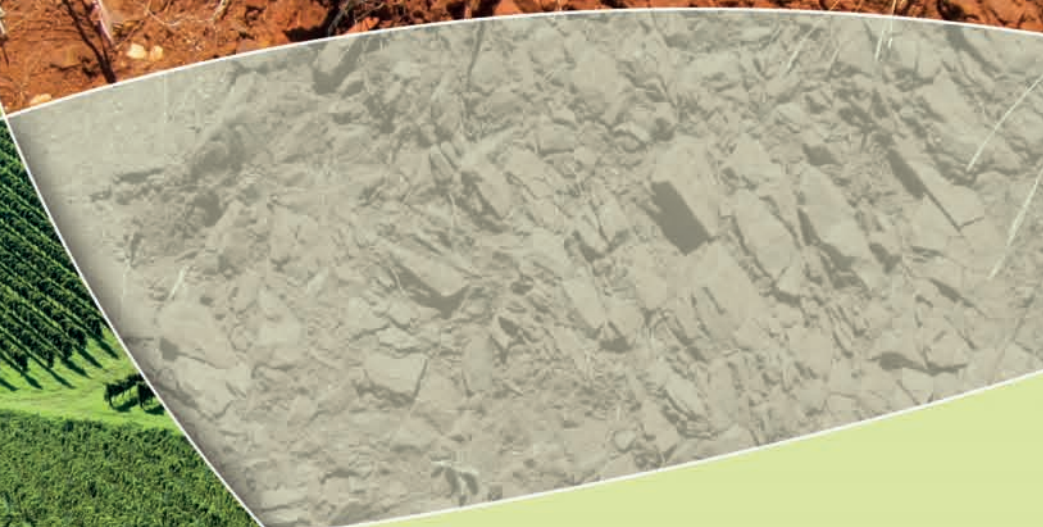


# El sòl

Juan Gisbert Blanquer



Juan Gisbert Blanquer

# El sòl

EDITORIAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Colecció Acadèmica

Per a referenciar esta publicació utilitze la següent cita: GISBERT BLANQUER, J.(2012)  
El sòl. Valencia : Universitat Politècnica

Primera edició, 2012

© Juan Gisbert Blanquer

© de les fotografies: l'autor/a

© tots els noms comercials, marques o signes distintius de qualsevol classe continguts a l'obra estan protegits per la llei.

© de la present edició: Editorial Universitat Politècnica de València

Distribució: pedidos@editorial.upv.es

Tel. 96 387 70 12 /www.editorial.upv.es / Ref .6070

ISBN: 978-84-8363-936-8

Queda prohibida la reproducció, distribució, comercialització, transformació i, en general, qualsevol altra forma d'explotació, per qualsevol procediment, de tot o part dels continguts d'aquesta obra sense l'autorització expressa i per escrit dels autors.

# Índex

## I. QUÈ ÉS EL SÒL

I.1. El sòl en el cicle geològic de la litosfera .....	5
I.2. Conceptes de sòl .....	8
I.3. Definicions de sòl .....	9
I.4. Funcions del sòl .....	10
I.5. Composició del sòl .....	12
I.5.1. Material mineral .....	13
I.5.2. Matèria orgànica .....	15
I.5.3. Aire.....	19
I.5.4. Aigua.....	19
I.6. Límits del sòl.....	20
I.7. El sòl com a substrat per al creixement de les plantes .....	20
I.7.1 Concepte d'element essencial.....	21

## II. GÈNESI DEL SÒL?

II.1. La formació del sòl: factors i processos formadors .....	27
II.2. Factors formadors.....	28
II.2.1. Clima.....	30
II.2.2. Factors biòtics .....	37
II.2.3. Geomorfologia.....	43
II.2.4. Material parental.....	50
II.2.5. Temps.....	67

