



LA  
CIÈNCIA  
DE LA

# MICROBIOTA



CRISTINA SÁEZ  
& FUNDACIÓ ALÍCIA

Alimenta  
els teus bacteris  
intestinals  
i cuida la teva  
salut cuinant

LIBROS CÚPULA

# LA CIÈNCIA DE LA MICROBIOTA

**CRISTINA SÁEZ  
I FUNDACIÓ ALÍCIA**

**Alimenta els  
teus bacteris  
intestinals i  
cuida la teva  
salut cuinant**

**LIBROS CÚPULA**

No està permesa la reproducció total o parcial d'aquest llibre, ni la seva incorporació a un sistema informàtic, ni la seva transmissió en qualsevol forma o per qualsevol mitjà, sigui electrònic, mecànic, per fotocòpia, per gravació o altres mètodes, sense el permís previ i per escrit de l'editor.

La infracció dels drets esmentats pot ser constitutiva d'un delictes contra la propietat intel·lectual (Art. 270 i següents del codi penal). Adreceu-vos a CEDRO (Centre Espanyol de Drets Reprogràfics) si necessiteu fotocopiar o escanejar algun fragment d'aquesta obra. Podeu contactar amb CEDRO a través de la web [www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com) o per telèfon al 917 021 970 / 932 720 447.

© del text: Cristina Sáez i Fundació Alicia, 2022

© de les il·lustracions d'interior: Elisa Munsó

© de les fotografies d'interior: Jordi Play

Disseny de coberta: Departament d'Art i Disseny, Àrea Editorial Grupo Planeta

© Shutterstock / Zhanna Mendel

Primera edició: setembre de 2022

© Editorial Planeta, S.A., 2022

Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (Espanya)

Libros Cúpula és una marca registrada per Editorial Planeta, S.A.

[www.planetadelibros.com](http://www.planetadelibros.com)

ISBN: 978-84-480-2992-0

Depósito legal: B. 10.567-2022

Impressor: Gómez Aparicio

Impressió a Espanya – *Printed in Spain*

## ÍNDEX

<b>Pròleg</b>	7
<b>Introducció.</b> Un món ocult fascinant	9
<b>Capítol 1.</b> Més de 39 bilions de microorganismes habiten en el còlon	17
<b>Capítol 2.</b> Però, exactament, què fan?	27
<b>Capítol 3.</b> La microbiota intestinal, guardiana de la nostra salut	45
<b>Capítol 4.</b> Gràcies, mare!	67
<b>Capítol 5.</b> Oh, oh, comencen els problemes!	97
<b>Capítol 6.</b> Hola, cervell? Aquí l'intestí	127
<b>Capítol 7.</b> Cuidem la nostra microbiota	147
<b>Capítol 8.</b> Probiòtics, els bacteris amics	171
<b>Capítol 9.</b> Prebiòtics o visca la fibra!	205
<b>Capítol 10.</b> Simbiòtics, el poder de la combinació	241
<b>Capítol 11.</b> Un estil de vida <i>gut-friendly</i>	251
<b>Capítol 12.</b> A la microbiota li agraden les receptes de l'àvia	279
<b>Epíleg.</b> Tripulació, preparats per aterrar!	297
<b>Receptes</b>	
- de llegums	307
- de verdures i hortalisses	315
- de tubercles	324
- de peix blau	330
- d'elaboracions potencialment simbiòtiques	336
- de fermentats casolans	340
<b>Glossari</b>	<b>349</b>
<b>Agraïments</b>	<b>359</b>
<b>Índex alfabètic de receptes</b>	<b>365</b>
<b>Índex temàtic de receptes</b>	<b>367</b>
<b>Notes</b>	<b>369</b>
<b>Bibliografia complementària</b>	<b>389</b>

# Més de 39 bilions de microorganismes habiten en el còlon

Vivim en un món de microbis. Només al palmell de la mà hi conviuen més éssers microscòpics que habitants a la Terra. Però no cal espantar-se. De fet, n'hi ha molt pocs que siguin realment problemàtics: per exemple, s'han identificat menys de cent espècies de bacteris patògens capaços de causar-nos infecció, com *Escherichia coli*, *Salmonella* o *Streptococcus pneumoniae*, mentre que la immensa majoria —prop d'un bilió d'espècies—<sup>4</sup> són beneficiosos i exerceixen funcions essencials en el nostre planeta. Tant és així que sense aquestes espècies avui no seríem aquí.

