



LA  
CIENCIA  
DE LA

# MICROBIOTA



CRISTINA SÁEZ  
& FUNDACIÓN ALÍCIA

Cómo alimentar  
a tus bacterias  
intestinales  
y cuidar tu salud  
cocinando

LIBROS CÚPULA

# LA CIENCIA DE LA MICROBIOTA

**CRISTINA SÁEZ  
& FUNDACIÓN ALÍCIA**

**Cómo alimentar  
a tus bacterias  
intestinales  
y cuidar tu salud  
cocinando**

**LIBROS CÚPULA**

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).

Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con CEDRO a través de la web [www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com) o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

© del texto: Cristina Sáez y Fundación Alicia, 2022

© de las ilustraciones de interior: Elisa Munso

© de las fotografías de interior: Jordi Play

Diseño de la cubierta: Departamento de Arte y Diseño, Área Editorial Grupo Planeta

© Shutterstock / Zhanna Mendel

Primera edición: abril de 2022

© Editorial Planeta, S. A., 2022

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

Libros Cúpula es marca registrada por Editorial Planeta, S. A.

Este libro se comercializa bajo el sello Libros Cúpula

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

ISBN: 978-84-480-2946-3

Depósito legal: B. 1.106-2022

Impresor: Gómez Aparicio

Impreso en España – *Printed in Spain*

El papel utilizado para la impresión de este libro está calificado como papel ecológico y procede de bosques gestionados de manera sostenible.

## ÍNDICE

<b>Prólogo</b>	7
<b>Introducción.</b> Un mundo oculto fascinante	9
<b>Capítulo 1.</b> Más de 39 billones de microorganismos habitan en el colon	17
<b>Capítulo 2.</b> Pero, exactamente, ¿qué están haciendo ahí?	27
<b>Capítulo 3.</b> La microbiota intestinal, guardiana de nuestra salud	45
<b>Capítulo 4.</b> ¡Gracias, mamá!	67
<b>Capítulo 5.</b> Oh, oh: comienzan los problemas	97
<b>Capítulo 6.</b> Aló, ¿cerebro? Aquí el intestino	127
<b>Capítulo 7.</b> Cuidemos de nuestra microbiota	147
<b>Capítulo 8.</b> Probióticos, las bacterias amigas	171
<b>Capítulo 9.</b> Prebióticos o ¡viva la fibra!	205
<b>Capítulo 10.</b> Simbióticos, el poder de la combinación	241
<b>Capítulo 11.</b> Un estilo de vida <i>gut-friendly</i>	251
<b>Capítulo 12.</b> A la microbiota le gustan las recetas de la abuela	279
<b>Epílogo.</b> ¡Tripulación, preparados para tomar tierra!	297
<b>Recetas</b>	
- de legumbres	307
- de verduras y hortalizas	315
- de tubérculos	324
- de pescado azul	330
- de elaboraciones potencialmente simbióticas	336
- de fermentados caseros	340
<b>Glosario</b>	<b>349</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>359</b>
<b>Índice alfabético de recetas</b>	<b>365</b>
<b>Índice temático de recetas</b>	<b>367</b>
<b>Notas</b>	<b>369</b>
<b>Bibliografía complementaria</b>	<b>389</b>

# Más de 39 billones de microorganismos habitan en el colon

Vivimos en un mundo de microbios. Solo en la palma de la mano conviven más seres microscópicos que habitantes en la Tierra. Pero no hay por qué asustarse. Muy pocos de ellos son realmente problemáticos: por ejemplo, se han identificado menos de cien especies de bacterias patógenas capaces de causarnos infección, como *Escherichia coli*, *Salmonella* o *Streptococcus pneumoniae*, mientras que la inmensa mayoría —cerca de un billón de especies—<sup>4</sup> son beneficiosas y desempeñan funciones esenciales en nuestro planeta. Tanto es así que sin ellas hoy no estaríamos aquí.