## III. METEORITZACIÓ

III.1. La formació del sòl: meteorització .....	71
III.2. La fertilitat dels sòls i la meteorització.....	73
III.3. Velocitat dels processos de meteorització .....	74
III.4. Tipus de meteorització .....	75
III.4.1. Meteorització física .....	76
III.4.2. Meteorització química .....	92
III.4.3. Meteorització fisicoquímica (biològica) .....	111
III.5. Els minerals i el procés de meteorització.....	114
III.5.1. Comportament general dels minerals davant de la Meteorització.....	114
III.5.2. Comportament específic dels minerals davant de la Meteorització.....	126
III.5.3. Hidromiques i minerals interestratificats.....	141
III.6. Les roques i el procés de meteorització .....	143
III.6.1. Comportament general de les roques davant de la Meteorització.....	143

III.6.2. Comportament específic de les roques davant de la Meteorització.....	144
<b>IV. PROCESSOS FORMADORS DEL SÒL</b>	
IV.1. Processos formadors. Tipus .....	149
IV.2. Addicions .....	152
IV.3. Pèrdues .....	152
IV.4. Translocacions.....	154
IV.5. Transformacions .....	158
<b>V. MORFOLOGIA DEL SÒL</b>	
V.1. El significat de la morfologia .....	165
V.2. Designació d'horitzons genètics .....	166
V.3. Horitzons principals i capes .....	168
V.4. Horitzons de transició i combinació d'horitzons.....	172
V.4.1. Horitzons de transició .....	172
V.4.2. Combinació d'horitzons .....	173
V.5. Subíndexs per a identificar característiques específiques dels horitzons principals i capes .....	173
V.6. Normativa per a l'ús de subíndexs .....	181
V.7. Subdivisió vertical .....	181
V.8. Discontinuitats .....	182
V.9. Ús de l'apòstrof (') .....	183
<b>VI. CLASSIFICACIÓ DE SÒLS</b>	
VI.1. Perspectives en l'estudi del sòl .....	185
VI.2. Objectius de la classificació de sòls .....	185
VI.3. Introducció al sistema de classificació de la <i>Soil taxonomy</i> .....	186
VI.3.1. La <i>Soil Taxonomy</i> com a sistema de classificació de sòls ..	186
VI.3.2. Horitzons de diagnòstic superficials (epipèdons).....	188
VI.3.3. Horitzons de diagnòstic subsuperficials.....	193
VI.3.4. Altres propietats de diagnòstic.....	199
VI.3.5. Concepte central dels ordres de sòls.....	199
<b>Bibliografia</b> .....	209

# CAPÍTOL I. QUÈ ÉS EL SÒL?

## I.1. EL SÒL EN EL CICLE GEOLÒGIC DE LA LITOSFERA

El sòl està situat en la interfase entre l'atmosfera i la litosfera (mantell de roques que cobreix la superfície terrestre), i també té contacte amb la hidrosfera. Sustenta el creixement de les plantes i els animals que formen part de la biosfera. Perquè es produïska el desenvolupament de sòls amb una matriu porosa, que conté aigua i aire (pedosfera), hi han d'actuar una combinació d'accions físiques, químiques i biòtiques sobre els materials orgànics i els fragments de les roques alterades.

La pedosfera (sòl) es forma quan hi ha interacció de la litosfera (minerals), la biosfera (vida animal o vegetal), l'atmosfera (aire) i la hidrosfera (aigua).

La pedosfera és la interfase entre l'atmosfera, la litosfera, la hidrosfera i la biosfera en l'ecosistema terrestre.

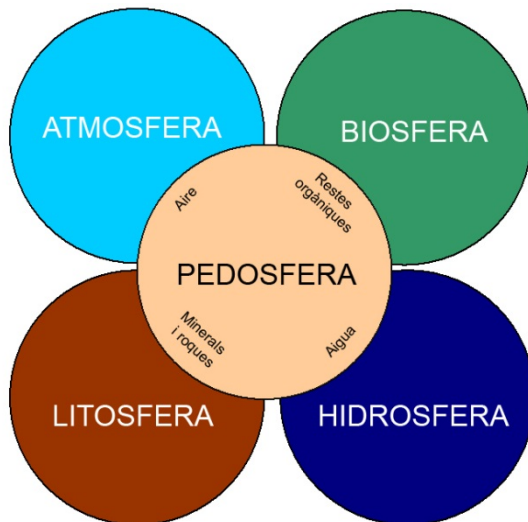


Figura 1. La pedosfera com a marc integrador

Una secció vertical de l'ecosistema conté:

ECOSFERA	COMPONENTS
Atmosfera	Aire
Atmosfera i biosfera	Coberta vegetal
Pedosfera	Sòl i subsòl
Litosfera i hidrosfera (capa freàtica)	Roca meteoritzada (saturada i insaturada)
Litosfera	Roca no alterada

Considerem el sòl com un cos natural compost de material mineral i orgànic que es forma com a resposta a diversos factors ambientals i processos que actuen i canvien el sòl permanentment.

