

PROPIEDADES DE DIAGNÓSTICO

Cambio textural abrupto

Descripción general

Un cambio textural abrupto (del latín *abruptus*) es un incremento muy marcado en el contenido de arcilla dentro de un rango limitado de profundidad.

Criterios de diagnóstico

Un cambio textural abrupto requiere 8 por ciento o más arcilla en la capa subyacente y:

1. duplicar el contenido de arcilla dentro de 7.5 cm si el horizonte suprayacente tiene menos de 20 por ciento de arcilla; *o*
1. 2.20 por ciento (absoluto) de incremento en contenido de arcilla dentro de 7.5 cm si la capa suprayacente tiene 20 por ciento o más arcilla.

Lenguas albelúvicas

Descripción general

El término lenguas albelúvicas (del latín *albus*, blanco, y *elvere*, lavar) es connotativo de penetraciones de material empobrecido en arcilla y hierro dentro de un horizonte *árgico*. Cuando hay agregados, las lenguas albelúvicas ocurren a lo largo de caras de agregados.

Criterios de diagnóstico.

Las lenguas albelúvicas:

1. tienen el color de un horizonte *álbico*; y
2. tienen mayor profundidad que ancho, con las siguientes dimensiones:
 - a. 5 mm o más en horizontes *árgicos* arcillosos; *o*
 - b. 10 mm o más en horizontes *árgicos* franco arcillosos y limosos; *o*

- c. 15 mm o más en horizontes *árgicos* más gruesos (franco limoso, franco o franco arenoso); y
3. ocupan 10 por ciento o más del volumen en los primeros 10 cm del horizonte *árgico*, medido sobre ambos cortes vertical y horizontal; y
 4. tienen una distribución por tamaño de partículas igual a la del horizonte de textura más gruesa por encima del horizonte *árgico*.

Propiedades ándicas

Descripción general

Las propiedades ándicas (del japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo) resultan de meteorización moderada principalmente de depósitos piroclásticos. Sin embargo, algunos suelos desarrollan propiedades ándicas a partir de materiales no volcánicos (e.g. loess, productos de meteorización de argilita y ferralíticos). La presencia de minerales de bajo grado de ordenamiento y/o complejos órgano-metálicos son característicos de las propiedades ándicas. Estos minerales y complejos comúnmente son parte de la secuencia de meteorización en depósitos piroclásticos (material de suelo *téfrico* → propiedades *vítricas* → propiedades *ándicas*).

Las propiedades ándicas pueden encontrarse en la superficie del suelo o en la subsuperficie, comúnmente ocurriendo como capas. Muchas capas superficiales con propiedades ándicas contienen elevada cantidad de materia orgánica (más del 5 por ciento), comúnmente son muy oscuras (value y croma Munsell, húmedo, 3 o menos), tienen una macroestructura esponjosa y, en algunas partes, una consistencia grasosa o resbaladiza (*smearly*). Tienen baja densidad aparente y comúnmente textura franco limosa o más fina. Las capas superficiales ándicas ricas en materia orgánica pueden ser muy gruesas, con un espesor de 50 cm o más (característica *páquica*) en algunos suelos. Las capas ándicas subsuperficiales generalmente son de 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, i.e. 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 el alofano y minerales similares son predominantes (el tipo *sil-ándico*); y otro en el cual predomina Al formando complejos con ácidos orgánicos (el tipo *alu-ándico*). La propiedad sil-ándica típicamente da una reacción del suelo fuertemente ácida a neutra, mientras que la propiedad alu-ándica da una reacción del suelo extremadamente ácida a ácida.

Criterios de diagnóstico

Las propiedades ándicas³⁰ requieren:

1. un valor $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}^{31}$ de 2.0 por ciento o más; y
2. una densidad aparente³² de 0.90 kg dm⁻³ o menos; y
3. una retención de fósforo de 85 por ciento o más; y
4. menos de 25 por ciento (en masa) de carbono orgánico.

