La diversidad edáfica en el Alto Aragón

David Badía Villas
Clara Martí Dalmau

Área de Producción Vegetal. Depto. de Agricultura y Economía Agraria. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 Huesca. España.
C/e: badia@unizar.es; cmarti@unizar.es

Introducción

El suelo, la tierra, el terreno, etcétera son nombres con los que describimos la delgada, delicada y extraordinaria capa que se encuentra entre las rocas y la atmósfera. Delgada porque supone unos pocos centímetros o pocos metros, muy poco en comparación con el grueso de la corteza terrestre; delicada porque un mal uso puede provocar su pérdida irreversible; y extraordinaria porque es fundamental para la vida en el planeta. El suelo es el medio en el que viven las plantas y los organismos micro y macroscópicos; en el suelo se encuentran los elementos que sirven para la reconstrucción de la historia de la humanidad; constituye la base sobre la que se levantan los edificios y vías de comunicación; en definitiva, es de suma importancia para la vida del hombre.

El suelo está compuesto por sólidos que, organizados, estructurados, dejan unos huecos o poros entre ellos (fig. 2). Los poros estan ocupados por aire o bien se llenan de agua tras un riego o una lluvia intensa. A su vez, los sólidos están consituidos por una mezcla de materia orgánica (fundamentalmente aportada por la vegetación) y de materia mineral (que aparece como resultado de la alteración física y química que sufre la roca a lo largo de muchos años).

El suelo es un recurso natural no renovable a escala humana; por tanto, debe conocerse y usarse adecuadamente para no sobrexplotarlo.

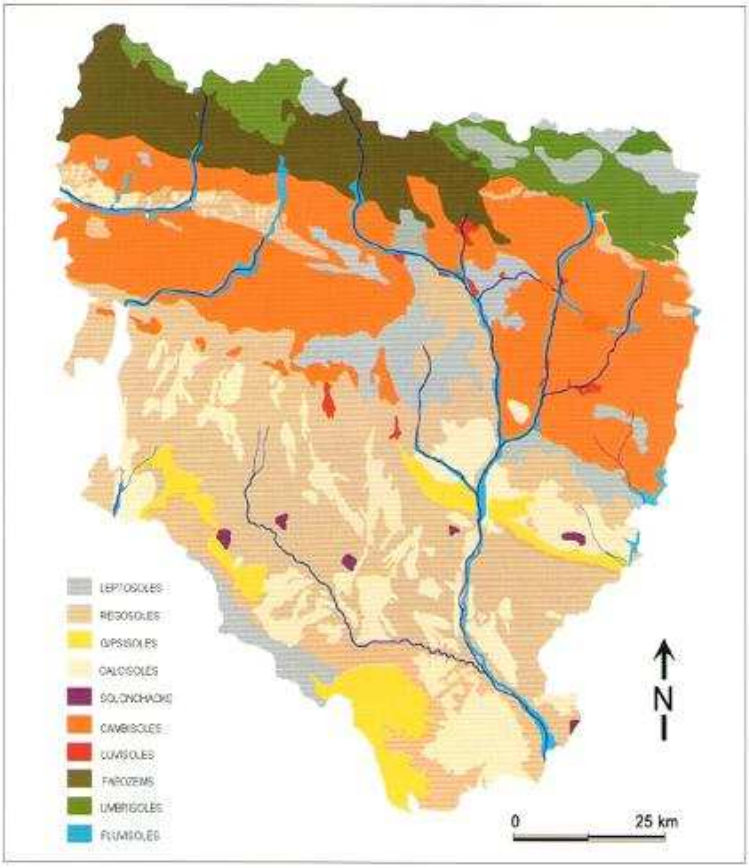

Figura 1. Mapa de suelos de la provincia de Huesca.
Ilustración: Clara Martí Dalmau.

En realidad, en la naturaleza no existe **un** sólo tipo de suelo sino muchos, tal y como son muchos los tipos de rocas, clima, relieve o vegetación. Rocas, clima, relieve y vegetación son los factores que, con el transcurso del tiempo, formarán los suelos. Y lo hacen a través de unos procesos de formación (transformaciones, traslocaciones, pérdidas y adi-

El suelo es una mezcla de materia mineral y orgánica que, junto al aire y el agua, dan soporte a la vida terrestre.

Foto: Rosa María Poch.

Figura 2. Microfotografía mostrando diferentes componentes del suelo. (Longitud del lado mayor de la imagen: 2,7 mm.)

ciones) cuya acción es muy lenta comparada con la escala de tiempo humana. Por ello, debemos considerar el suelo como un recurso no renovable, que es necesario usar sin destruirlo.