La litosfera es troba en contínua transformació com a resultat de les forces antagoniques, externes i internes, que, respectivament, tendeixen a destruir el relleu continental i a originar nous materials que després formen les muntanyes.

El **cicle geodinàmic extern** comprèn:

1. l'erosió o destrucció de les roques superficials,
2. el transport d'aquestes,
3. la sedimentació dels materials resultants.



Figura 2. Acció de les aigües torrencials

L'origen rau en l'**energia solar**, la qual evapora aigua dels oceans i la precipita sobre els continents.

El **cicle geodinàmic intern** comprèn:

1. els processos de diastrofisme que originen noves roques ígnies,
2. els fenòmens volcànics,
3. els processos orogènics que formen noves muntanyes.



Figura 3. Activitat volcànica

L'energia necessària procedeix de la **calor interna** del globus terraquí i de l'energia despesa en els processos de radioactivitat que tenen lloc a la litosfera.

El lloc que ocupa el sòl dins del cicle geològic de la litosfera pot apreciar-se en l'esquema següent:

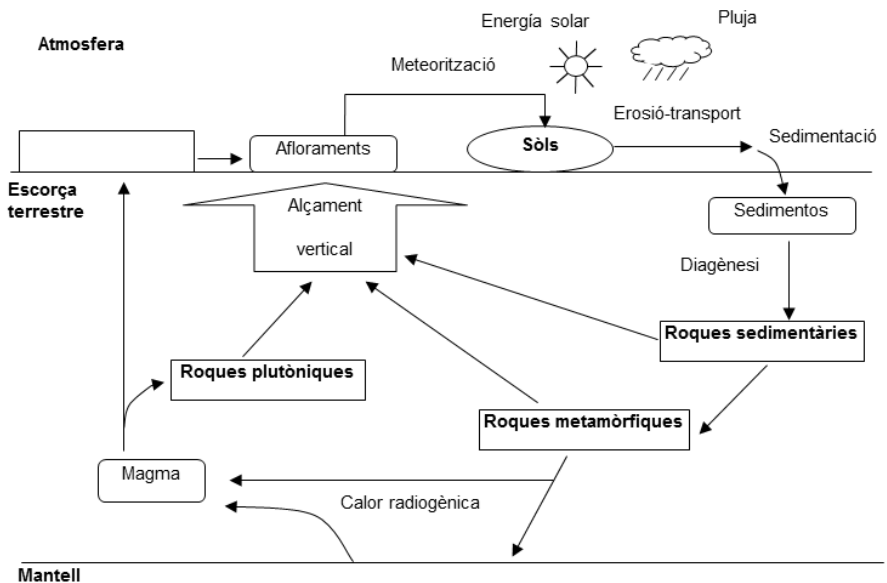


Figura 4. Cicle geològic



## I.2. CONCEPTES DE SÒL

Sovint els caràcters i aspectes vulgars de la natura no són ben compresos i apreciats, i per a molts de nosaltres el sòl n'és un. Part de la nostra ignorància respecte al sòl pot ser deguda als diferents conceptes i punts de vista que hi ha respecte a aquest producte natural.

Per exemple, per a un enginyer de mines el sòl és el conjunt de restes que cobreixen les roques i minerals amb el qual ha de treballar; per tant, el sòl és un destorb que ha de separar. Per a un enginyer de camins pot ser el material sobre el qual haja d'assentar-se una carretera. Si les propietats que té són favorables serà utilitzat, però en cas contrari haurà de ser remogut i substituït per roca i grava, que es col·loca en lloc del sòl preexistent. Per a un físic, és un medi on es desenvolupa una dinàmica de fluids, i en el cas d'un químic el sòl és un medi complex on tenen lloc un conjunt de reaccions.

