

# El microbioma del sòl com a pedra angular de la salut planetària

Durant molts segles, la humanitat ha tingut sota els seus peus un ecosistema complex i bast que ha passat gairebé desapercebut. Afortunadament, en els darrers anys, el sòl, la terra i tota la vida que s'hi allotja estan ocupant investigacions que ens confirmen la petitesa del coneixement que en tenim i la magnitud de la seva complexitat i riquesa. Entre tots els organismes que el conformen, la microbiota del sòl té un paper fonamental en la supervivència i en la salut de la resta d'espècies del planeta. La seva connexió amb les comunitats microbianes d'altres regnes animals i vegetals és tal, que teixeix una xarxa que vincula la salut de tots els éssers vius i s'erigeix com a pedra angular d'una salut planetària.

TEXT: NÚRIA CUCH I ALBA GROS, A PARTIR DE L'ARTICLE 'SOIL MICROBIOMES AND ONE HEALTH', DE SAMIRAN BANERJEE I MARCEL G.A. VAN DER HEIJDEN, PUBLICAT EN LÍNIA A NATURE.COM. IMATGES: ARXIU ASSOCIACIÓ L'ERA.

El terme 'one health', 'una sola salut' en català, designa el concepte que s'ha establert des de la FAO i altres organitzacions mundials per entendre que les amenaces sanitàries que afronta la humanitat no poden superar-se sense una percepció global dels vincles entre tots els éssers vius i els ecosistemes que habiten o comparteixen. En aquesta connexió vital, **els sòls tenen un paper fonamental perquè són el reservori més gran de biodiversitat microbiana** de la Terra. Aquesta comunitat microbiana tan increïblement diversa té influència directa i indirecta sobre la salut

i el benestar dels sòls, les plantes, els animals i els éssers humans. El microbioma del sòl nodreix els microbiomes d'organismes vegetals, animals i humans amb les quals s'entrellaça i es retroalimenta d'una manera complexa. Una gran quantitat d'estudis demostren que aquestes comunitats microbianes associades a altres éssers vius funcionen com un "segon genoma" o "genotip ampliat" i, en conseqüència, afavoreixen el rendiment de gairebé tots els organismes del planeta.

Els estudis assenyalen també que la major part de la comunitat microbiana del

sòl contribueix a la microbiota endofítica (interna) de les plantes i els aporta més de les dues terceres parts de la seva diversitat bacteriana i fúngica. A través de la dieta, aquesta microbiota pot arribar a la flora intestinal dels animals i dels éssers humans. És fàcil d'entendre si tenim en compte que **un gram de terra pot contenir més de 50.000 espècies de microorganismes** i que les ovelles que pasturen poden arribar a empassar-se fins a 400 grams de terra per quilo corporal al llarg d'un any. És a dir, que una ovella que pesi 60 quilos, s'empassa anualment 24 quilos de terra que afegeix a la seva dieta habitual sense que ens n'adonem. I si és una vaca, les dades ens parlen de 350 quilos de terra per vaca i any. Les dades assenyalen que el 3% del



## LA RIQUESA I L'ABUNDÀNCIA DELS MICROORGANISMES DEL SÒL

Els microorganismes són aclaparadorament abundants al sòl, sigui en les capes més superficials o en les més profundes. Després de les plantes, representen la fracció més alta de biomassa global de la Terra. Els bacteris són els més abundants, amb un 15% del total, però fins i tot els fongs (amb un 2%) superen la dels animals, que només hi contribueix amb un 0,3%. També és en el sòl on trobem el microbioma més divers i complex. Malgrat que en aquesta diversitat hi ha virus i altres organismes que poden actuar com a patògens d'animals i plantes, la major part contribueix al seu funcionament vital. És per aquesta raó que es pot considerar que el sòl és una font important de microorganismes per als ecosistemes terrestres i la base de "one health", "una sola salut".

01

microbioma del rumen de les ovelles i vaques pot procedir de la terra ingerida.

### L'IMPACTE EN LA SALUT HUMANA

Encara que no pasturem, els microbiomes humans també s'alimenten de les comunitats microbianes del sòl, no només a través de la nostra dieta, sinó també a través de la inhalació de partícules de pols. Alguns estudis han estat aclarint aquest vincle. Ara es coneix, per exemple, que el **microbioma nasal, oral i cutani de persones treballadores agrícoles està associat a la composició del microbioma de la terra de les finques**. I a Austràlia, van demostrar la relació entre els sòls amb una elevada capacitat d'intercanvi catiònic -que tenen habitualment un major contingut de nutrients i en conseqüència una major diversitat microbiana-, amb un risc menor d'hospitalització per malalties infeccioses i parasitàries. L'explicació és que probablement es tracta d'un tema d'ocupació de nínxol ecològic: mentre els microorganismes beneficiosos ocupen espai en les comunitats microbianes, altres microorganismes paràsits no hi tenen cabuda.