De fet, els bacteris són una de les formes de vida més antigues del nostre planeta.<sup>5</sup> Aquests organismes d'una sola cèl·lula van sorgir fa uns 4.000 milions d'anys, en una Terra inhòspita, amb prou feines escalfada per un sol molt jove. En aquell escenari es van haver d'espavilar per poder sobreviure. Alguns van ser capaços d'utilitzar la llum solar per generar dipòsits massius

de ferro i biomassa, dels quals se'n van alimentar d'altres que, al seu torn, van produir metà, un potent gas d'efecte hivernacle amb què a poc a poc el planeta va anar sumant graus i propiciant unes condicions més favorables perquè sorgissin la resta de les formes de vida.<sup>6</sup>

Així doncs, quan els animals vam fer la nostra entrada en escena fa uns 550 milions d'anys —els humans moderns, els *Homo sapiens*, molt més tard, entre 300.000 i 200.000 anys enrere—, el món ja estava ple de microorganismes que havien campat al seu gust durant milers de milions d'anys i que havien facilitat l'aparició de l'oxigen atmosfèric que vam respirar molt abans que existissin les plantes. Havien transformat la Terra: l'havien feta habitable.

Per això, quan vam començar a fer els nostres primers passos, no ens va quedar cap altre remei que començar a negociar i a establir relacions més o menys amistoses amb ells, de simbiosi mutualista, en les quals sortíem guanyant tots dos sempre que complíssim la nostra part del pacte: els animals els proporcionem una llar i aliment i, a canvi, ells fan funcions essencials per a nosaltres. Hem evolucionat entre ells, amb ells i d'ells. Ens han ajudat a sobreviure. Paradoxalment, sense ells tindríem els dies comptats en aquest planeta; en canvi, sense nosaltres... ells ni s'immutarien.

I sí, la nostra microbiota —que recobreix tota la superfície del cos, des de la pell i la boca fins a les mucoses, l'aparell respiratori, la vagina o el tub digestiu, totes aquelles *multituds* que ens conformen— procedeix d'aquells primers microorganismes que van sorgir al nostre planeta i que hem anat heretant de generació en generació.

### Benvinguts a l'hotel bacteri

Pensem en el nostre cos com un hotel de diverses plantes, amb diferents tipologies d'habitacions i espais. Ara imaginem-nos la

microbiota com un eixam de turistes d'una infinitat de nacionalitats i condicions. Molt probablement, la família grega que s'allotja a la primera planta té ben poc a veure amb la selecció de futbol femenina alemanya de l'últim pis o amb els treballadors d'una multinacional americana que celebren un congrés a les sales polivalents de l'edifici. Tot i que, possiblement, aquesta família grega amb infants s'entendrà la mar de bé amb la italiana, amb fills d'una edat similar; o sigui, que potser es troben a la piscina i frueixen una estona junts.

Una cosa semblant és el que passa en el nostre cos. Els microorganismes que resideixen a la placa dental són molt diferents dels que es troben a la pell, i els de la pell no són, ni de bon tros, tots iguals: els de les galtes difereixen dels dels braços o les aixelles. Fins i tot, si escodrim els habitants dels palmells de les mans, veurem que entre l'esquerra i la dreta hi ha més diferències del que podríem pressuposar. Encara més, els microbis que conviuen en una zona estableixen relacions d'afinitat entre ells, però també de competència. Formen ecosistemes complexos, com la ciutat que albiràvem des de l'avió al capítol anterior