Per a un científic del sòl, el sòl és un cos natural compost de matèria mineral i orgànica, aire i aigua. Això el diferencia d'un geòleg que denomina a aquest material *regolita* per a diferenciar-lo de la roca dura: el sòl es veurà afectat per un conjunt de factors edafogenètics que gradualment el modificaran amb el temps i desenvoluparà capes diferenciades que anomenarem horitzons.

Per a l'agricultor, i en definitiva per a l'enginyer agrònom/forestal, el sòl és considerat com l'*hàbitat* on es desenvolupen les arrels de les plantes. El sòl és capaç de permetre el creixement de plantes i, per tant, necessita els elements químics presents en els minerals i el nitrogen procedent de la matèria orgànica.

Aquesta és la diferència entre sòl i material geològic recent.

A fi de conèixer més el sòl, ens urgeix tenir prèviament un concepte comú del que és. Per a desenvolupar aquest concepte hem de considerar primer de tot el sòl tal com és a la natura.

Reconeixem que un sòl pot ser considerat de les maneres següents:

- Com un producte bioquímic natural modificat per meteorització (concepte pedològic)
- Com un *hàbitat* per al desenvolupament de les plantes (concepte edafològic)

Aquests conceptes il·lustren les dues sendes que poden seguir-se per a l'estudi dels sòls: la del pedòleg en el primer cas i la de l'edafòleg en el segon.

Alguns temes com l'origen del sòl, la classificació i descripció, etc., estan compresos en el que designem amb el nom de pedologia (del grec *pédon*, que significa 'sòl' o 'terra'). La **pedologia** considera el sòl com un cos natural i aprofundeix menys en l'ús pràctic immediat que se'n fa.

El pedòleg estudia, examina i classifica els sòls en les seues modificacions dins de la seua situació natural. Les troballes que fa poden ser útils tant per als enginyers de camins i arquitectes com per a l'agricultor.

El pedòleg està interessat en les característiques dels sòls, el mode de formació, la composició física, química i biològica, i la dosificació i distribució (Bridges, 1997).

L'**edafologia** (del grec *édaphos*, que significa 'sòl' o 'terreny') és l'estudi del sòl des del punt de vista de les plantes superiors. Considera les diverses propietats dels sòls amb referència a la producció de plantes.

L'edafòleg és un pràctic, perquè li concerneix fins i tot la producció d'aliments i fibres, si no hi ha altre remei. Al mateix temps, ha de ser un científic per a determinar les causes de variació de la productivitat dels sòls i per a trobar els mitjans de conservar i augmentar aquesta productivitat.

### I.3. DEFINICIONS DE SÒL

A partir de la sèrie de definicions del concepte *sòl* desenvolupades per diferents científics que a continuació exposem, podem definir el sòl d'una manera general com un **cos natural no consolidat, compost per matèria mineral i orgànica, present a la superfície de la terra i capaç de suportar el creixement vegetal**.

**Dokutxàiev (1870):** "Sòl és un cos natural independent que s'ha format per l'alteració de la roca, deguda a l'acció del clima i els éssers vius, en una geomorfologia donada en un espai de temps donat" (concepte pedològic).

**Ramann (1920):** "Sòl és el producte de l'erosió de les roques, evidenciat en les parts superiors de l'escorça terrestre, i que conté, a vegades, restes de matèria orgànica descomposta o en descomposició" (concepció geològica).

**Mitscherlich (1924):** "Sòl és la mescla de partícules sòlides polsoses, aigua i aire, que proveïdes dels elements nutritius necessaris per a les plantes, pot servir com a sustentador d'una vegetació" (concepció de la fisiologia vegetal).

**Kubiena (1937):** “Sòl és la capa vivent de transformació de l’esfera sòlida terrestre, sorgida sota l’influx de la vida i les condicions ambientals especials d’un hàbitat biològic i sotmès a canvi estacional constant i a un desenvolupament peculiar”.

**Joffe (1949):** “Un cos natural consistent en capes o horitzons de constituents orgànics o minerals de gruix variable, que difereixen del material parental en la morfologia, les propietats físiques, químiques i mineralògiques, i en les característiques biològiques”.

