tiene un régimen térmico de temperatura o más cálido.

Los Vertisoles presentan grandes diferencias en la estructura del horizonte superficial, y esta diferencia es importante en el uso agrícola de los suelos. Algunos Vertisoles tienen una cubierta superficial (mulch) de 5 a 10 cm de espesor constituida por gránulos finos y medios. Este mulch si es destruido por el laboreo puede reconstituirse por un solo secado. En el otro extremo, el horizonte superficial de otros Vertisoles es masivo y muy duro en seco y la cama de siembra es muy difícil de preparar.

Los cambios en los contenidos de humedad parecen ser esenciales en la génesis de los Vertisoles. Al secarse las grietas, se abren. Son de más de 1 cm de ancho y pueden extenderse hasta más de 100 cm de profundidad. Materiales del horizonte superficial pueden caer en las mismas. Cuando el suelo es rehumedecido, las arcillas se hinchan, las grietas se cierran generando presio-

nes. Estas presiones se ejercen en todas las direcciones pero el suelo solo puede moverse hacia arriba y horizontalmente. La resultante es una fuerza intermedia, en ángulo con la horizontal. Es este probablemente el origen de las superficies de fricción o de espejos (Figura 3), de la estructura en cuñas y del relieve gilgai que caracteriza a estos suelos (Figura 4).



Figura 3: Superficies de espejo (slickensides).



Figura 4: Relieve Gilgai característico de los Vertisoles.

El movimiento afecta el espesor de los horizontes. Por ejemplo el horizonte A1 puede ser muy delgado e incluso estar ausente en las microelevaciones y puede llegar a tener más de 100 cm en las microdepressiones.

La profundidad a los carbonatos o a un horizonte cálcico puede ser igualmente variable.

Los Vertisoles generalmente tienen pendientes suaves, aunque puede haber algunos sobre pendientes fuertes. La vegetación es fundamentalmente de pastos, aunque algunos pocos presentan bosques abiertos y otros arbustos desérticos.

Los Vertisoles en regiones con lluvias suficientes o bajo riego son dedicados a la agricultura. La irrigación presenta problemas especiales debido a la baja conductividad hidráulica de estos suelos, pero las mayores extensiones están dedicadas a la ganadería. Constituyen suelos forestales mediocres.

El movimiento de los suelos también ocasiona la inclinación de los postes de alambrados, telefónicos e incluso de árboles. Producen igualmente el agrietamiento de edificios, rotura de pavimentos y cañerías.

En la República Argentina los Vertisoles se localizan en Entre Ríos, sud de Corrientes, Buenos Aires donde están dedicados al cultivo del lino oleaginoso, trigo y pasturas. Han sido citados igualmente en Neuquén y Rio Negro. En el chaco salteño se localizan en áreas deprimidas, suelos de propiedades vérticas.

Los principales Subórdenes de los Vertisoles son los

Acuertes, Xerertes, Torrertes, Ustertes y Udertes, separados por su régimen hídrico. Los Vertisoles corresponden a suelos intrazonales litomorfos cuya génesis está condicionada por la naturaleza de su material original.

ANDISOLES

Los Andisoles son suelos dominados por sus propiedades ándicas en más de un 60% de su espesor. Pueden poseer un epipedón hístico o un melánico (Figura 5).

Los Andisoles están formados sobre materiales volcánicos y son comunes en las áreas volcánicas como lo es todo el cinturón del Pacífico. Se los encuentra en Japón, Indonesia, Australia, Sudamérica, Nueva Zelandia, América Central, etc. Se los conoce por distintos nombres como suelos Ando, Trumao, Andosol, etc.

Las propiedades de los Andisoles son el resultado principalmente de la presencia en los suelos de cantidades significativas de complejos aluminicos-húmicos, aló-



Figura 5: Andisol.

fano, imogolita o ferrihidrita.

El concepto de Andisol incluye suelos débilmente temperizados con mucho vidrio volcánico, así como suelos más fuertemente alterados, ricos en minerales de orden de corto rango.

Los suelos presentan un bajo Peso específico aparente, menor de 0,9 gr/cm³ y una alta capacidad de adsorción aniónica, lo que determina su alta capacidad de retención de fosfatos.

Entre los subórdenes más importantes citamos los Acuandes, Torrandes, Xerandes, Ustandes, Udandes y Vitrandes.

En la República Argentina se los localiza en la precordillera andina y bosque subantárticos.

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

INCEPTISOLES

Los Inceptisoles son los suelos que no han desarrollado los horizontes que son diagnóstico de los otros órdenes pero que tienen ciertos rasgos adicionales al epipedón ócrico que se permite en los Entisoles. Los Inceptisoles no pueden poseer horizontes óxico, espódico, argílico, nátrico y kándico pero pueden presentar un horizonte cámbico, condiciones ácuicas, horizonte cálcico, petrocálcico, gipsico, petrogipsico o duripán acompañados por un epipedón ócrico, úmbrico, plaggen y solo bajo ciertas condiciones mólico. La secuencia más común de horizontes es un epipedón ócrico o úmbrico sobre un cámbico.

Los Inceptisoles son suelos inmaduros que tienen un perfil con rasgos menos expresados que los suelos maduros y que guardan todavía relación con la naturaleza del material original (Figura 6).

Los Inceptisoles pueden encontrarse en climas subhúmedos a húmedos desde las regiones ecuatoriales a la tundra. En las regiones donde la evapotranspiración excede la precipitación en alguna estación del año los Inceptisoles se localizan sobre superficies jóvenes post pleistocénicas. Si la precipitación excede la evapotranspiración todos los meses del año los Inceptisoles pueden encontrarse tanto sobre las superficies viejas como sobre las jóvenes.

El orden de los Inceptisoles es muy heterogéneo. Desde suelos muy pobremente drenados a bien drenados. Pueden tener cualquier epipedón, pero el mólico es raro y está restringido a suelos que poseen un valor n de 0,7 o menos (índice de portancia), o que tienen sódicidad decreciente con la profundidad.

Los Inceptisoles no pueden tener un régimen arídico de humedad, ni texturas arenosas a menos que tengan un epipedón úmbrico o paggen.