Las propiedades ándicas pueden dividirse en propiedades sil-ándicas y alu-ándicas. Las propiedades sil-ándicas muestran un contenido de sílice extractable en oxalato ácido (pH 3) (Si_{ox}) de 0.6 por ciento o más o Al_{py}^{33}/Al_{ox} menor de 0.5; las propiedades alu-ándicas muestran un contenido de Si_{ox} menor de 0.6 por ciento y Al_{py}/Al_{ox} de 0.5 o más. Pueden ocurrir

³⁰ Shoji *et al.*, 1996; Takahashi, Nanzyo y Shoji, 2004.

³¹ Al_{ox} y Fe_{ox} son aluminio y hierro extractables en oxalato ácido, respectivamente (Blakemore, Searle and Daly, 1981), expresados como porcentaje de la fracción tierra fina (0–2 mm) sobre base seco en estufa (105 °C).

³² Para densidad aparente, el volumen se determina luego que una muestra de suelo sin secar se desorbe a 33 kPa (sin secado previo) y luego se pesa seca en estufa (ver Anexo 1).

³³ Al_{py} : aluminio extractable en pirofosfato, expresados como porcentaje de la fracción tierra fina (0–2 mm) sobre base seco en estufa (105 °C).

propiedades transicionales alu-sil-ándicas que muestran un contenido de Si_{ox} entre 0.6 y 0.9 por ciento y un $\text{Al}_{\text{py}}/\text{Al}_{\text{ox}}$ entre 0.3 y 0.5 (Poulenard y Herbillon, 2000).

Identificación de campo

Las propiedades ándicas pueden identificarse usando la prueba de campo de fluoruro de sodio de Fielde y Perrott (1966). Un pH en NaF de más de 9.5 indica alofano y/o complejos órgano-aluminio. La prueba es indicativa para la mayoría de las capas con propiedades ándicas, excepto para aquellas muy ricas en 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.

Las capas superficiales no cultivadas, ricas en materia orgánica, con propiedades sil-ándicas típicamente tienen un pH (H_2O) de 4.5 o mayor, mientras que las capas superficiales no cultivadas con propiedades alu-ándicas y ricas en materia orgánica, típicamente tienen un pH (H_2O) de menos de 4.5. Generalmente, el pH (H_2O) en capas del subsuelo sil-ándicas es mayor de 5.0.

Relaciones con algunos horizontes y propiedades de diagnóstico

Las propiedades *vítricas* se distinguen de las propiedades ándicas por un menor grado de meteorización. Esto se evidencia típicamente por una menor cantidad de minerales pedogenéticos no cristalinos o paracristalinos, como se caracteriza por una moderada cantidad de Al y Fe extractables en oxalato ácido (pH 3) en capas con propiedades *vítricas* ($\text{Al}_{\text{ox}} + \frac{1}{2}\text{Fe}_{\text{ox}} = 0.4\text{--}2.0$ por ciento), por una mayor densidad aparente ($\text{DA} > 0.9 \text{ kg dm}^{-3}$), o por una menor retención de fósforo ($25 - <85$ por ciento).

Los horizontes *hísticos* o *fólicos* con menos de 25 por ciento de carbono orgánico pueden tener propiedades ándicas. En capas orgánicas con 25 por ciento o más carbono orgánico, las propiedades ándicas no se consideran.

Los horizontes *spódicos*, que también contienen complejos de sesquióxidos y sustancias orgánicas, pueden también exhibir propiedades ándicas.

Propiedades arídicas

Descripción general

El término propiedades arídicas (del latín *aridus*, seco) combina un número de propiedades que son comunes en horizontes superficiales de suelos que ocurren bajo condiciones áridas y donde la pedogénesis excede la nueva acumulación en la superficie del suelo por actividad eólica o aluvial.