**USDA (1957, Yearbook):** “Sòl és un cos natural de la superfície terrestre que té propietats degudes a l’efecte integral del clima i la matèria vivent (animals i plantes), les quals actuen sobre el material mare condicionades pel relleu durant períodes de temps” (concepció pedològica).

El sòl és fonamental per a la producció d’aliments i fibres, ja que la fertilitat que hi haja està estretament relacionada amb la productivitat que tinga, i conèixer-ho és fonamental per a la preservació ambiental.

El control dels *inputs* és bàsic per a la conservació dels sòls, ja que planifica i proporciona la informació necessària que fa falta en les equacions per a predir la pèrdua de sòl i la contaminació de l’aigua.

Podem dir que l’enginyer agrònom/forestal s’ocupa de la **modificació, conservació i avaluació** del medi, **sòl i clima** en funció de la producció **d’aliments i fibres**.

Dos conceptes són d’interès en agronomia pel que fa al sòl:

- **Fertilitat:** procedeix de les característiques intrínseques del sòl.
- **Productivitat:** deriva de les característiques de maneig.

#### I.4. FUNCIONS DEL SÒL

Les funcions del sòl poden ser resumides en els punts següents:

1. Medi per al creixement de les plantes
2. Medi que subministra i regula el contingut d’aigua
3. Medi que possibilita el reciclatge de nutrients
4. Hàbitat dels organismes del sòl
5. Medi per a obres d’enginyeria civil

Pel que fa al primer punt, en el paper com a medi per al creixement de les plantes, el sòl actua com a:

- Suport mecànic de les plantes
- Aportació d'elements nutrients: elements essencials
- Subministrament d'aigua a les arrels
- Aireig de les arrels
- Amortiment de la temperatura a la zona radicular

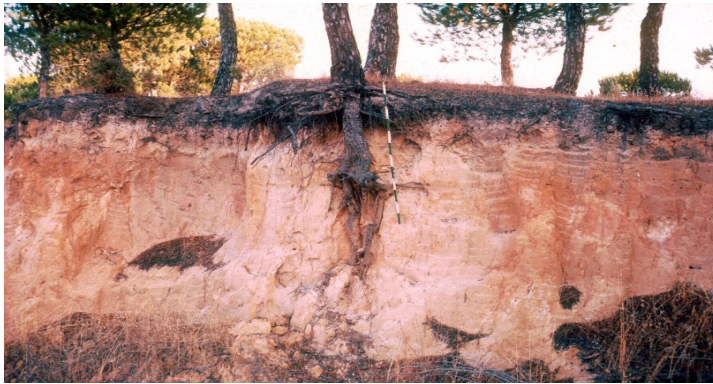


Figura 5. Desenvolupament radicular en una duna de Mazagón (Huelva)

Recordem que la planta és un organisme autòtrof i, com a tal, pot sintetitzar matèria orgànica (Liebig).

#### Altres definicions d'interès

A continuació donem unes quantes definicions relacionades amb la ciència del sòl que poden ser interessants:

**Pedologia:** és la ciència que estudia l'origen, la morfologia, la gènesi, la distribució, la cartografia i la taxonomia dels sòls, i la classificació en termes dels usos que té.

**Pèdon:** és el volum més petit que pot ser reconegut com un sòl individual. Té tres dimensions i l'àrea varia entre 1 i 10 m<sup>2</sup>, depenent de la variabilitat dels horitzons. La forma d'un pèdon és aproximadament hexagonal. Un volum de sòl en què trobem més d'un pèdon rep el nom de *polipèdon*.

**Peds:** són agregats de sòl que es reconeixen en camp ja que estan separats per buits i plans naturals de trencament. Resisteixen els cicles de humectació-dessecació, a diferència dels agregats no permanents.

**Pedogènesi:** és el procés de formació del sòl com un resultat integral de la combinació dels factors formadors del sòl (clima, roca mare, factors biòtics, geomorfologia i temps).