La acción de los procesos de formación sobre la superficie del terreno va produciendo una serie de cambios en el suelo, ya sea en el color, la estuctura, la textura, la consistencia, etcétera; estos cambios van generando capas más o menos horizontales en profundidad, denominadas **horizontes**. Al corte vertical del terreno que permite estudiar el suelo en su conjunto, desde sus horizontes superficiales hasta el material originario, se le denomina **perfil** (fig. 3).

Tipos de suelos

A lo largo de un territorio, los suelos varían tal y como lo hacen las condiciones del medio. Sin embargo, la variabilidad no es infinita, y al existir suelos con horizontes semejantes resulta posible agruparlos en clases, es decir, clasificarlos según sus tipologías y propiedades. Cada clase, que engloba aquellos suelos con características similares, recibe un determinado nombre. El principal interés en dar nombre a los suelos reside en poder ordenar y trasmitir la experiencia que se ha adquirido en un área determinada. Así, si un agricultor o un investigador realiza una práctica o experimento en una zona concreta, deberá señalar qué cultivo, abono y agua ha utilizado pero también sobre qué tipo de suelo lo ha llevado a cabo.

El conocimiento de los suelos de un territorio, de sus propiedades, sus aptitudes y sensibilidad frente a los cambios de uso se ha revelado como un factor clave para una correcta gestión de los recursos naturales. Son numerosos los trabajos de investigación y proyectos técnicos que requieren conocer los suelos, su distribución y sus características. Así, es fundamental disponer de información de suelos en (entre otros) proyectos de reforestación, de transformación de secano a regadío, en la diagnosis de la fertilidad agrícola, en la restauración de los taludes de vías de comunicación, en la recuperación de espacios degradados por la actividad minera, canteras, riberas...

En este artículo se revisan las principales tipologías de suelos existentes en el Alto Aragón, su denominación y sus propiedades.

Foto: David Badía Villas.

Figura 3. Perfil edáfico mostrando sus diferentes capas horizontales u horizontes.

Calcisoles

Su nombre deriva del latín *calx*, «cal». Los calcisoles se caracterizan por presentar una acumulación de carbonato cálcico (horizonte cálcico, **k**) a cierta profundidad, ya sea por translocación desde horizontes más superficiales o por aportaciones laterales de aguas ricas en bicarbonatos. La acumulación puede darse bajo varias formas: pulverulentas, nódulos con distinta morfología y dureza, cemento bajo los

Foto: David Badía Villas.

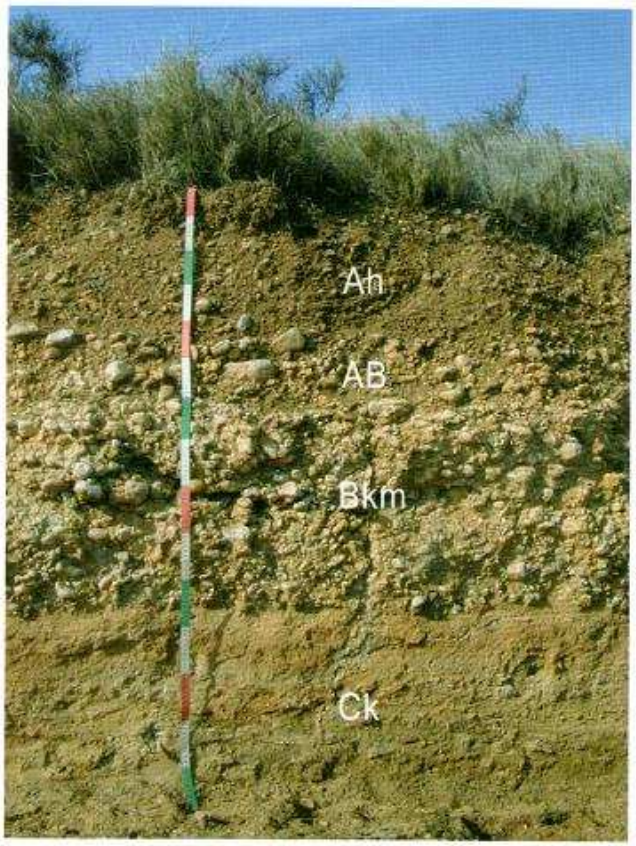

Figura 4. Perfil de un calcisol con indicación de los horizontes observados.

cantos e incluso masas continuas que, cementadas, transforman el horizonte cálcico en petrocálcico, **km** (mallacán, caliche, tosca). A estos horizontes les puede acompañar el horizonte cámbico, gípsico e incluso un horizonte árgico, habitualmente recarbonatado (calcisoles lúvicos).

Son suelos de pH básico y alta saturación de bases. La presencia de carbonatos tiene implicaciones agronómicas al aumentar la concentración de bicarbonatos que bloquean la absorción de hierro por las plantas (clorosis férrica). La abundancia de calcio provoca la retrogradación de los fosfatos.