Criterios de diagnóstico

Las propiedades arídicas requieren:

1. un contenido de carbono orgánico menor de 0.6 por ciento³⁴ si la textura es franco arenosa o más fina, o menos de 0.2 por ciento si la textura es más gruesa que franco arenoso, como promedio ponderado en los primeros 20 cm del suelo o hasta el techo de un horizonte horizonte de diagnóstico subsuperficial, una capa cementada, o *roca continua*, lo que sea más somero; y
2. evidencia de actividad eólica en una o más de las formas siguientes:
 - a. la fracción arena en alguna capa 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 10x). Estas partículas constituyen el 10 por ciento o más de la fracción media y más gruesa de arena de cuarzo; o
 - b. fragmentos de roca cuya forma está dada por el viento ("ventifactos") en la superficie; o
 - c. aeroturbación (por ejemplo, estratificación entrecruzada); o
 - d. evidencia de erosión o deposición eólica, o ambas; y
3. ambas muestras partida y apelmazada tienen un valor Munsell de 3 o más en húmedo y 4.5 o más en seco, y un croma de 2 o más en húmedo; y
4. una saturación con bases (por $\text{NH}_4\text{OAc } 1 \text{ M}$) de 75 por ciento o más.

³⁴ El contenido de carbono orgánico puede ser mayor si el suelo está periódicamente inundado, o si tiene una CE_c de 4 dS m^{-1} o más en alguna parte dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.

Comentarios adicionales

La presencia de minerales de arcilla aciculares (por ejemplo sepiolita y paligorskita) en suelos se considera connotativa de un ambiente de desierto, pero no ha sido informada en todos los suelos de desierto. Esto puede deberse 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 que, en algunos ambientes de desierto, no ha habido suficiente meteorización como para producir cantidades detectables de minerales de arcilla.

Roca continua

Definición

Roca continua es material consolidado subyacente al suelo, que excluye horizontes pedogenéticos cementados tal como un horizonte *petrocálcico*, *petrodúrico*, *petrogípsico* y *petroplúntico*. La roca continua es suficientemente consolidada como para permanecer intacta cuando un espécimen seco al aire de 25–30 mm de lado 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 10 cm o más y ocupan menos del 20 por ciento (en volumen) de la roca continua, sin que haya ocurrido un desplazamiento significativo de la roca.

Propiedades ferrálicas

Descripción general

Las propiedades ferrálicas (del latín *ferrum*, hierro, y *alumen*, alumbre) se refieren a material mineral de suelo que tiene una CIC relativamente baja. También incluye materiales de suelo que cumplen los requerimientos de un horizonte *ferrálico* excepto por la textura.

Criterios de diagnóstico

Las propiedades ferrálicas requieren en alguna capa subsuperficial:

1. una CIC (por NH₄OAc 1 M) menor de 24 cmol_c kg⁻¹ arcilla³⁵; o
2. una CIC (por NH₄OAc 1 M) menor de 4 cmol_c kg⁻¹ suelo y un croma Munsell de 5 o más, húmedo.

Propiedades géricas

Descripción general

Las propiedades géricas (del griego *geraios*, viejo) se refieren a material mineral de suelo que tiene CICE muy baja o incluso actúa como un intercambiador aniónico.

Criterios de diagnóstico

Las propiedades géricas requieren:

1. una CICE (suma de bases intercambiables más acidez intercambiable en KCl 1 M) menor de 1.5 cmol_c kg⁻¹ arcilla³⁶; o
2. un delta pH (pH_{KCl} menos pH_{agua}) de +0.1 o más.

Patrón de color gléyico

Descripción general

Los materiales de suelo desarrollan un patrón de color gléyico (del ruso *gley*, masa de suelo abonada [*mucky*]) si están saturados con agua freática (o estuvieron saturados en el pasado, si ahora están drenados) por un período que permita la ocurrencia de *condiciones reductoras* (puede variar de unos pocos días en los trópicos a unas pocas semanas en otras áreas).