**Perfil del sòl:** secció vertical del sòl que en mostra tots els horitzons i s'estén fins al material parental.

**Horitzó del sòl:** “Una capa aproximadament paral·lela a la superfície, amb característiques impartides pels processos de formació del sòl” (Soil Survey Staff, 1962). Una capa del sòl, aproximadament paral·lela a la superfície terrestre, que mostra diferències genètiques amb les capes adjacents quant a propietats com ara color, estructura, textura, contingut i composició química, biològica o mineralògica.

## 1.5. COMPOSICIÓ DEL SÒL

Com hem vist anteriorment, la pedosfera es forma en la interfase de l'atmosfera (aire), la litosfera (minerals) i la biosfera (animals i plantes). És, per tant, fàcil d'intuir que el sòl estiga constituït per quatre components bàsics:

**Material mineral**

**Aire**

**Material orgànic**

**Aigua**

La composició volumètrica d'un sòl mineral queda distribuïda de la manera següent:

### **Fase sòlida (50%):**

Materials minerals (45%)

Materials orgànics (5%)

### **Fase fluida (50%):**

Aigua (25%)

Aire (25%)

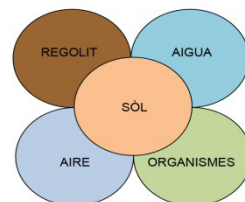


Figura 6. Composició del sòl

La fase sòlida està formada per roques, minerals meteoritzats i residus descompostos dels animals i plantes.

En la fase fluida l'*ideal* seria una distribució en parts iguals d'aigua i aire, però, no obstant això, aquesta proporció pot variar diàriament, mensualment i, fins i tot, cada hora.

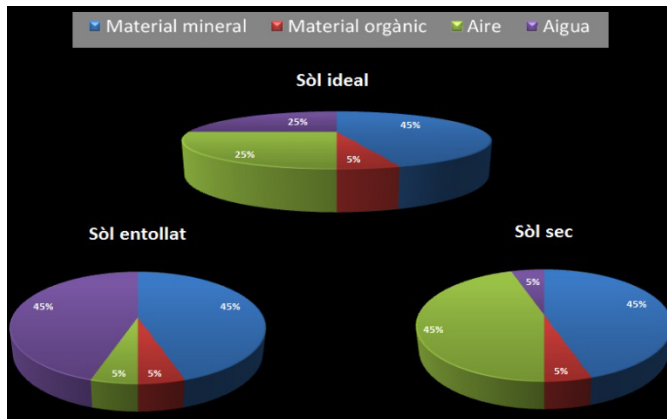


Figura 7. Composició volumètrica del sòl

### 1.5.1. Material mineral

Les partícules minerals del sòl varien en grandària i en composició mineralògica, i normalment estan associades formant agregats.

Segons la grandària, podem dividir-les en **elements grossos** (> 2 mm de diàmetre) i **partícules fines** (< 2 mm de diàmetre), i es poden dividir en:

**Arenes (2-0,05 mm)**

**Llims (0,05-0,002 mm)**

**Argiles (< 0,002 mm)**

En les arenas i els lims predominen els minerals primaris (quars, mica i feldspats), mentre que en la fracció argilosa abunden els minerals secundaris.

Les diverses proporcions en què aquestes partícules es troben en el sòl en formen la textura. D'altra banda, les partícules individuals poden agregar-se formant unitats estructurals de més grandària.

### Característiques dels materials minerals

- Els materials inorgànics del sòl procedeixen de les roques originàries.
- Són extremadament variables en grandària.
- Proveeixen les plantes d'elements nutrients.
- Són importants per a la classificació del sòl.