Se trata de suelos que ocupan áreas semiáridas y subhúmedas con precipitación estacionalmente irregular. Son muy abundantes en el Alto Aragón, especialmente sobre viejas laderas de suave pendiente (glacis) como las existentes en los somontanos de Huesca y Barbastro, al pie de las Sierras Exteriores (sierras de Loarre, Caballera, Gratal, Guara,...). También abundan en antiguas terrazas aluviales (como las del Cinca en Albalate o del Alcanadre en Sariñena).

Cambisoles

El nombre proviene del latín *cambiare*, «cambiar», el cual hace referencia a que el suelo manifiesta cambios en profundidad (horizonte subsuperficial cámbico, **Bw**). Estos cambios se evidencían en el contenido de arcilla, carbonatos, el color y/o la estructura respecto al sustrato. Son suelos moderadamente desarrollados, profundos, con un importante contenido en minerales alterables en las fracciones limo y arena; suelen presentar una adecuada fertilidad, tanto desde el punto de vista físico como químico.

Los cambisoles háplicos o típicos en el Alto Aragón abundan en zonas húmedas, de montaña donde, aun desarrollándose sobre material parental calizo, suelen lavarse los carbonatos del perfil. Según el contenido en bases sea más o menos elevado reciben el sufijo de éutricos o dístricos e incluso de calcáricos, si aún presentan carbonatos en el perfil. Si los ciclos de erosión y coluvionamiento no frenan su evolución, pueden ir incorporando materia orgánica en el horizonte superficial (caracter húmico) para acabar convirtiéndose en faeozems o en umbrisoles. A los cambisoles de fondos y laderas abancaladas por el hombre se le añade el calificativo de escálico.

Foto: David Badía Villas.

Figura 5. Perfil de un cambisol con indicación de los horizontes observados.

Faeozems

Su nombre deriva de la combinación del

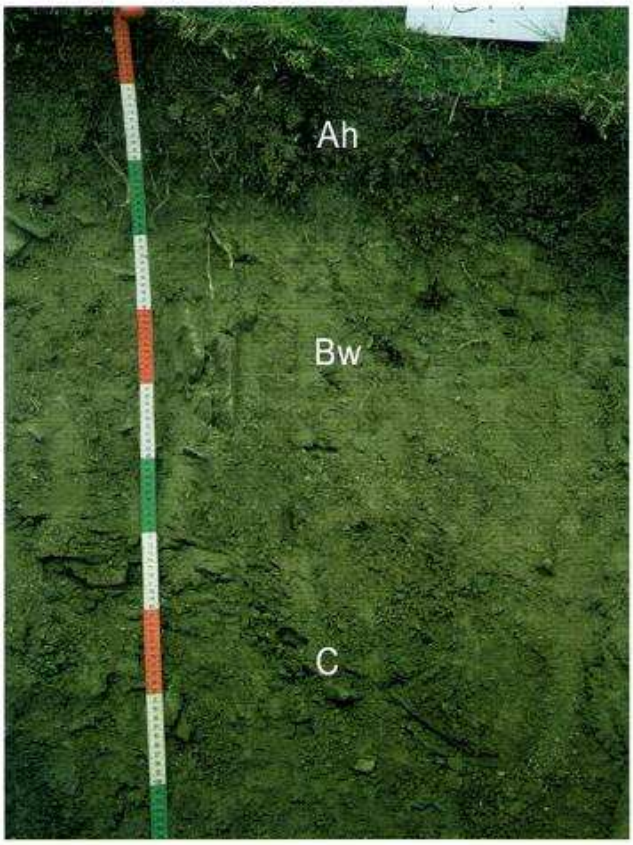

Foto: David Badía Villas.

Figura 6. Perfil de un faeozem con indicación de los horizontes observados.

vocablo latino *phaios*, «oscuro», y del ruso *zemlja*, «tierra oscura, orgánica». Y es que los faeozems son suelos caracterizados por poseer un horizonte superficial **A**, oscuro por su elevado contenido en materia orgánica. Esta le confiere una elevada estabilidad estructural, porosidad y fertilidad (horizonte móllico). Posee una extraordinaria actividad biológica, lo que se manifiesta en una buena integración de la materia orgánica con la mineral. Suelen desarrollarse sobre materiales de reacción básica, blandos, como las tillitas o los coluvios de ladera, en posiciones relativamente estables. Son frecuentes los faeozems háplicos en los Pirineos, bajo pastos, ya que los densos sistemas radiculares de las especies pratenses facilitan la incorporación de la materia orgánica. En estas zonas húmedas es habitual la eliminación de los carbonatos del perfil salvo que el móllico se disponga sobre roca caliza donde puede calificarse de calcárico e incluso de réndzico. Se diferencian de kastanozems y chernozems por carecer de carbonatos secundarios. Los faeozems no poseen una baja saturación de bases, lo que los diferencia de los umbrisoles, morfologicamente similares. Los faeozems suelen presentarse de forma discontinua en el Alto Aragón, alternándose con los grupos de suelos anteriormente citados. Así, es frecuente que los faeozems acompañen a pastos mesófilos con bromo (*Bromus erectus*) o primaveras (*Primula intrincata*) mientras que los umbrisoles se encuentren bajo los pastos acidófilos de cervuno (*Nardus stricta*) o sarrón (*Festuca eskia*), por ejemplo en los puertos de Aísa, de Tendeñera, o de Ordesa.