Criterios de diagnóstico

Un patrón de color gléyico muestra uno o ambos de los siguientes:

1. 90 por ciento o más (área expuesta) de colores reductimórficos, que comprenden blanco a negro neutro (Munsell hue N1/ a N8/) o azulado a verdoso (Munsell hue 2.5 Y, 5 Y, 5 G, 5 B); o

³⁵ Ver Anexo 1.

³⁶ Ver Anexo 1.

2. 5 por ciento o más (área expuesta) moteados de colores oximórficos, que comprenden cualquier color excluyendo los colores reductimórficos.

Identificación de campo

Un patrón de color gléyico resulta de un gradiente redox entre el agua freática y la franja capilar, causando una distribución irregular de (hidr)óxidos de hierro y 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, llevando ambos procesos a la ausencia de colores con un hue Munsell 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 H₂O₂ al 10%.

Los *colores reductimórficos* reflejan condiciones permanentemente saturadas. En material franco y arcilloso, dominan colores azul-verde debido a hidroxisales 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 luego de aplicar HCl 1 M). En material calcáreo, los colores blancuzcos son dominantes debido a 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 la capa reductimórfica puede mostrar hasta 10 por ciento de colores herrumbre, principalmente alrededor de canales de animales cavadores o raíces de las plantas.

Los *colores oximórficos* reflejan condiciones reductora y oxidantes alternadas, como es el caso de la franja capilar y en los horizontes superficiales de suelos con nivel de agua freática fluctuante. Colores específicos indican ferrihidrita (pardo rojizo), goetita (pardo amarillento brillante), lepidocrocita (naranja), y jarosita (Amarillo pálido). En suelos francos y arcillosos, los óxidos/hidróxidos de hierro se concentran sobre superficies de agregados y paredes de poros grandes (e.g. antiguos canales de raíces).

Discontinuidad litológica

Descripción general

Las discontinuidades litológicas (del griego *lithos*, piedra, y latín *continuare*, continuar) son cambios significativos en la distribución por tamaño de particular o mineralogía que representan diferencias en litología dentro de un suelo. Una discontinuidad litológica también puede denotar una diferencia de edad.

Criterios de diagnóstico

Una discontinuidad litológica requiere uno o más de los siguientes:

1. un cambio abrupto en la distribución por tamaño de particular que no está asociado únicamente con un cambio en el contenido de arcilla resultante de pedogénesis; *o*
2. un cambio relativo de 20 por ciento o más en la relación entre arena gruesa, arena media y arena fina; *o*
3. fragmentos de roca que no tienen la misma litología que la *roca continua* subyacente; *o*
4. una capa conteniendo fragmentos de roca sin corteza de meteorización por encima de una capa con rocas con corteza de meteorización; *o*
5. capas con fragmentos de roca angulares por encima o por debajo de capas con fragmentos de roca redondeados; *o*
6. cambios abruptos de color que no resulten de pedogénesis; *o*
7. diferencias marcadas en tamaño y forma de minerales resistentes entre capas superpuestas (demostrado por métodos micromorfológicos o mineralógicos).

Características adicionales

En algunos casos, una línea horizontal de fragmentos de roca (stone line) por encima y por debajo de capas con menores cantidades de fragmentos de roca o un porcentaje decreciente de fragmentos de roca con la profundidad también puede sugerir una discontinuidad litológica,

aunque la acción de clasificación de fauna pequeña como termitas puede producir efectos similares en lo que inicialmente ha sido un material parental uniforme.

Condiciones reductoras

Definición

Condiciones reductoras (del latín *reducere*) muestra uno o más de los siguientes:

1. un logaritmo negativo de la presión parcial de hidrógeno (rH) menor de 20; *o*
2. la presencia de Fe^{2+} libre, como se ve en una superficie recientemente expuesta y suavizada de un suelo húmedo a campo por la aparición de un color rojo fuerte luego de mojar con una solución de α,α , dipiridilo al 0.2-por ciento en ácido acético 10-por ciento³⁷; *o*
3. la presencia de sulfuro de hierro; *o*
4. la presencia de metano.