### Propietats de les fraccions granulomètriques

#### Arenes

Físiques:

- Estructura de gra simple
- Relativament inalterables
- Procedeixen directament del material parental

Químiques:

- Relativament inertes, com a resultat del petit efecte sobre la química del sòl i el pH, i per la poca capacitat de retenció de nutrients

Espai porós, comparativament amb altres fraccions:

- Menys espai total de porus
- Porus més grans
- Menor nombre de porus petits (capil·laritat), que produeix un increment de l'aireig i del drenatge i un descens de la capacitat de retenció d'aigua

#### Argiles

Físiques:

- Estructuralment complexes
- Grandària col·loïdal
- Quan estan humides són viscoses, plàstiques i apegaloses, i quan estan seques són dures, empedreïdes i cohesives
- Compostos de micel·les
- Gran àrea superficial tant interna com externa

- Porus molt petits tant interns com externs

Químiques:

- Molt complexes
- Sovint carregades negativament
- Generalment, una gran capacitat d'intercanvi catiònic (CIC); per tant, gran capacitat de retenció de nutrients
- La càrrega permet la floculació (agregació) o bé la dispersió; per exemple, el calci indueix a la floculació mentre que el sodi indueix a la dispersió.

Espai porós, comparativament amb altres fraccions:

- Major espai total de porus
- Porus més petits (capil·laritat)
- Menor nombre de porus grans, cosa que produeix un descens de l'aireig i del drenatge i un increment de la capacitat de retenció d'aigua, encara que no tota l'aigua està disponible

**Llims:** característiques intermèdies entre les arenes i les argiles

### **I.5.2. Matèria orgànica**

La matèria orgànica del sòl està composta per la biomassa viva, els residus orgànics d'animals i plantes parcialment descompostos i els productes biosintetitzats pels microorganismes del sòl.

Encara que normalment un horitzó superficial d'un sòl mineral únicament té entre un 1% i un 6% de matèria orgànica, el contingut total en matèria orgànica en el sòl és important perquè n'augmenta la capacitat de retenció d'aigua i, a més, proveeix les plantes i altres organismes del sòl d'elements nutrients, i també col·labora considerablement en la major o menor permanència d'aquests en el medi (CIC).



Taula 1. Capacitat d'intercanvi catiònic dels distints components del sòl:

Component	CIC (meq/100 g)
Arena	2-4
Llim	4-10
Argila	10-100
Matèria orgànica	150-300

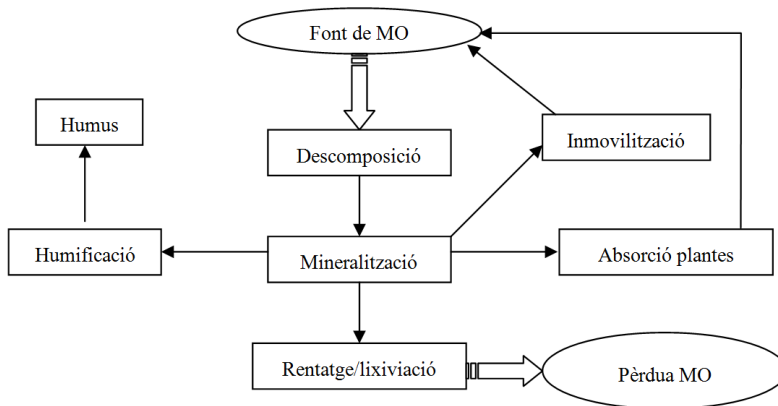


Figura 8. Cicle simplificat de la matèria orgànica

- **Fonts de MO:** residus orgànics, arrels, organismes morts, excrements
- **Descomposició oxidativa:** ruptura bioquímica de minerals i matèria orgànica
- **Mineralització:** compostos orgànics → compostos inorgànics (disponibles per a les plantes)
- **Immobilització:** pels organismes, quan moren passen a ser fonts de matèria orgànica
- **Humificació:** formació d'humus

### Definicions d'interès

**Matèria orgànica del sòl:** materials orgànics vius o morts que contenen carboni natural, llevat del carbó.

**Fitomassa:** part superior de les plantes normalment vives, encara que també pot incloure els arbres morts que estan en peu.

**Biomassa microbiana:** població viva dels microorganismes del sòl.

**Llits:** plantes mortes i restes d'animals a la superfície del sòl.

**Matèria macroorgànica:** fragments orgànics, procedents de qualsevol font, majors de 250  $\mu\text{m}$ .

**Carboni orgànic:** el contingut de carboni s'utilitza per a caracteritzar la quantitat de matèria orgànica.

**Humus:** material que resta als sòls després de ser retirada la matèria macroorgànica. Està compost principalment d'àcids húmics i fúlvics.