Fluvisoles

Su nombre proviene del latin, *fluvius*, «fluvial», recordándonos que son suelos desarrollados sobre sedimentos recientemente aportados por los ríos (arenas, limos, gravas, cantos). Son suelos poco desarrollados, con un único horizonte de diagnóstico **A** ócrico por debajo del cual sólo se observan los sedimentos aluviales estratificados. Esta estratificación se evidencia por la presencia de capas (**C**) con granulometrías diferentes y/o contenidos en materia orgánica irregulares y relativamente elevados. Cada capa corresponde a un episodio de sedimentación, y nos permite interpretar la evolución histórica del río. Los fluvisoles se presentan en las terrazas más bajas de los ríos y por tanto, más jovenes, pues en cuanto transcurre un cierto tiempo (terrazas aluviales más altas, o sea, más viejas)

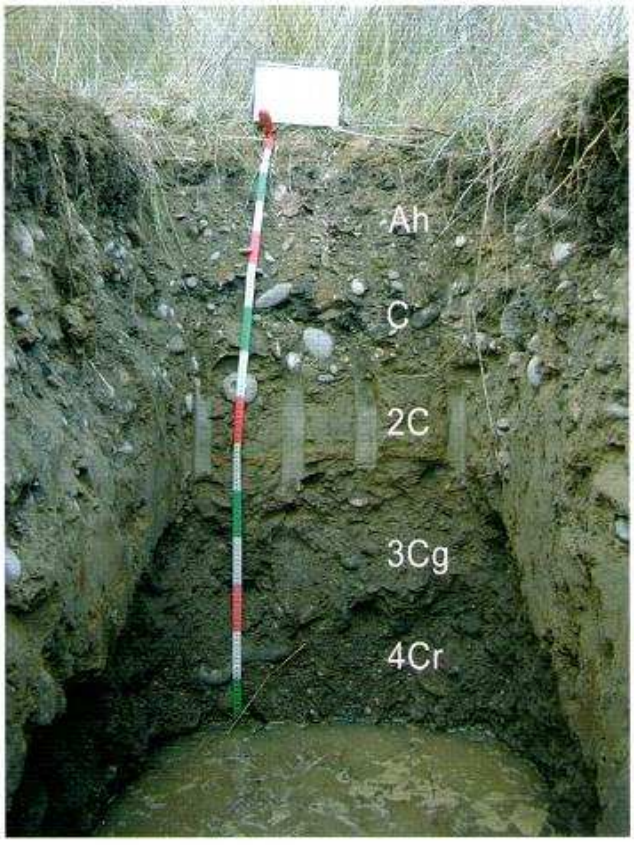

Foto: David Badía Villas.

Figura 7. Perfil de un fluvisol con indicación de los horizontes observados.

estos suelos pasan a calcisoles en ambientes semiáridos o bien a cambisoles y luvisoles en zonas más húmedas. Se trata de suelos profundos con texturas gruesas y, frecuentemente, con abundantes gravas poligénicas (esqueléticos) lo que los hace muy permeables. Mayoritariamente su matriz es carbonatada (calcáricos). En las proximidades al cauce del río pueden manifestar problemas de hidromorfía por la presencia de una capa freática (fluvisoles gleicos). En el Alto Aragón se encuentran en las terrazas más próximas al cauce actual de los diversos ríos (Aragón, Gállego, Guatizalema, Alcanadre, Cinca,...).

El suelo es un recurso natural fundamental en el ámbito tanto agronómico como ecológico, ya sea en estudios de zonas afectadas por incendios forestales, transformaciones de secano a regadío o la recuperación de explotaciones mineras de superficie

Gipsisoles

Los gipsisoles son suelos con una acumulación secundaria de yeso (horizonte gípsico, **y**), de ahí su nombre derivado del latín *gypsum*. El yeso (sulfato cálcico dihidratado) puede presentarse en distintos tamaños y formas: desde gruesos cristales en una matriz margosa a horizontes hipergípsicos donde el yeso, de tacto farináceo, microcristalino, es mayoritario. Según el contenido en yeso puede distinguirse entre gipsisoles hipogípsicos a hipergípsicos. Ocasionalmente se desarrollan sobre terrazas aluviales con alto contenido en gravas (esqueléticos) donde incluso se ven acompañados de un horizonte cálcico (gipsisol cálcico).