Carbonatos secundarios

Descripción general

El término carbonatos secundarios (del latín *carbo*, carbón) se refiere a calcáreo precipitado en el lugar a partir de la solución del suelo más que heredado del material parental del suelo. Como una propiedad de diagnóstico, debería estar presente en cantidades significativas.

Identificación de campo

Los carbonatos secundarios pueden romper la estructura o fábrica del suelo, formando masas, nódulos, concreciones o agregados esferoidales (ojos blancos) que son blandos y pulverulentos cuando secos, o pueden estar presentes como revestimientos blandos en poros, sobre caras estructurales o en la cara inferior de fragmentos de roca o cementados. Los carbonatos secundarios, si están presentes como revestimientos, cubren 50 por ciento o más de las caras estructurales y son suficientemente gruesos para ser visibles en húmedo. Si están presentes como nódulos blandos, ocupan 5 por ciento o más del volumen del suelo.

Los filamentos (*pseudomicelia*) solo se incluyen en la definición de carbonatos secundarios si son permanentes y no aparecen y desaparecen con condiciones de humedad cambiantes. Esto puede verificarse esparciendo algo de agua.

Patrón de color stágnico

Descripción general

Los materiales de suelo desarrollan un patrón de color stágnico (del latín *stagnare*, estancar) si están, al menos temporariamente, saturado 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).

Criterios de diagnóstico

Un patrón de color stágnico muestra moteados de tal manera que las superficies de los agregados (o partes de la matriz del suelo) son más claras (por lo menos una unidad de value Munsell más) y más pálidas (por lo menos una unidad de croma menos), y los interiores de los agregados (o partes de la matriz del suelo) son más rojizos (por lo menos una unidad de hue) y más brillantes (por lo menos una unidad de croma más) que las partes no redoximórficas de la capa, o que el promedio mezclado de las partes interior y superficial.

³⁷ Este test puede no dar el fuerte color rojo en materiales de suelo con reacción neutral o alcalina.

Características adicionales

Si una capa tiene un patrón de color stágnico en 50 por ciento de su volumen el otro 50 por ciento de la capa es no redoximórfico (no es más claro y pálido ni más rojizo y brillante).

Propiedades vérticas

Criterios de diagnóstico

El material de suelo con propiedades vérticas (del latín *vertere*, dar vuelta) tiene uno o ambos de los siguientes:

1. 30 por ciento o más de arcilla en todo un espesor de 15 cm o más y uno o ambos de los siguientes:
 - e. slickensides o agregados en forma de cuña; *o*
 - f. grietas que se abren y cierran periódicamente y tienen 1 cm o más de ancho; *o*
2. un COEL de 0.06 o más promediado en una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo.

Propiedades vítricas

Descripción general

Las propiedades vítricas (del latín *vitrum*, vidrio) 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 vítricas³⁸:

1. requiere 5 por ciento o más (por recuento de granos) de vidrio volcánico, agregados vítreos y otros minerales primarios revestidos de vidrio, en la fracción entre 0.05 y 2 mm, *o* en la fracción entre 0.02 y 0.25 mm; *y*
2. requiere un valor $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}^{39}$ de 0.4 por ciento o más; *y*
3. requiere una retención de fosfato de 25 por ciento o más; *y*
4. no cumple uno o más criterios de las propiedades ándicas; *y*
5. requiere menos del 25 por ciento (en masa) de carbono orgánico.

Identificación de campo

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

Relaciones con algunos horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico

Las propiedades vítricas están, por un lado, estrechamente relacionadas con propiedades ándicas, en las cuales pueden eventualmente desarrollarse. Por otro lado, las propiedades vítricas desarrollan a partir de materiales téfricos.

Los horizontes *mólico* y *úmbrico* también pueden exhibir propiedades vítricas.