Per descomptat, això també passa a l'intestí, un dels llocs més densament poblats d'éssers microscòpics de tota la Terra. Dos pioners de l'estudi de la microbiota intestinal, Justin i Erica Sonnenburg,<sup>7</sup> tots dos investigadors de la Universitat de Stanford (Estats Units), parella científica i de vida —una cosa, per cert, molt freqüent en el món de la ciència—, han calculat que una cullerada petita de la nostra femta conté uns 500.000 milions de cèl·lules bacterianes. I són precisament els bacteris residents al còlon els que tenen un impacte més gran en el nostre benestar global. Per tant, a partir d'ara ens centrarem només en aquest tipus de bacteris, de manera que quan parlem de «microbiota», ens referirem exclusivament a la microbiota intestinal.

Es calcula que una persona d'uns setanta quilograms conté uns 39 bilions de bacteris d'unes 1.200 espècies diferents al còlon; una xifra que, per cert, s'ha ajustat molt recentment, i que és lluny dels més de cent bilions de microorganismes que fins fa

poc es considerava que conteníem. Potser ens pot semblar molt, però hi ha algunes regions del món on els seus habitants en contenen una xifra encara superior. És el cas dels ianomamis, una població indígena de l'Amazones de Veneçuela que allotja més de 1.600 espècies diferents.<sup>8</sup> Per cert: queda't amb aquest nom, «ianomami», perquè en tornarem a parlar una mica més endavant. No en va són els protagonistes —o, més ben dit, la seva microbiota és la protagonista— de nombrosos estudis internacionals per intentar comprendre millor la relació entre la nostra salut global i tots aquests bacteris del còlon que, junts, pesen al voltant d'uns 200 g, l'equivalent a una taronja de mida mitjana.<sup>9</sup>

## L'intestí ha estat injustament el gran oblidat

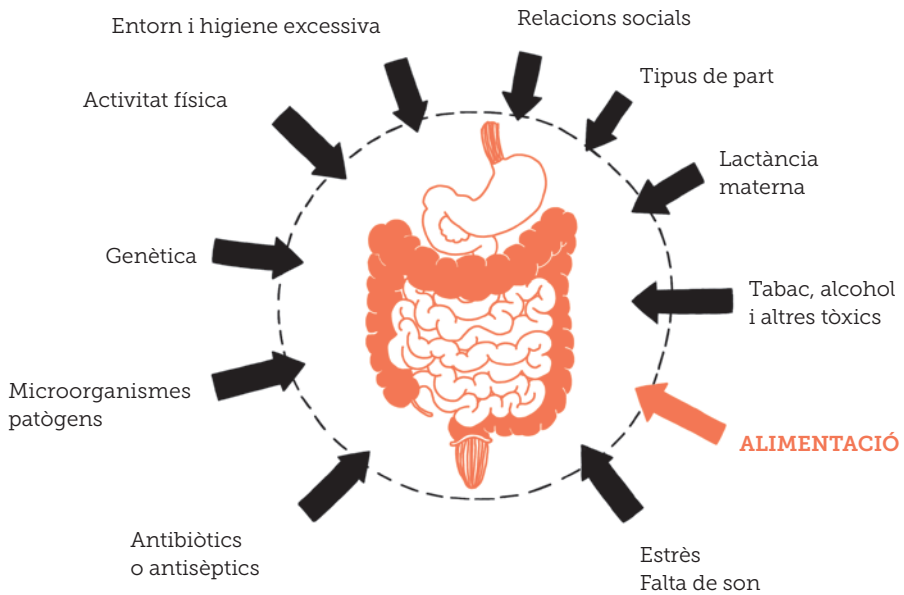
Es calcula que tots els humans sans compartim aproximadament un terç de la composició de la nostra microbiota. La resta és una combinació única per a cadascú; per això se la considera una segona empremta dactilar. Està influïda per factors molt diversos, alguns dels quals podem controlar, com ara què mengem i com ho cuinem; els medicaments que prenem; si practiquem esport o fem una vida sedentària; si vivim en una zona rural o a la ciutat; l'alimentació que seguim durant els primers anys de vida, o fins i tot si, en néixer, prenem llet materna o de fórmula.