Aquesta connexió dels microbiomes humans amb els del sòl també té una contrapartida: molts patògens humans, animals i vegetals viuen en el sòl i ens poden contagiar. *Bacillus anthracis* (àntrax en humans), *Clostridium tetani* (tètanus), *Escherichia coli* en són exemples. A més, el sòl és també un embornal de propagació de gens de resistència als antibiòtics. Cal tenir present que, cada any, la indústria càrnia i làctia mundial utilitza fins a 32 tones d'antibiòtics de tercera i quarta generació. S'han pogut detectar aquests gens de resistència, fins i tot al cap de 90 dies després de l'aplicació al sòl de fem contaminat. Aquesta resistència pot transferir-se a les hortalisses.

### L'EMPOBRIMENT DEL SÒL

La contaminació, la urbanització i la simplificació del paisatge causen l'homogeneïtzació del microbioma del sòl i redueixen la biodiversitat microbiana. Calen més investigacions per aclarir si aquest empobriment fa els sòls menys resistents a la colonització de patògens o de bacteris resistents a antibiòtics, i quines conseqüències directes té en patologies humanes com ara les al·lèrgies.

### L'IMPACTE EN LA SALUT VEGETAL

El cas de l'impacte dels microorganismes del sòl en la salut vegetal és segurament el més estudiat i conegut. Les comunitats microbianes són responsables de posar a disposició de les plantes 18 dels aproximadament 29 elements vitals que necessiten i que es troben al sòl. El microbioma de la rizosfera reforça el metabolisme de les plantes i facilita processos com per exemple la germinació de les llavors, l'establiment de les plàntules, la nutrició i l'absorció de l'aigua, el creixement, la supressió de patògens, la tolerància a l'estrès i la regulació hormonal.

És molt conegut el cas dels bacteris que s'associen amb lleguminoses i que acaben fixant fins més de 300 quilos de nitrogen per hectàrea i any. Segons la zona climàtica pot suposar fins al 80% de tot el nitrogen absorbit per les plantes. També és coneguda **la relació simbiòtica amb fongs micorrízics del gairebé el 90% de les plantes terrestres**, també de les plantes cultivades, amb què aconsegueixen aigua, micro i macronutrients essencials a canvi dels seus fotosintats. Els estudis ens diuen que aquests fongs poden millorar fins al 50% el creixement de molts cultius i que poden proporcionar a les plantes fins al 75% del fòsfor que consumeixen.

El cas dels sòls supressius és un dels millors exemples de la protecció que el microbioma d'un sòl confereix a les plantes contra els patògens del sòl. Són sòls concrets que, gràcies a la composició i a l'activitat del seu microbioma, impedeixen l'establiment de patògens o en redueixen molt els seus danys.

És important assenyalar aquí que, més que referir-nos a microorganismes concrets, hem de tendir a parlar de consorcis microbians.

### L'IMPACTE DEL MICROBIOMA EN LA SALUT DEL SÒL

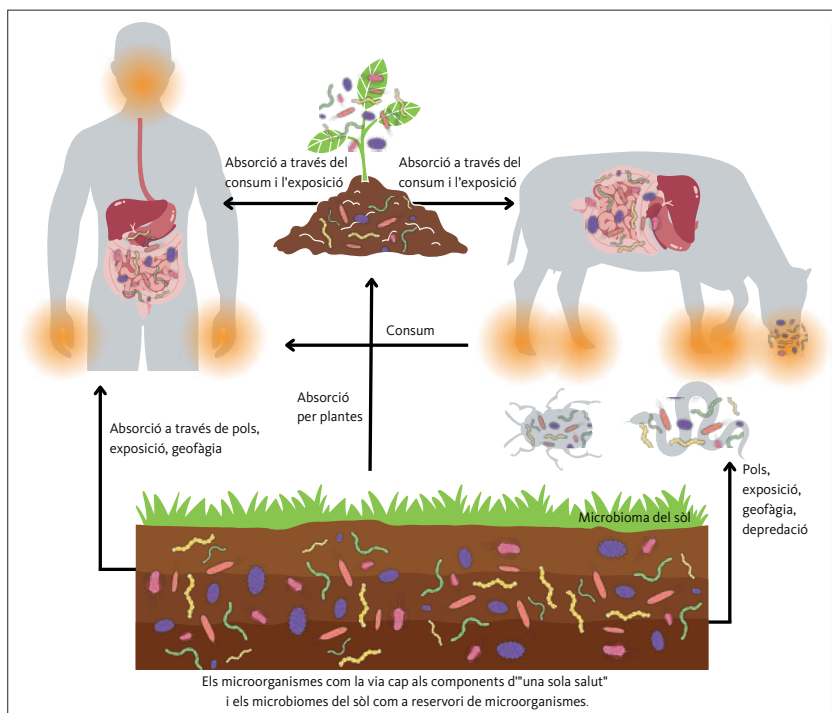
Amb el coneixement que es té sobre el paper dels microbiomes en els microbiomes dels éssers vius del planeta, s'entén la importància que pren la salut del sòl en el concepte "una sola salut". Per tant, preservar en bon estat els sòls mundials es situa o hauria de situar-se en una prioritat per a totes les institucions ocupades en qüestions sanitàries. En aquest context, és imprescindible comprendre i atendre la importància que juga la microbiota del sòl, també, en la salut del mateix ecosistema on es