Foto: David Badía Villas.

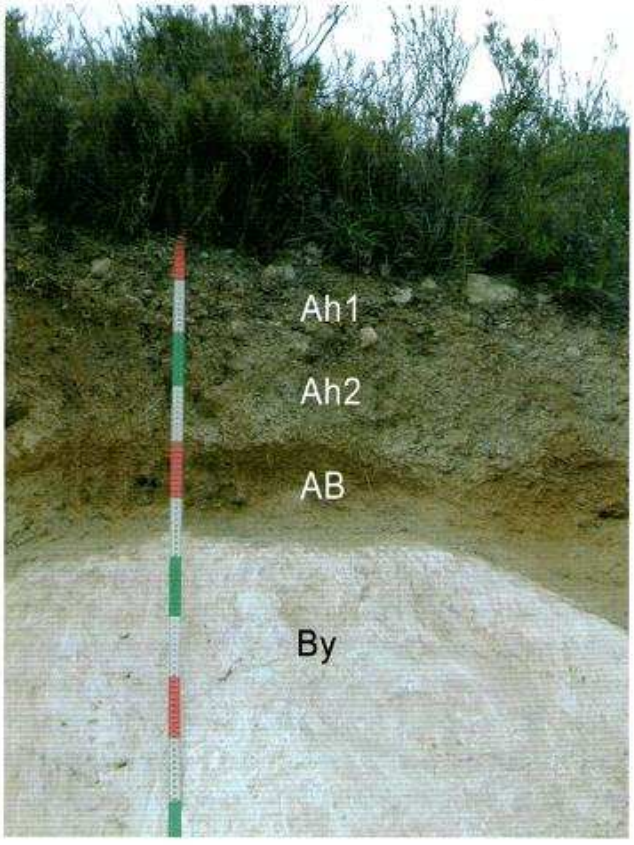

Figura 8. Perfil de un gipsisol con indicación de los horizontes observados.

Son suelos de texturas francas o limosas, de baja capacidad de retención de nutrientes y cuya CRAD (capacidad de retención de agua disponible) varía con el tamaño de cristalización del yeso. El ion calcio, muy abundante, se une con los fosfatos para insolubilizarlos, hacerlos no disponibles para las plantas. La disolución del yeso en estos suelos, por ejemplo por riego con alta fracción de lavado, genera problemas de subsidencia del terreno. También puede crear problemas de corrosión en estructuras de hormigón, al atacar al cemento y al hierro.

Se trata de suelos más propios de zonas desérticas pero que en el Alto Aragón se pueden encontrar en diversos puntos. Así, aparecen importantes extensiones sobre sustratos mio-oligocénicos en el valle del Ebro: en el sureste (Alcalá de Gurrea, Tardienta, Alcubierre,...) y en el Sur (Castejón de Monegros, Valfarta, Peñalba e incluso hacia Candasnos y Fraga). También están bien representados sobre sustratos yesíferos eocénicos en el anticlinal de Barbastro, desde Peraltilla a Tamarite de Litera.

Leptosoles

Su nombre hace referencia al término griego *leptos*, delgado, puesto que los leptosoles son suelos delgados, que a escasa profundidad presentan una barrera física, como roca dura continua (contacto lítico) o mucha pedregosidad, o una barrera química como representa un sustrato muy carbonatado. Debido a estas características, poseen un reducido volumen explorable por las raíces y la capacidad de retención de agua y nutrientes es escasa, especialmente en los leptosoles líticos, e hiperesqueléticos. Sus propiedades químicas, muy influenciadas por el material parental del que derivan, condicionan su calificación como calcárico, gipsírico, éutrico, dístrico,...

Su escasa profundidad e incluso la abundancia de afloramientos rocosos (nudilítico) limitan

Foto: David Badía Villas.