No hay un proceso pedogenético simple que domine la evolución de todos los Inceptisoles, excepto la lixiviación.

Las propiedades físicas, físico químicas y químicas de los Inceptisoles son muy variadas.

La aptitud de los Inceptisoles es necesariamente diversa. Las áreas escarpadas son más apropiadas para



Foto: NRCS

Figura 6: Inceptisol.

forestales, recreación y vida silvestre. Los Inceptisoles pobremente drenados pueden ser extensivamente usados para cultivo una vez drenados. Desde que los Inceptisoles pueden encontrarse en climas muy variados, excluyendo las regiones áridas, su aptitud puede ser igualmente muy diversa.

Los subórdenes más importantes de los Inceptisoles son los Acueptes, Tropeptes, Ocreptes y Umbreptes.

En la República Argentina los Inceptisoles se localizan en varias provincias sin llegar a alcanzar entidad geográfica. En el NOA se localizan en áreas del chaco salteño algunos Inceptisoles del suborden de los Ocreptes y en las áreas más húmedas se han citado algunos Umbreptes.

ARIDISOLES

Los Aridisoles son los suelos que no tienen agua disponible para las plantas mesofíticas durante largos períodos.

Los Aridisoles tienen uno o más horizontes pedogenéticos que se han formado en el ambiente actual o que son relictos de un clima anterior más húmedo (Figura 7).

Además del régimen de humedad arídico deben poseer un epipedón ócrico o antrópico acompañados de un horizonte argílico, cálcico, cámbico, gipsico, nátrico, petrocálcico, petrogípsico, sálico o un duripán.

El régimen de humedad de los Aridisoles es predominantemente arídico, pero hay unos pocos que son salinos y tienen una napa de agua a escasa profundidad, en este caso hablamos de una aridez edáfica o fisiológica. Otros pocos tienen un régimen ústico o xérico, marginales al arídico, que también son salinos.

La vegetación si es que existe, consiste de pastos efímeros, arbustos y plantas xerófilas como los cactus. La superficie está mayormente desnuda y si es gravillosa constituye el pavimento del desierto por la deflación de la tierra fina.

El uso agrícola de los Aridisoles es limitado por la escasez de agua. En general son utilizados para ganade-

ría de cría muy extensiva o para ganado menor, con un régimen de pastoreo estacional.

Con irrigación pueden proporcionar buenas producciones pero pueden presentar algunos problemas cuando deben ser nivelados para someterlos al riego por superficie por que puede exponerse horizontes subsuperficiales desfavorables como cálcico, petrocálcico, gipsico, nátrico, etc. Sólo suelos con adecuada permeabilidad deben ser incorporados al riego para evitar los riesgos de salinización y sodificación, que bajo condiciones de aridez se incrementan.

Los Aridisoles son suelos con contenidos bajos en nitrógeno como consecuencia de su pobreza en materia orgánica, pero pueden ser ricos en otros elementos nutritivos como consecuencia de su escaso lavado. Su reserva en micronutrientes es usualmente elevada, aunque a veces pueden no estar disponibles por sus pH elevados.

Entre los subórdenes más importantes de los Aridisoles mencionaremos los Salides, Durides, Gipsides, Calcides, Cambides y Argides.

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

MOLISOLES

El concepto central de los Molisoles corresponde al de los suelos oscuros, ricos en materia orgánica y bases de las estepas. Casi todos tienen un epipedón mólico (Figura 8). Muchos tienen también un horizonte argílico o nátrico o cámbico o cálcico. Pocos tienen un horizonte álbico o un duripán o un horizonte petrocálcico.

Los Molisoles incluyen suelos que en las clasificaciones anteriores eran conocidos como Brunizem, Suelos pradera, Chernozem y Castaños.

Los Molisoles comprenden a un orden de suelos que presentan un grado variable de desarrollo del perfil, desde poco a bien evolucionados, con una alteración baja a media.

Los Molisoles cubren extensas áreas en ambientes subhúmedos a semiáridos en las planicies de Norte América, Europa, Asia y Sud América. Ellos se ubican generalmente entre los Aridisoles de clima árido y los Alfisoles de clima más húmedo. Están más extendidos en las latitudes medias, pero se los encuentra también en latitudes altas así como en elevadas altitudes y en regiones intertropicales.

La mayoría de los Molisoles han evolucionado bajo una vegetación de pastos, aunque algunos lo han hecho bajo bosque, especialmente hacia el borde con los Alfisoles o en tierras bajas forestales pobremente drenadas.

En su gran extensión los Molisoles son utilizados para la producción de alimentos. Son y han sido los suelos cerealeros y sojeros del mundo. Se trata de suelos sólo ligeramente lixiviados por los que su contenido en bases



Foto: NRCS

Figura 7: Aridisol.

ALFISOLES

El concepto central de los Alfisoles es el de los suelos que tienen un epipedón ócrico y un horizonte argílico con moderada a alta saturación con bases (Figura 9). Los Alfisoles pueden también tener un fragipán, duripán, horizonte nátrico, petrocálcico, plintita u otros rasgos. Unos pocos Alfisoles que están mojados durante parte del año tienen un epipedón úmbrico.

Los Alfisoles agrupan a muchos de los suelos que en clasificaciones anteriores se denominaban Suelos pardo grises podzólicos.

Los Alfisoles en su mayor parte han evolucionado bajo vegetación de bosques caducifolios.

Los Alfisoles son suelos que presentan un buen desarrollo del perfil y un moderado grado de alteración.

En las regiones templadas y frías, los Alfisoles tienden a formar un cinturón entre los Molisoles de las praderas y los Espodosoles e Inceptisoles de los climas muy húmedos. En las regiones subtropicales y tropicales los Alfisoles tienden a ubicarse entre los Aridisoles de las regiones Áridas y los Inceptisoles, Ultisoles y Oxisoles de las regiones cálido-húmedas.