**Àcids húmics:** materials amorfs de color fosc que poden extraure's del sòl mitjançant reactius alcalins. Contenen aminoàcids, pèptids i humines. S'hi poden distingir àcids húmics bruns (solubles en solució aquosa de NaCl), àcids húmics grisos (insolubles en solució aquosa de NaCl) i àcids hematome-lànics (solubles en etanol).

**Àcids fúlvics:** materials orgànics que s'extrauen amb reactius alcalins. No tenen una composició química específica; varia amb el tipus de sòl, la vegetació i el medi d'extracció.

### Factors que influeixen en el contingut de la matèria orgànica del sòl

- **Clima.** El contingut en matèria orgànica del sòl augmenta amb la descomposició, fins a un límit fixat per la temperatura. Generalment, els climes freds i àrids tendeixen a retardar els processos microbiològics del sòl, sobretot la descomposició i mineralització, i el contingut de matèria orgànica és més gran.

No obstant això, en els climes més temperats els processos microbiològics són molt més ràpids, per la qual cosa solen tenir un contingut menor de matèria orgànica. També es retarden els processos de mineralització i descomposició quan els sòls estan entollats i poc airejats.

- **Factors biòtics.** La composició de la matèria orgànica del sòl està relacionada amb la naturalesa de la flora i fauna del sòl, a més de l'acció de l'ésser humà (cultiu). El contingut de matèria orgànica en

el sòl dependrà de la descomposició del material i del consum dels microorganismes per a aquesta descomposició.

La taxa de descomposició varia àmpliament, a causa de les diferències de composició del material i les condicions ambientals.

- **Geomorfologia.** La topografia està íntimament relacionada amb els processos d'erosió, vessament i deposició. Per tant, el contingut de matèria orgànica en el sòl estarà influït per la topografia.
- **Material parental.** Els sòls arenosos, amb la resta de condicions iguals, contenen menys matèria orgànica que els sòls argilosos o llimosos pel fet que aquests sòls en estar formats per partícules més grans estan més ben airejats i tenen menys humitat.
- **Temps.** El temps de renovació del carboni orgànic (contingut en matèria orgànica del sòl / entrada de biomassa anual, expressat en anys) varia per als diferents ecosistemes. Per a temps de renovació curts (boscors equatorials), el contingut en matèria orgànica serà menor que per als temps de renovació llargs (sòls entollats, tundra).

El clima, la topografia i el material parental condicionen l'existència de flora i fauna, i determinen el contingut de matèria orgànica del sòl.



Figura 9. Relleu i vegetació en una àrea d'alta muntanya

### **Propietats sobre les quals influeix la matèria orgànica del sòl**

- CIC (capacitat d'intercanvi catiònic): capacitat d'intercanvi catiònic elevada.
- Interacció amb materials argilosos: formació i estabilització de l'estructura del sòl.
- Retenció de cations per la matèria orgànica, ponts de cations: afavoreix les condicions de flocculació (estabilitat).
- Humitat del sòl: increment de la capacitat de camp.
- Temperatura del sòl: alta absorció de radiació (color fosc), baixa reflexió. El calfament dels sòls amb matèria orgànica és més ràpid.
- Capacitat tampó: controla l'acidesa i la basicitat del sòl.

### **I.5.3. Aire**

L'aire del sòl presenta les característiques següents:

- Ocupa els porus del sòl; en un sòl teòric, la meitat de l'espai porós està ocupat per aire.
- La quantitat d'aire en un sòl està determinada pel contingut d'aigua que hi ha.
- L'activitat metabòlica de les arrels, microorganismes i fauna fan variar la composició de l'aire en el sòl.
- Les arrels requereixen oxigen (8-10%).

### **I.5.4. Aigua**

L'aigua del sòl presenta les característiques següents:

- En un sòl teòric, la meitat del volum dels porus del sòl està ocupat per aigua.
- L'aigua és el major agent de transport en el sòl.
- Participa en els cicles geoquímics.
- És essencial per al creixement de les plantes.
- Pot produir estrès en les plantes, tant per excés com per defecte.
- Pot limitar la profunditat d'exploració de les arrels.

**Para seguir leyendo haga click aquí**