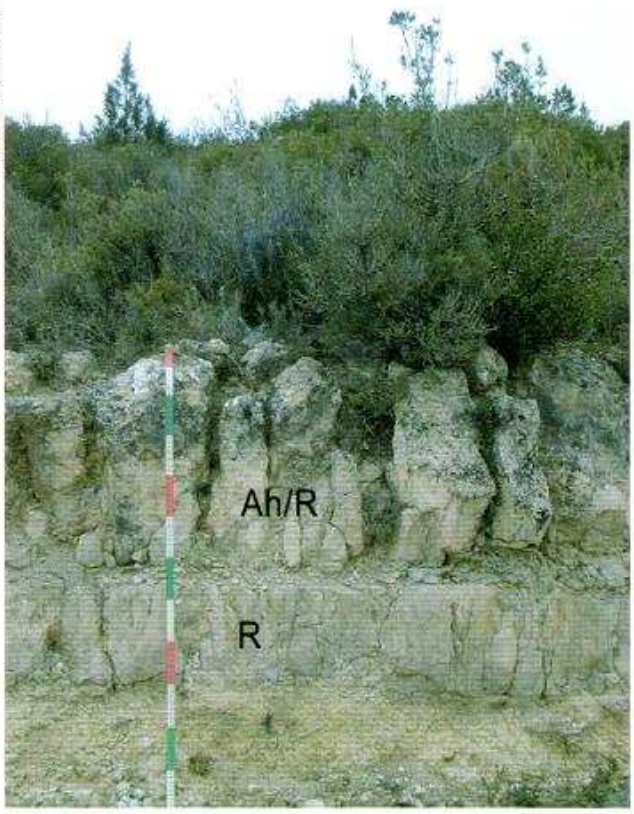

Figura 9. Perfil de un leptosol con indicación de los horizontes observados.

su uso agrícola pero pueden admitir un pastoreo ocasional, uso forestal o reserva natural.

Su distribución está ligada a zonas con fuerte pendiente y, si bien se encuentran repartidos por todo el Altoaragón (sierras de Alcubierre, Guara, Olson, Campanué,...) son mayoritarios en el Pirineo Axial.

Luvisoles

Los luvisoles adquieren el nombre del latín *luere*, «lavar», porque su perfil presenta un «lavado» de las arcillas de la superficie para acumularse en profundidad (horizonte árgico, **Bt**). El lavado, movimiento o translocación de las arcillas se relaciona con una superficie geomorfológica estable y con un clima caracterizado por la alternancia de estaciones húmedas y secas. Este clima posibilita el lavado de carbonatos, primero (horizonte cálcico), y la iluviación de arcilla después (horizonte árgico), por lo que es frecuente observar la secuencia A-Bt-Bk (luvisol cálcico). En muchos casos, los horizontes árgicos son recarbonatados por lo que el luvisol cálcico pasa calcisol lúvico. Además, el clima estacionalmente contrastado suele generar una característica coloración rojiza (luvisol cutánico, crómico) por la deshidratación de los oxi-hidróxidos de hierro.

En estos suelos las arcillas son de buena calidad y la reacción del suelo nunca es muy ácida. El incremento en arcilla a cierta profundidad (cambio textural abrupto) supone una limitación a la velocidad de infiltración del agua.

En el Alto Aragón aparecen en glacis pleistocenos de los somontanos altoaragoneses (sasos, coronas) y en las terrazas aluviales más altas, más viejas, de algunos ríos como en la confluencia del Ara y el Cinca (Boltaña, Aínsa).

Foto: David Badía Villas.

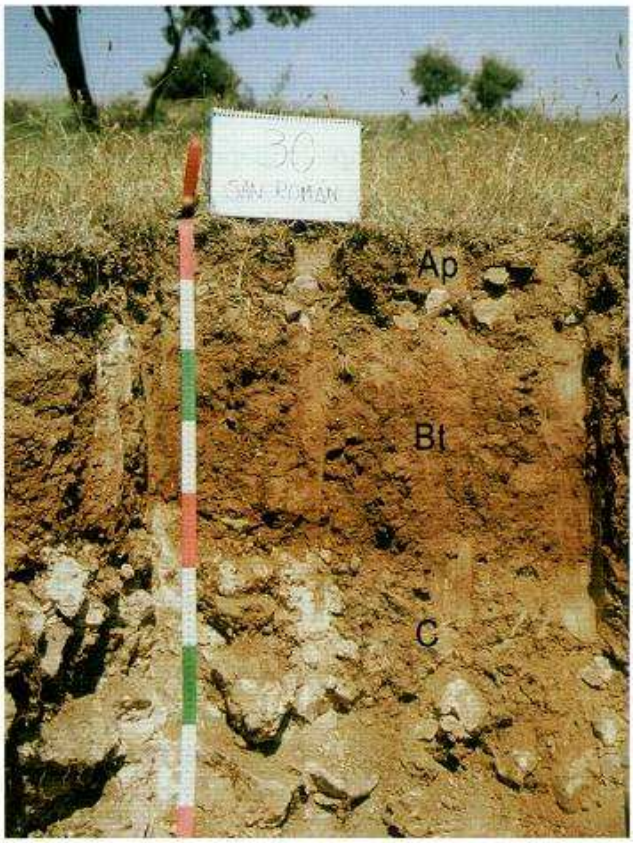

Figura 10. Perfil de un luvisol con indicación de los horizontes observados.