Los Alfisoles son destinados a diversos usos agrícolas, pastoriles y forestales. La relativamente alta saturación en bases del solum y la presencia de reservas importantes de nutrientes en el horizonte C, de mayor



Foto: NRCS

Figura 8: Molisol.

es alto a lo que se agrega su alto contenido en materia orgánica, la que proporciona buenas condiciones de fertilidad.

La escasez de humedad puede ser el mayor factor limitante en las áreas más secas de los Molisoles.

Los subórdenes más importantes de los Molisoles son los Alboles, Acuoles, Rendoles, Xeroles, Boroles, Ustoles y Udoles.

En la Argentina ocupan áreas extensas en las regiones de clima isohigro y semiárido, como lo es la región pampeana (Udoles y Acuoles), y toda la franja semiárida que al oeste de la anterior se extiende de sud a norte en el país (Ustoles). Se localizan igualmente en áreas de la precordillera patagónica bajo condiciones de régimen hídrico xérico (Xeroles), y régimen térmico frígido (Boroles), al sud de Santa Cruz y en Tierra de Fuego. En los pedemontes y planicies húmedas del NOA se localizan Molisoles del suborden de los Udoles y hacia las planicies subhúmedas y semiáridas se encuentran los Ustoles.



Foto: NRCS

Figura 9: Alfisol.

saturación en bases que el solum, son indicativos de una buena fertilidad natural en estos suelos.

Los problemas de erosión presentan un serio riesgo para la productividad futura de los Alfisoles. El horizonte argílico, cuando su contenido en arcilla es relativamente alto y resulta expuesto en o cerca de la superficie, no constituye un buen medio para el desarrollo vegetal y para la infiltración y captación del agua.

La abundancia de minerales de arcilla relativamente no alterables provee a los Alfisoles de una buena capacidad de intercambio catiónico. No se presentan problemas de toxicidad por aluminio pero a veces el encalado es necesario para corregir problemas de acidez. En algunos Alfisoles pueden presentarse problemas de fijación de potasio y amonio por la presencia de importantes contenidos de arcilla illítica ligeramente alterada.

Los subórdenes más importantes de los Alfisoles son los Acualfes, Boralfes, Ustalfes, Xeralfes y Udalfes.

Los Alfisoles están bien representados en la Argentina, especialmente en buena parte de la región chaqueña y el litoral. Los Alfisoles hidromórficos (Acualfes), son frecuentes en Chaco, Formosa, Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe, Buenos Aires. Udalfes se localizan en los ambientes más húmedos del NOA y NEA, Corrientes, Misiones, Buenos Aires. Los Ustalfes en los ambientes subhúmedos a semiáridos del NOA y NEA. Boralfes en tierra de Fuego y Xeralfes en Neuquén.

ULTISOLES

Los Ultisoles en su concepto central son los suelos rojizos de media a bajas latitudes que tienen un horizonte argílico insaturado en bases (Figura 10).

Frecuentemente el horizonte superficial constituye un epipedón ócrico y a veces úmbrico. La mayoría de los Ultisoles eran conocidos con el nombre de Suelos rojo amarillos podzólicos.

El régimen de humedad no es perúdic, pero en alguna estación del año las precipitaciones superan la evapotranspiración y ese exceso circula a través del suelo hasta el húmedo o saturado substrato. La liberación de bases por la alteración usualmente es igual o menor a la removida por el lavado, y normalmente la mayoría de las bases son retenidas por la vegetación y en los primeros centímetros en la superficie del suelo. La saturación en bases en la mayoría de los Ultisoles decrece con la profundidad debido al ciclo biogeoquímico que establece la vegetación y sus residuos en superficie.

Los Ultisoles han evolucionado bajo vegetación de bosques de coníferas o latifoliadas, aunque en algunas partes del mundo se encuentran bajo savanas, pero éstas se consideran antrópicas.

Los Ultisoles son más comunes en climas cálidos-húmedos que tienen un déficit estacional de precipitación.

Los Ultisoles representan un grupo de suelos que reflejan un alto grado de evolución y alteración. La caolinita, la gibbsita y arcillas con aluminio interlaminares son comunes en la fracción arcilla. El aluminio extractable es



Figura 10: Ultisol.

normalmente alto y el pH bajo. Estas condiciones determinan una alta capacidad de fijación e inmovilización del fósforo.

Los Ultisoles representan suelos de un gran potencial para la producción agrícola. Ellos se encuentran en climas que tienen un largo período libre de heladas y abundantes precipitaciones. Donde la lluvia es inadecuada por cortos períodos la irrigación es factible por la buena provisión de agua de buena calidad a escasa profundidad.

Los Ultisoles normalmente producen buenas cosechas los primeros años hasta que se agotan los nutrientes liberados en el biociclo de la materia orgánica que son tomados por el cultivo o lavados del perfil. A ese momento el productor migra y desarrolla otros suelos o restaura la fertilidad agregando abonos y fertilizantes.

El cultivo intensivo en suelos con pendientes puede llevar a la pérdida del horizonte A por erosión y a exponer el B, rico en arcilla en superficie. Este proceso al llevarlo al abandono de muchas áreas cubiertas por los Ultisoles.

La baja fertilidad y saturación con bases de los Ultisoles ha sido y continúa siendo la mayor limitación para su uso agrícola. Estas limitaciones pueden ser superadas con prácticas de fertilización y encalado.

La vegetación de coníferas y latifoliadas de hojas caducas bien manejada y reforestada ha hecho rentable la explotación forestal. Debido a la dependencia de estos suelos del ciclo biogeoquímico de nutrientes, por el cual las raíces de los árboles extraen los nutrientes de las capas profundas del suelo para mantener la fertilidad de las capas superficiales, la eliminación del bosque nativo lleva a menudo a la rápida degradación de la fertilidad del suelo. Se cree que extensas áreas actualmente ocupadas por savanas en los trópicos se han formado por la deforestación de los Ultisoles.

Los subórdenes más importantes dentro de los Ultisoles son los Acultes, Humultes, Udultes, Ustultes y Xurultes.

En la República Argentina los Ultisoles se localizan al norte de Corrientes y al Sur de Misiones.