Però també hi influeixen factors que s'escapen del nostre control, com la genètica, l'etapa de la vida en què ens trobem o si hem nascut d'un part vaginal o per cesària. Malgrat que no hi ha dues microbiotes iguals —ni tan sols ho són les de bessons idèntics—, sí que acostuma a haver-hi més similituds entre els membres d'una família, o fins i tot entre veïns d'un mateix barri, que entre persones que habiten en regions distants.

Tot i així, malgrat contenir un còctel d'espècies diferents, al final acaben duent a terme les mateixes funcions essencials.



## MÉS DE 39 BILIONS DE MICROORGANISMES HABITEN EN EL CÒLON



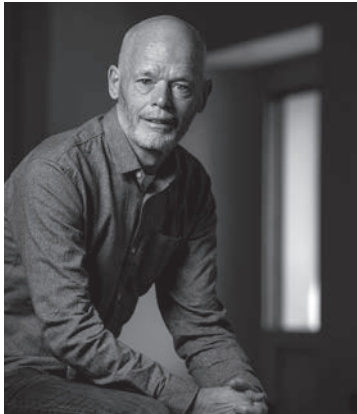
### Factors que influeixen en la composició de la microbiota intestinal.

Quines són? Durant les últimes dues dècades, la investigació biomèdica ha anat revelant, tal com veurem amb més detall en el pròxim capítol, que aquestes funcions estan estretament vinculades amb els nostres sistemes metabòlic, immunitari i nerviós central. Aquest fet ens ha permès comprendre que són vitals per a la nostra salut, perquè controlen la biologia. Per exemple, poden determinar els nutrients que extraiem de la dieta o bé com responem a les vacunes i a determinats tractaments mèdics.<sup>10</sup> La nostra olor corporal i molts altres trets són el resultat d'una complexa negociació entre elles i nosaltres. I tot això, d'alguna manera, ens obliga a reconsiderar la definició d'«ésser humà»: som un complex ecosistema de cèl·lules humanes i de microbis que, idealment, treballen junts per al benestar global.<sup>11</sup>

### Missatges clau

1. La microbiota intestinal és el conjunt format per uns 39 bilions de microorganismes que habiten sobretot al còlon. La immensa majoria són bacteris, però també hi ha fongs, arqueus, llevats i virus.
2. Els bacteris són una de les formes de vida més antigues del planeta, amb 4.000 milions d'anys. Els que formen la nostra microbiota procedeixen d'aquells primers habitants terrestres que hem anat heretant de generació en generació.
3. Una cullerada petita de la nostra femta conté 500.000 milions de cèl·lules bacterianes. Les del còlon són, precisament, les que tenen un impacte més gran en el nostre benestar global.
4. La composició de la microbiota de cada individu depèn de la genètica i dels factors ambientals (què mengem, on vivim o si practiquem esport, per exemple).
5. Malgrat pertànyer a espècies diferents, els bacteris intestinals actuen de manera coordinada i duen a terme les mateixes funcions essencials en tots els individus. Ens ajuden a digerir els aliments; entrenen les nostres defenses; produeixen neurotransmissors i hormones essencials per al benestar emocional, i tenen a ratlla els patògens, entre moltes altres funcions.

## Un dhal indi amb...



**Colin Hill** és un microbiòleg pioner en l'estudi de la relació entre bacteris intestinals, salut i malaltia. El 2003 va posar en marxa el Centre d'Investigació en Microbioma APC, vinculat al Col·legi Universitari de Cork, a Irlanda, considerat l'epicentre de la investigació mundial en microbiota intestinal.

**«L'evidència que la microbiota exerceix un paper crucial en la salut humana és aclaparadora.»**

Fa només vint anys, per als microbiòlegs l'intestí era poc més que una font de patògens. Recordo que al meu departament, al Col·legi Universitari de Cork, estudiàvem persones que patien infeccions per salmonella, listèria o clostridis amb tècniques de cultiu molt rudimentàries, que amb prou feines ens permetien identificar els bacteris. Aleshores es publicaven uns cent articles científics a l'any sobre microbiota, mentre que, en canvi, tan sols el 2019 n'hi va haver més de 12.000.