Regosoles

Los regosoles adquieren su nombre del griego *rhegos*, «manto», haciendo referencia a que se desarrollan sobre un manto de materiales sueltos, poco consolidados. Y es que son suelos minerales muy poco evolucionados, con horizontes **A** sobre materiales no consolidados o capas **C** (a diferencia de los leptosoles sobre capas **R**) y de textura no excesivamente arenosa (lo que los calificaría como arenosoles). Su presencia se asocia a zonas donde los procesos de formación han actuado durante muy poco tiempo o con poca intensidad, por el clima muy frío o muy cálido, o como consecuencia de su

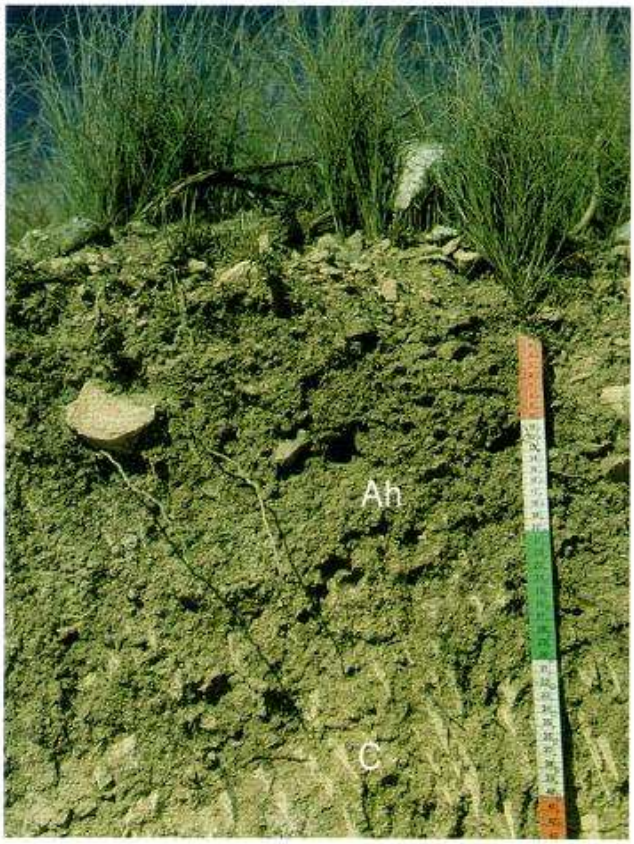

Foto: David Badía Villas.

Figura 11. Perfil de un regosol con indicación de los horizontes observados.

rejuvenecimiento por erosión. Por ello, tal y como sucede con los leptosoles, las propiedades de estos suelos se relacionan directamente con el material parental del que derivan. Así, sobre margas encontramos regosoles calcáricos, de texturas finas y de reacción básica; en ocasiones presentan cierto nivel de salinidad (hiposálicos) o cierto contenido en yeso primario (gipsíricos). En cambio, sobre granito alterado aparecen regosoles con caracter éutrico e incluso dístrico, de reacción ácida y texturas gruesas. Suelen aperecer en cualquier punto del Alto Aragón, intercalándose con otros tipos de suelos. La construcción de bancales de piedra seca permitió el cultivo de cereales y frutales (trigo, cebada, almendros, olivos) en la región mediterránea y de centeno y pastos en zonas de montaña, toda vez que se conservaba el suelo y se optimizaba la recogida del agua de lluvia (caracter escálico).

Solonchaks

El curioso nombre de solonchak es de origen ruso: *sol'*, «sal», y *chak*, «tierra salobre». Se trata de suelos cuya característica común es la elevada concentración de sales solubles a escasa profundidad (horizonte sálico). Estas sales suelen estar presentes en el material parental y la escasa precipitación, siempre superada por la evapotranspiración, no puede más que redistribuir las sales sin eliminarlas del perfil edáfico. Las sales provocan en las plantas un efecto osmótico y un efecto de toxicidad iónica específica que alteran la absorción hídrica, el balance nutricional y el energético. Habitualmente la sal más frecuente es la halita (sal común, ClNa), por lo que el ión dominante en la solución del suelo es el cloruro (solonchak háplico, clorídico). La existencia de estos suelos, de complejo manejo agrícola, supone la génesis de paisajes peculiares con nula o escasa vegetación pero muy especial (halófitos), especialmente cuando la concentración de sales es muy elevada