OXISOLES

Los Oxisoles corresponden a los suelos amarillos y rojizos de las regiones tropicales y subtropicales localizados sobre pendientes suaves de superficies muy antiguas (Figura 11). Corresponden a los suelos con un horizonte óxico. Incluyen parte de los suelos antes conocidos como Latosoles o suelos Lateríticos.

Los Oxisoles están constituidos por una mezcla de cuarzo, caolinita, óxidos libres de hierro y aluminio y materia orgánica. Poseen muy pocos minerales alterables, una baja capacidad de intercambio de bases, bajo pH y sus arcillas son escasamente dispersables en el agua, con cargas altamente dependientes del pH..

En su mayor parte son suelos sin rasgos sobresalientes y horizontes poco definidos. Las diferencias en las propiedades en profundidad son muy graduales por lo que la demarcación de los límites es generalmente arbitraria.

Como los Oxisoles están desarrollados sobre superficies antiguas muy estabilizadas, la alteración, que es muy avanzada, ha penetrado hasta gran profundidad, produciendo una espesa regolita. Como las diferencias en profundidad son tan graduales, se ha establecido un límite arbitrario de 200 cm. Como el límite inferior de la mayoría de los Oxisoles.

Los Oxisoles, como consecuencia de la estabilidad que proporcionan los óxidos libres, tienen una permeabilidad relativamente rápida, lo que unido a las suaves pendientes en que se encuentran, les da una alta resistencia a la erosión cuando son cultivados.

Los Oxisoles se encuentran en regiones donde las condiciones actuales de clima van desde áridas a perhúmedas. La presencia de Oxisoles en climas áridos sugiere que hubo drásticos cambios climáticos en esas áreas desde que los suelos se desarrollaron.

La vegetación actual de los Oxisoles depende fuerte-



Foto: NRCS

Figura 11: Oxisol.

mente de las condiciones climáticas presentes, pero su evolución seguramente se ha producido bajo la vegetación de los bosque húmedos latifoliados perennifolios.

La alteración extrema, la escasa presencia de minerales alterables residuales, la baja capacidad de intercambio y el gran lavado de bases a que están sujetos estos suelos determinan que prácticamente todos los nutrientes en el ecosistema natural se encuentren en los tejidos vivos o muertos de las plantas, con una rápida circulación del ciclo de nutrientes entre la vegetación y los residuos orgánicos, con escasa participación del subsistema edáfico, excepto la alimentación profunda de las raíces de los árboles en el horizonte C inferior. Por estas razones, el cultivo migratorio y el pastoreo limitado son las prácticas más comunes en las culturas indígenas nativas, especialmente en los suelos infértiles, más altamente alterados de los paisajes más antiguos. La reacción química ácida determina la manifestación de toxicidades por aluminio y/o manganeso. La naturaleza de su complejo coloidal determina igualmente una alta capacidad de fijación de fósforo.

Sin enmiendas la mayoría de los Oxisoles constituyen suelos de baja productividad para los cultivos. Existen extensas áreas que sostienen una vegetación rala donde hay un alto porcentaje de suelos desnudos, aunque la humedad sea suficiente. Otras áreas soportan o pueden soportar la densa selva higrófila y son frecuentemente sujetos al cultivo migratorio.

Con técnicas modernas, enmiendas, fertilizantes, pesticidas, etc. muchos Oxisoles son altamente productivos.

Los subórdenes más comunes dentro del orden de los Oxisoles son los Acuoxes, Torroxes, Ustoxes, Peroxes y Udoxes.

En la Argentina los Oxisoles se localizan en la provincia de Misiones.

ESPODOSOLES

El rasgo común a la mayoría de los Espodosoles es la presencia del horizonte espódico, en el cual mezclas amorfas de materia orgánica y sesquióxidos de aluminio e hierro, se ha acumulado por iluviación (Figura 12).

En los suelos no perturbados existe normalmente un horizonte eluvial sobreyacente al espódico, de color grisáceo claro, el horizonte álbico. En algunos Espodosoles este horizonte es o ha sido muy delgado y puede ser borrado por el laboreo, en otros es muy espeso. Por sobre el horizonte E álbico, puede existir un horizonte A o un O con restos orgánicos parcialmente descompuestos. Abajo del horizonte espódico puede existir un fragipán u otro sequum que tiene un horizonte argílico. Algunos pocos tienen un horizonte plácico y otros pocos un horizonte álbico cementado. La mayoría de los Espodosoles corresponden a los suelos que en clasificaciones anteriores se denominaban Podzoles.

La mayoría de los Espodosoles son pobres en arcillas silicatadas. La clase por tamaño de partículas es principalmente arenosa, areno-esquelética, franco gruesa, franco-esquelética o limosa gruesa.

Los Espodosoles están más extendidos en los climas fríos, húmedos o perhúmedos. Pero también se los encuentra en los climas intertropicales cálidos y húmedos, desarrollados principalmente sobre arenas cuarzosas que tienen una napa freática fluctuante.

En su mayor parte los Espodosoles se han formado bajo la vegetación de coníferas de los bosques templados fríos y fríos. Esta vegetación de resinosos produce una materia orgánica acidófila, de lenta descomposición que resulta determinante en el proceso de queluviación que domina la evolución de estos suelos. En las áreas intertropicales la vegetación puede ser la selva higrófila, palmares o savana probablemente de origen antrópico.

Los Espodosoles tienen usos variados. Forestal, ganadero y agrícola. Se trata de suelos ácidos que necesitan ser encalados para corregir los problemas derivados de la acidez y fertilizados, pues se trata de suelos insaturados en bases. Dada las condiciones de acidez el ciclo del nitrógeno no se completa por lo que la vegetación nativa cubre sus necesidades nutricionales recu-



Foto: NRCS

Figura 12: Espodosol.

riendo a las asociaciones micorríticas.

Los subórdenes más importantes de los Espodosoles son los Acuodes, Criodes, Humodes y Ortodes.

En la República Argentina se localiza al sud de Tierra del Fuego.