Actualment, l'evidència científica que la microbiota intestinal exerceix un paper crucial en la salut és aclaparadora. Hem vist que un ratolí lliure de gèrmens, criat en condicions d'esterilitat absoluta perquè no contingui ni un sol microorganisme al cos, és un autèntic desastre: no desenvolupa adequadament el sistema immunitari ni el sistema nerviós, ni tampoc té una conducta normal. A partir d'aquests resultats, inferim que la microbiota ha de tenir també un rol igualment rellevant en els humans, tot i que per descomptat s'ha de demostrar i, per fer-ho, cal dur a terme assajos clínics reproduïbles. Només així podrem aplicar en

medicina el coneixement que hem anat obtenint d'estudis amb animals.

M'agrada dir, fent broma, que cada un de nosaltres tenim la microbiota que ens mereixem. Amb això vull expressar que, segurament, la majoria de persones tenen una microbiota adequada per a elles segons el moment. Per tant, si estan sanes, encara no tenim el coneixement suficient per suggerir-los si han d'intentar modificar-la o no. Potser la comunitat de bacteris que allotgem les predisposa a patir una malaltia crònica d'aquí a deu anys i, en aquest cas, evidentment, no es consideraria una microbiota saludable, però és que potser aquesta mateixa microbiota els ha estat protegint durant anys contra altres afeccions. En tot cas, és un error pensar que si tenim la microbiota adequada viurem cent anys amb una salut de ferro i morirem sense dolor ni inflamació.

La clau, al capdavant, és tenir una microbiota equilibrada, diversa i, sobretot, resilient. Això vol dir que, si no tenim problemes de salut i canviem de dieta durant unes setmanes perquè estem viatjant, o si hem de prendre antibiòtics perquè tenim una infecció, cal suposar que al cap d'un parell de mesos tornarem a tenir la col·lecció de microorganismes que teníem al principi. Perquè és la nostra d'ençà que vam néixer. No és beneficiós que cada dos per tres canviï i adopti una nova composició, perquè cap dels nostres altres òrgans no ho fa.

Potser us esteu preguntant per les dietes orientades a intervenir en els nostres microorganismes intestinals. Sovint, aquestes intervencions el que modifiquen són els bacteris fecals. Si anem de vacances a l'Índia i ens alimentem amb menjar local, la matèria fecal canviarà dràsticament. O si modifiquem la nostra alimentació i incrementem la quantitat de fibres que ingerim, aconseguirem modificar la consistència fecal de manera molt ràpida. Ara bé, això haurà provocat canvis profunds a la microbiota? Probablement no. La nostra microbiota continuarà sent un bosc tropical més o menys ric, divers i resilient, però no mutarà a sabana africana.

Un dels principals reptes que tenim davant nostre en la ciència dels bacteris intestinals és demostrar els mecanismes del seu funcionament. Si podem demostrar que *Faecalibacterium prausnitzii* produeix una cosa a l'intestí i en desencadena una altra, i que això prevé la síndrome de l'intestí irritable, aleshores podrem començar a dissenyar intervencions basades en aquest bacteri. Però necessitem evidències reals que aquest és el cas, que no són només associacions.

Agafem com a exemple Noruega i Irlanda, amb una població i una mida similars. Només amb els noms dels seus habitants, poca cosa podem saber d'aquests països, però si sabéssim quants policies, metges, infermeres, professors o advocats tenen, podríem fer-nos una idea de com és cada societat. De la mateixa manera, més que els noms dels bacteris que són presents, el que importa són les funcions que duen a terme. Probablement, en el futur serem capaços de conèixer l'habilitat funcional de l'intestí i de reemplaçar les tasques que hi falten amb metabòlits o altres intervencions.