#### CONEIXENT ELS TERMES

**Microbiota:** conjunt de microorganismes vius residents en un nínxol ecològic determinat.

**Microbioma:** és el conjunt de microorganismes, els seus gens i els seus metabòlits que es troben en un nínxol ecològic determinat.

Figura 1.





01. Sòl viu d'una finca agrícola ecològica.

02. Sòl nu a l'espera de la següent plantada

troba. Les seves contribucions són múltiples i estan relacionades, entre d'altres, amb processos com la dinàmica de la matèria orgànica, el segrest del carboni i la seva estabilitat al sòl o els cicles dels nutrients, inclosos el nitrogen, el fòsfor, el sofre i el ferro.

Per una banda, creix l'interès en pràctiques que poden millorar la biodiversitat i la salut del sòl com serien diversificar els cultius, reduir l'ús de pesticides sintètics i de fertilitzants minerals, i disminuir les llaurades intenses. Per altra, la percepció actual de la contribució dels microorganismes en la salut dels sòls demana aproximar-se a la valoració de l'estat dels sòls no només amb indicadors físics o químics com ha predominat fins fa poc. **Fins i tot l'anàlisi microbiològica actual és massa simplista**, ja que els estudis sovint consideren índexs amplis com la biomassa microbiana global, la proporció de fongs respecte de bacteris o els enzims del sòl. Cal avançar cap a una anàlisi més profunda del microbioma dels sòls.

#### FACTORS I AMENACES DEL MICROBIOMA DEL SÒL

Hi ha diversos factors que influeixen en les comunitats microbianes del sòl. En termes edàfics, el més determinant és el pH, però evidentment també hi estan molt relacionats altres qüestions com la temperatura del sòl, la humitat, l'estat redox, el contingut de carboni orgànic i l'heterogeneïtat espai temps.

El procés de canvi climàtic representa, també per a la vida al sòl, una amenaça que podria provocar una retroalimentació negativa. Per exemple, els fongs ecto-micorrízics simbiòtics dels arbres poden patir una davallada galopant a causa de períodes de sequera i, al mateix temps, la sequera pot accelerar la descomposició de la matèria orgànica, reduir el contingut de carboni orgànic i alterar la biogeoquímica de l'ecosistema. En aquest mateix ordre d'informacions, una metaanàlisi de més de 1200 experiments va recollir que els microorganismes rars -poc freqüents- es veuen més afectats pel canvi global que els més abundants. I aquest efecte és important perquè **aquests microorganismes**

#### rars impulsen funcions ecosistèmiques fonamentals i contribueixen a la multifuncionalitat dels ecosistemes.

Un altre factor important que perjudica les comunitats microbianes del sòl és l'ús de pesticides i fertilitzants, que poden reduir-ne tant la diversitat com la complexitat. Un estudi exhaustiu va revelar que després de vint anys de gestió ecològica d'un sòl, encara és possible trobar-hi residus de plaguicides sintètics. Està demostrat que aquests residus tenen associacions negatives amb la biomassa microbiana en general i que, a més, perjudiquen l'absorció de nutrients per part dels fongs micorrízics.

## Un gram de terra pot contenir més de 50.000 espècies de microorganismes

L'ecosistema del sòl, per tant, viu tan amenaçat com altres ecosistemes del planeta que estan pagant les conseqüències del canvi climàtic. La seva importància en la funcionalitat dels organismes terrestres vegetals i animals implica que l'abast del perjudici que se li pugui causar es multipliqui afectant la resta d'éssers vius de manera important.

La millor manera de resistir les pertorbacions a què han de fer front les comunitats microbianes del sòl és augmentant la seva quantitat i la seva diversitat. Així, es pot confiar que els grups més susceptibles als canvis puguin ser substituïts per d'altres amb funcions similars i més resistents. Les pràctiques agrícoles i ramaderes han d'incloure la perspectiva de la riquesa de la microbiota del sòl i adaptar-se a una gestió que sigui no només més respectuosa sinó aportadora de benestar i promotora dels microorganismes. 🌱