HISTOSOLES

Los Histosoles son suelos que son predominantemente orgánicos. Comprenden la mayoría de los suelos que fueron llamados de pantanos, ciénaga, turbas, fangales, etc. Los Histosoles que están saturados con agua contienen por lo menos 12 o 18% de carbono orgánico en peso, dependiendo del contenido en arcilla de la fracción mineral y de la clase de material. Los que nunca están saturados por agua, excepto unos pocos días, contienen 20 % o más de carbono orgánico en peso (Figura 13).

Los Histosoles están bien por arriba del 50% de materia orgánica en volumen. Más de la mitad de los 80 cm superficiales de los Histosoles consiste de materiales orgánicos, excepto que la profundidad a la roca sea menor.

La mayoría de los Histosoles están saturados o casi saturados con agua la mayor parte del año a menos

que hayan sido drenados.

Los Histosoles pueden formarse virtualmente en cualquier clima, aún en regiones áridas si hay agua disponible. Ellos pueden encontrarse en depresiones cerradas, costas cenagosas o en pendientes inclinadas donde existan manantiales u ojos de agua, o cubrir un paisaje disectado. El rasgo común es el agua la que puede provenir de distintos orígenes.

Ellos pueden formarse en cualquier lugar donde la producción de materia orgánica exceda su mineralización, lo que ocurre generalmente bajo condiciones de casi una continua saturación con agua que dificulta la circulación de oxígeno en el suelo.

La vegetación consiste de una amplia variedad de plantas acuáticas o tolerantes a los excesos de agua

Básicamente el uso de los Histosoles pasa por prácticas de manejo del agua. Es necesario drenar el suelo para facilitar el desarrollo de los cultivos y la operación de los equipos agrícolas. Sin embargo, cuando los sue-



Foto: NRCS

Figura 13: Histosol.

los son drenados, ellos se oxidan y se asientan, haciendo el drenaje ulterior difícil. Este asentamiento, para los suelos orgánicos de Florida, es del orden de los 3 cm por año de cultivo.

Los riesgos de incendios se incrementan una vez que los suelos son drenados y ellos son difíciles de apagar, pudiendo arder por varios meses.

Algunos Histosoles de descomposición avanzada o sobre drenados, secos, pueden endurecerse irreversiblemente restringiendo el movimiento del agua y la penetración radicular.

La más recomendable práctica de manejo del agua en los Histosoles involucra un estricto control del drenaje superficial y subsuperficial.

El tipo de cultivo realizado en los Histosoles es regulado en gran medida por el clima, por lo que no pueden realizarse generalizaciones. El bajo Peso específico aparente de estos suelos, sin embargo, los hace muy recomendables para la producción de hortalizas de órganos subterráneos para la obtención de formas ideales (cebollas, papas, zanahorias, etc).

La construcción de estructuras y rutas en los Histosoles es normalmente difícil.

Los subórdenes del orden de los Histosoles son los Folistes, Fibristes, Hemistes y Saprístes, diferenciados el primero por su corto período de saturación y los tres últimos por el grado de descomposición creciente del material vegetal.

En la República Argentina se localiza en forma aislada en varias provincias, pero son representativos en las Islas Malvinas y en menor medida en Tierra del Fuego.

Los Histosoles corresponden a los suelos Intrazonales hidromórficos.

GELISOLES

Son suelos jóvenes con un pequeño desarrollo de perfil. Las bajas temperaturas y las condiciones de congelamiento en la mayoría de los años retardan el proceso de formación del suelo. La principal característica de estos suelos es la presencia de la capa denominada permafrost (Figura 14). Permafrost es una capa de material que permanece con temperaturas por debajo de 0°C por más de dos años consecutivos.

En los Gelisoles la capa permafrost se sitúa entre los primeros 100 cm de la superficie del suelo, amén que la Cryoturbación sea evidente dentro de los 100 cm, en cuyo caso el permafrost puede encontrarse dentro de los 200 cm de profundidad desde la superficie del suelo. La crió turbación es la alteración física de los materiales del suelo causada por la formación de wedges de hielo y la expansión y contracción por los procesos de congelamiento y descongelamiento.

Arriba de la capa de permafrost pueden encontrarse algunos horizontes de diagnóstico como mólico, hístico, umbrico, cálcico, y ocasionalmente horizonte Argílico.



Foto: NRCS

Figura 14: Gelisol.

EL SISTEMA DE FAO

En 1994 FAO publicó Las Bases de Referencia Internacional para los Recursos Edáficos con el objetivo de proporcionar una herramienta para la identificación de las estructuras pedológicas y su significación. Ella sirve como un lenguaje básico en la Ciencia del Suelo y facilita:

- La comunicación científica.
- La implementación de los inventarios de suelos y la transferencia de los datos edáficos, la elaboración de diferentes sistemas de clasificación con una base común, la interpretación de los mapas, etc.
- El uso internacional de la información edafológica, no sólo por los científicos en suelo, sino también por otros usuarios de los suelos y tierras, como geólogos, botánicos, agrónomos, hidrólogos, ecólogos, agricultores,

forestales, ingenieros civiles, arquitectos, etc., con un objetivo particular de mejorar los siguientes aspectos:

- El uso de la información edafológica en beneficio de otras ciencias;
- La evaluación de los recursos edáficos y el uso potencial de los distintos tipos de cubiertas edáficas;
- El monitoreo de los suelos, particularmente su evolución, la que es fuertemente dependiente de la forma en que los suelos son usados por la actividad humana;
- La validación de métodos experimentales de uso del suelo para el desarrollo sustentable, el cual mantiene y si es posible mejora su uso potencial;
- Transferir la tecnología de uso del suelo de una región a otra.

OBJETIVOS

El objetivo de *Las Bases de Referencia Internacional* es proveer de una base científica a la *Leyenda Revisada de FAO del Mapa de Suelos del Mundo*, incorporando los últimos conocimientos relacionados con los recursos edáficos globales y sus interrelaciones.

Las Bases de Referencia Internacional no constituyen un nuevo sistema internacional de clasificación de los suelos. Ella es una base para mejorar la correlación entre distintos sistemas nacionales de clasificación de suelos.