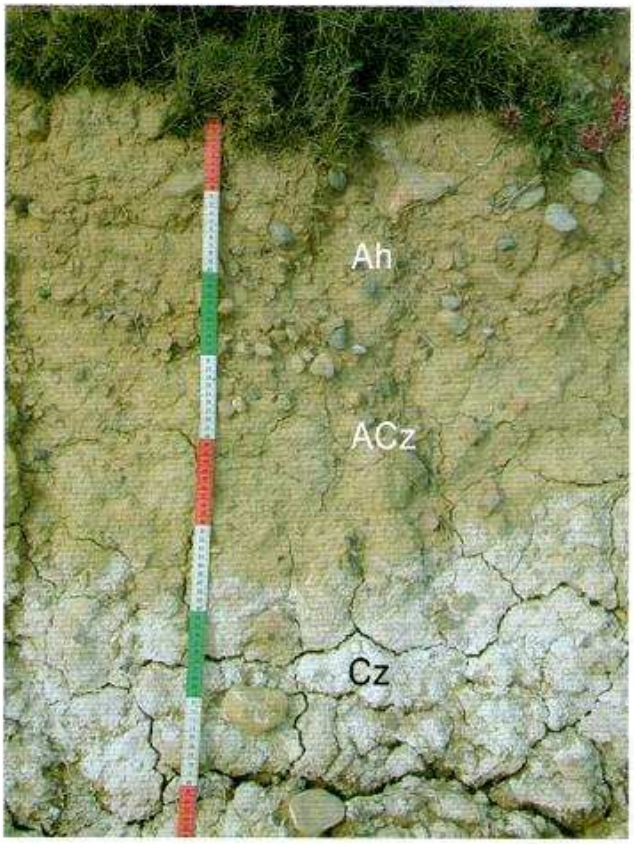

Foto: David Badía Villas.

Figura 12. Perfil de un solonchak con indicación de los horizontes observados.

(solonchaks hipersálicos). En los casos en los que la salinidad viene acompañada de cierta sodicidad, el uso agrícola de los suelos es todavía más limitado. Son suelos frecuentes en zonas áridas y semiáridas como los Monegros, donde de forma discontinua van apareciendo entre el canal del Flumen y el de Monegros (desde Tardienta y Grañén hasta Sariñena); también pueden encontrarse en zonas de la Litera y el Bajo Cinca.

Foto: David Badía Villas.

Figura 13. Variación espacial de suelos en un viñedo del Somontano de Barbastro: obsérvense los cambios de color en superficie, relacionados con cambios en el contenido en carbonatos, arcilla y materia orgánica.

Bibliografía

ALBERTO, F., GUTIÉRREZ, M., IBAÑEZ, M. J., MACHÍN, J., PEÑA, J. L., POCOVÍ, A. y RODRÍGUEZ, J. 1984. *El cuaternario de la Depresión media del Ebro en la región aragonesa. Cartografía y síntesis de los conocimientos existentes*. Universidad de Zaragoza y Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza. 217 pp.

BADÍA VILLAS, D. 1989. *Los suelos de Fraga: Cartografía y evaluación*. Colección de Estudios Altoaragoneses, nº 30, Instituto de Estudios Altoaragoneses, Huesca. 207 pp.

BADÍA VILLAS, D. 2006. Los suelos de los Pirineos. *In*: FILLAT, F., GARCÍA, R., GÓMEZ, D. y REINÉ, R. (eds.) *Los pastos del Pirineo*. CSIC-DPH, Zaragoza. 298 pp.

BADÍA VILLAS, D. y MARTÍ DALMAU, C. (eds.) 1999. *Suelos del Pirineo Central*. Fragen, Huesca. 109 pp.

BADÍA VILLAS, D., CUCHÍ OTERINO, J. A., MARTÍ DALMAU, C. y CASANOVA GASCÓN J. 2006. *Los suelos en los viñedos de la D.O. Somontano*. Prensas Universitarias, Zaragoza. 217 pp.

DEPARTAMENTO DE EDAFOLOGÍA DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE AULA DEI. 1993. *Cartografía de suelos de Aragón. E.1:200.000. Zaragoza*. 1 mapa. [Inédito.]

HERRERO ISERN, J. I. 1991. *Morfología y génesis de suelos sobre yesos*. Colección Monografías, 77, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid. 447 pp.

HERRERO ISERN, J. I., RODRÍGUEZ, R. y PORTA CASANELLES, J. 1989. *Colmatación de drenes en suelos afectados por salinidad*. Institución «Fernando El Católico», Zaragoza. 133 pp.

IBARRA BENLLOCH, P. 2004. La diversidad edáfica del territorio aragonés. *In*: PEÑA, J. L., LONGARES, L. A. y SÁNCHEZ, M. (eds.) *Geografía física de Aragón*. Universidad de Zaragoza, Institución «Fernando El Católico», Zaragoza. 325 pp.

IUSS. 2006. *World reference base for soil resources 2006: A framework for international classification and communication*. World Soil resources Reports, 103, FAO, Roma. 145 pp.

NOGUÉS, J. 2002. *Mapa de suelos de Barbués y Torres de Barbués. Aplicaciones para la modernización de regadíos*. Serie Investigación, nº 36, Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Zaragoza. 175 pp. + mapas.

Foto: David Badía Villas.

Figura 14. Alumnos de la EPSH describiendo un perfil edáfico en la Hoya de Huesca.