En Las Bases de Referencia, la caracterización morfológica de los suelos tiene más importancia que la información analítica de laboratorio. Los aspectos paisajísticos y el ordenamiento de los horizontes (el perfil del suelo), caracterizados por particulares topo y cronosecuencias, recibe mucha atención.

CATEGORIAS DEL SISTEMA

La leyenda de FAO prevé tres niveles de diferenciación:

- En el primer nivel, los **Grupos Principales de Suelos**, las clases son diferenciadas principalmente según los procesos pedogenéticos primarios que han producido rasgos edáficos característicos, excepto cuando se trata de materiales originales especiales que los enmascaran.
- En el segundo nivel, las **Unidades de Suelos**, las clases son diferenciadas en base a algún proceso secundario de formación del suelo que ha afectado los rasgos pedológicos primarios.
- En el tercer nivel, las **Subunidades de Suelos**, las clases representan intergrados entre las clases del primero y segundo nivel o presentan otras características además de las usadas en la definición de la Unidad. Las Subunidades son sobre todo para uso local y deben definirse en función de necesidades específicas. El Sistema propone una guía general para distinguir las Subunidades, no recomendándose apartarse de la misma con agregados particulares, para no viciar el sistema.

Como principio los *Grupos Principales de Suelos* son definidos en términos de una combinación específica de horizontes, y cuando o donde es posible, se completa la definición de los Grupos de Suelos con una consideración sobre las relaciones espaciales y temporales que ocurren en el paisaje.

Los horizontes del suelo son definidos por combinaciones específicas de características edáficas (ordenamientos), observables en el campo y soportadas por análisis de laboratorio si es necesario.

Las definiciones son principalmente cualitativas. Los atributos que reflejan los procesos pedogenéticos mayores, son definidos en términos objetivos y morfológicos.

Las etapas sucesivas para definir los *Grupos Principales de Suelos* son:

1. Identificar los ordenamientos (combinaciones específicas de características edáficas), en observaciones de campo, soportada por análisis de laboratorio;
2. Determinar la presencia y clase de horizontes;
3. Identificar sucesiones verticales específicas de horizontes sobre la base de las cuales se elaborará el concepto central del Grupo Principal de Suelo definido;
4. Cuando la información está disponible, determinar y describir las ligazones laterales que ocurren en el paisaje.

Se reconoce que numerosos *Grupos Principales de Suelos* pueden ocurrir bajo diferentes condiciones climáticas. Sin embargo, no se introducen separaciones en base a las características climáticas a fin de mantener las unidades dentro de límites bien establecidos y para no subordinar la clasificación de los suelos a la disponibilidad de información climática.

NOMENCLATURA

En la medida de lo posible se utilizan los nombres de los suelos existentes que han adquirido status internacional como Chernozems, Kastanozems, Podzol, Planosol, Solonetz, Solanchaks y Regosol. También se adoptaron nombres que en los últimos tiempos adquirieron una aceptación generalizada, como Vertisol, Andosol, Gleysol, Histosol, y Ferralsol.

Para otros grupos fué necesario acuñar nuevos nombres que en su mayoría son derivados de raíces griegas y latinas como, Antrosol, Leptosol, Cryosol, Fluvisol, Sesquisol, Phaeozems, Gypsisol, Calcisol, Glossisol, Estagnosol, Alisol, Nitisol, Acrisol, Luvisol, Lixisol, Umbrisol, Cambisol y Arenosol (Figura 15).

LOS HORIZONTES, PROPIEDADES Y MATERIALES DIAGNOSTICOS

Se llaman horizontes diagnósticos a aquellos horizontes del suelo que tienen una serie de propiedades que son utilizados para la identificación de las clases de suelos. Como las características de los horizontes del suelo son originadas por los procesos de formación del suelo, el uso de los horizontes diagnósticos para separar las unidades de suelo, relaciona el sistema de clasificación con los principios generales de la génesis del suelo.

Se consideran propiedades diagnósticas cierto número de características del suelo que se usan para separar unidades de suelos y que no pueden ser consideradas como horizontes, por ejemplo calcáreo, calcárico, cambio textural abrupto, gipsífero, etc.

Los materiales diagnósticos intentan reflejar el material original en el cual los procesos pedogenéticos no han sido todavía muy activos como para dejar su marca. Ellos comprenden los materiales antropogénicos, calcárico, flúvico, gipsífero y téfrico.

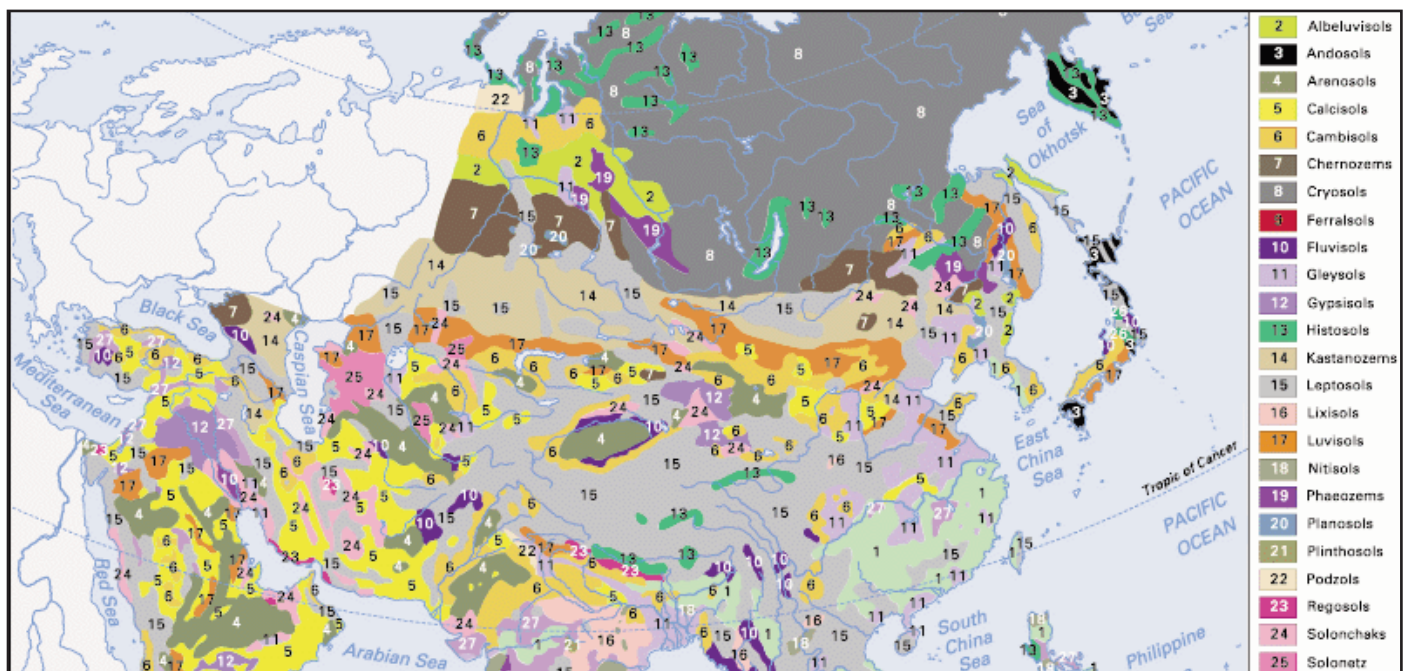
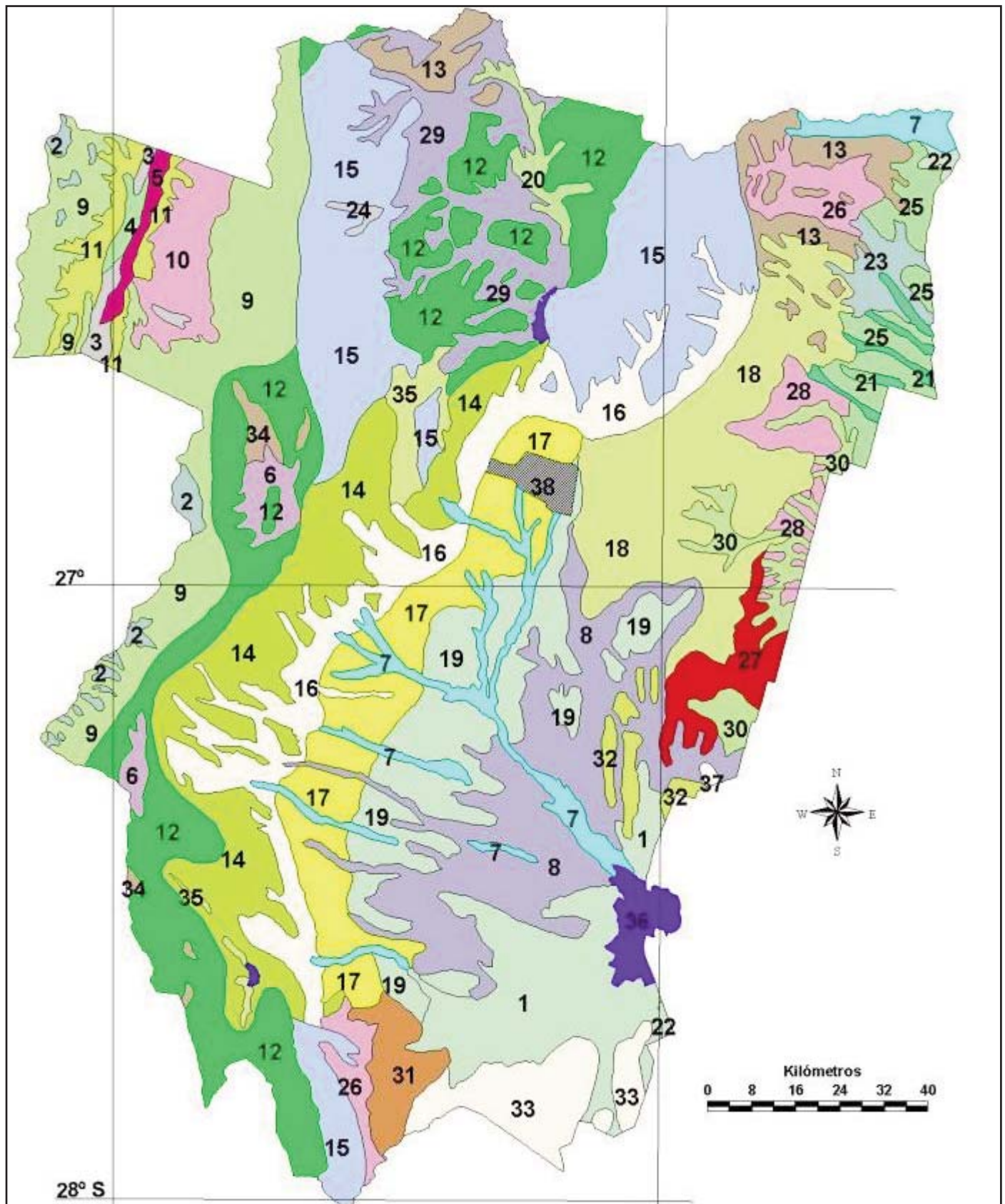


Figura 15: Mapa de suelos de Asia según clasificación de la FAO (Fuente Encyclopædia Britannica).

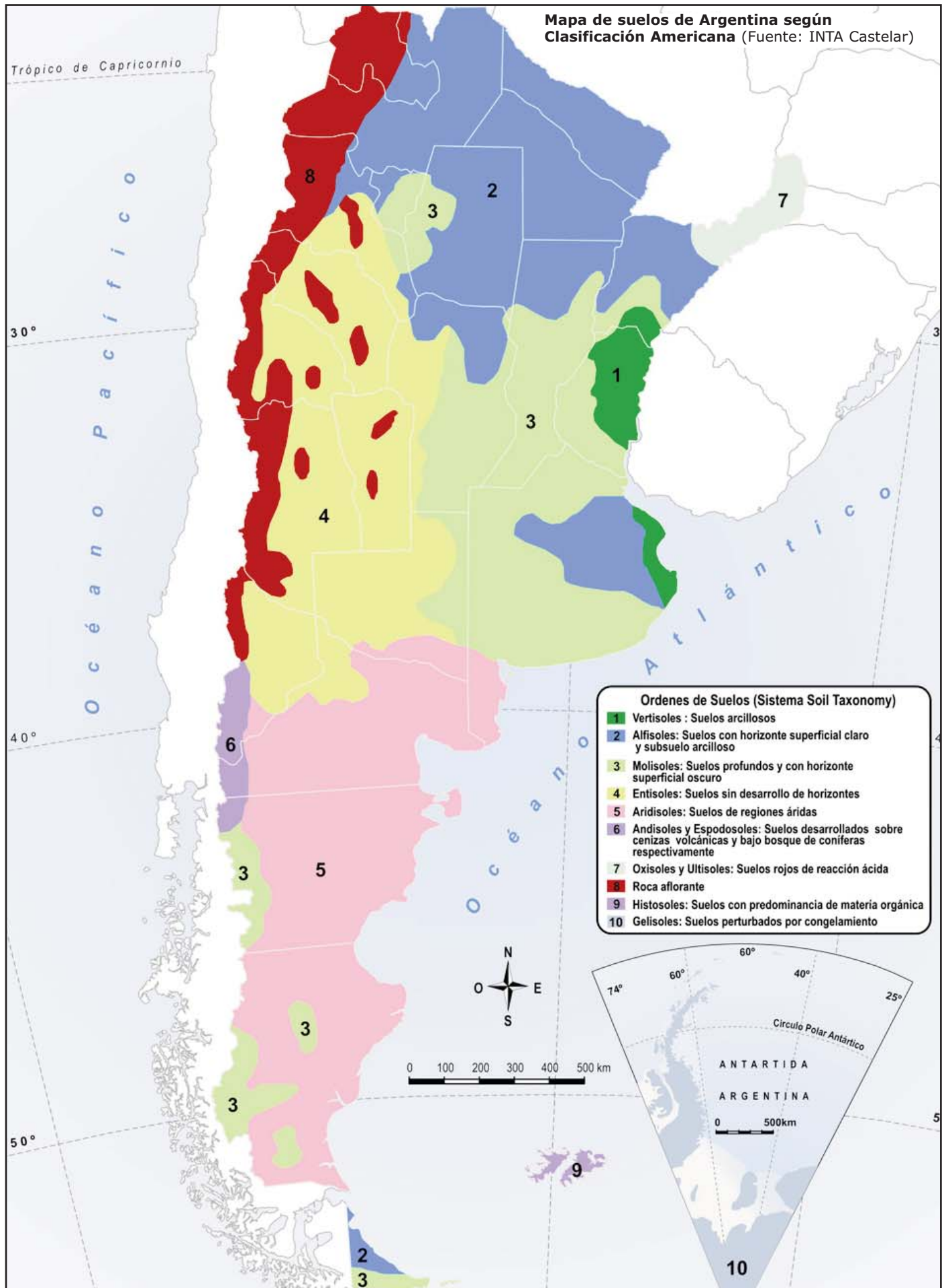
GRUPOS PRINCIPALES DE SUELOS Y SU CORRELACION CON LA CLASIFICACION AMERICANA

FAO	USDA
Histosoles	Histosoles
Antrosoles	Arentes, Plageptes
Leptosoles(<30 cm)	Subgrupos líticos, Rendoles, familias esqueléticas
Cryosoles	Subgrupos perfgélicos
Vertisoles	Vertisoles
Fluvisoles	Fluventes, Fluvacuentes, Subgrupos, fluvénticos
Solanchaks	Salides
Gleysoles	Suelos con régimen endoácuico
Andosoles	Andisoles
Podzoles	Espodosoles
Sesquisoles	Plintacuoxes
Ferralsoles	Oxisoles
Planosoles	Albacualfes, Albacultes, Argialboes
Solonetz	Clases con horizontes nátricos
Chernozems	Boroles údicos, Ustolles pp
Kastanozems	Boroles arídicos, Ustoles pp
Phaeozems	Udoles
Gipsisoles	Gipsides, grupos y subgrupos gípsicos y petrogípsicos
Calcisoles	Calcides, grupos y subgrupos cálcicos y petrocálcicos
Glossisoles	Glosudalfes, Fraglosudalfes, Glosoboralfes, Fragiboralfes, Glosacualfes, Fragiacualfes,
Estagnosoles	Epiacualfes, Epiacuandes, Epiacueptes, Epiacuoles, Epiacuodes, Epiacultes, Epiacuentes
Alisoles (T>24meq;V<50%)	Acultes, Humultes, Udultes
Nitisoles	Grupos "Pale"de Alfisoles y Ultisoles
Acrisoles (T<24meq;V<50%)	Grupos "Kand y Kandhpl"de Alfisoles y Ultisoles
Luvisoles (T>24meq;V>50%)	Alfisoles pp.
Lixisoles (T<24meq;V>50%)	Subgrupos óxicos de los Alfisoles
Umbrisoles	Umbreptes, Humi y Sombritropeptes
Cambisoles	Ocreptes
Arenosoles	Psammentes, Psammacuentes
Regosoles	Ortentos pp

Mapa de suelos de Tucumán según Clasificación Americana (Fuente: Vargas Gil, Mapa de Suelos de la Rep. Argentina INTA SAGyP Proyecto Arg. 85/019)



Natrualfes típicos	1 Roca	9 Argiudoles típicos	16,17 Argiustoles údicos	23-26
Paleoargides típicos	2 Torriortentes típicos	10,11 Hapludoles taptoargicos	18 Haplustoles taptoarg.	27
Cambortides típicos	3 Roca	12 Hapludoles enticos	19 Haplustoles típicos	28-30
Torrifluventes típicos	4,5 Ustortentes típicos	13 Argiustoles acuicos	20,21 Haplustoles údicos	31-33
Ustifluventes típicos	6-8 Haplumbreptes enticos	14,15 Argiustoles típicos	22 Paleustoles údicos	34,35



Global Soil Regions

Mapa de suelos del Mundo según Clasificación Americana (Fuente: USDA-NRCS)



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