De hecho, las bacterias son una de las formas de vida más antiguas de nuestro planeta.<sup>5</sup> Estos organismos de una sola célula surgieron hace unos 4.000 millones de años, en una Tierra inhóspita, apenas calentada por un sol muy joven. Y en aquel escenario se las tuvieron que apañar para poder sobrevivir. Algunas fueron capaces de utilizar la luz solar para generar de-

pósitos masivos de hierro y biomasa de los que se alimentaron otras que, a su vez, produjeron metano, un potente gas de efecto invernadero con el que poco a poco el planeta fue sumando grados y propiciando condiciones más favorables para que surgieran el resto de las formas de vida.<sup>6</sup>

Así, cuando los animales hicimos nuestra entrada en escena hace unos 550 millones de años —los humanos modernos, los *Homo sapiens*, muchísimo más tarde, entre 300.000 y 200.000 años atrás—, el mundo ya estaba repleto de microorganismos que habían reinado a sus anchas durante miles de millones de años y que habían facilitado la aparición del oxígeno atmosférico que respiramos mucho antes de que existieran las plantas. Habían transformado la Tierra: la habían hecho habitable.

Por ello, cuando empezamos a dar nuestros primeros pasos, no nos quedó otra que comenzar a negociar y a establecer relaciones más o menos amistosas con ellos, de simbiosis mutualista, en las que salíamos ganando ambos siempre que cumpliéramos con nuestra parte del pacto: los animales les proporcionamos un hogar y alimento y, a cambio, ellos realizan funciones esenciales para nosotros. Hemos evolucionado entre ellos, con ellos y de ellos. Y nos han ayudado a sobrevivir. Paradójicamente, sin ellos tendríamos los días contados en este planeta; en cambio, sin nosotros... ellos ni se inmutarían.

Y sí, nuestra microbiota —la cual tapiza todas las superficies del cuerpo, desde la piel y la boca a las mucosas, el aparato respiratorio, la vagina o el tubo digestivo, todas esas *multitudes* que nos conforman— procede de aquellos primeros microorganismos que surgieron en nuestro planeta y que hemos ido heredando de generación en generación.

## Bienvenidos al hotel bacteria

Pensemos en nuestro cuerpo como en un hotel de diversas plantas, con distintas tipologías de habitaciones y espacios.

Ahora imaginémonos a la microbiota como un enjambre de turistas de un sinfín de nacionalidades y condiciones. Con toda probabilidad, la familia griega que se aloja en la primera planta poco tiene que ver con la selección de fútbol femenina alemana del último piso o con los trabajadores de una multinacional americana que celebran un congreso en las salas polivalentes del edificio. Aunque, posiblemente, esa familia griega con niños se entienda la mar de bien con la italiana con hijos de edad similar, por lo que tal vez se encuentren en la piscina y pasen algún tiempo juntos.

Algo así ocurre en nuestro cuerpo. Los microorganismos que residen en la placa dental son muy distintos de los que lo hacen en la piel y los de la piel no son, ni mucho menos, todos iguales: los de las mejillas difieren de los de los brazos o las axilas. E incluso si escudriñamos a los habitantes de las palmas de nuestras manos veremos que entre izquierda y derecha hay más diferencias de lo que podríamos presuponer. Es más, los microbios que conviven en una zona establecen entre ellos relaciones de afinidad, pero también de competencia. Forman ecosistemas complejos, como la ciudad que vislumbrábamos desde el avión en el capítulo anterior.

Y eso, claro está, también ocurre en el intestino, uno de los lugares más densamente habitados por seres microscópicos de toda la Tierra. Dos pioneros del estudio de la microbiota intestinal, Justin y Erica Sonnenburg,<sup>7</sup> ambos investigadores de la Universidad de Stanford (Estados Unidos), pareja científica y de vida —algo, por cierto, muy frecuente en la ciencia—, han calculado que una cucharadita de café de nuestras heces contiene unos 500.000 millones de células bacterianas. Y son precisamente las bacterias residentes en el colon las que tienen un mayor impacto en nuestro bienestar global. Por lo tanto, a partir de ahora nos centraremos solo en ellas. En adelante, cuando hablemos de «microbiota» nos referiremos exclusivamente a la intestinal.

Se calcula que una persona de unos setenta kilogramos contiene unos 39 billones de bacterias de unas 1.200 especies dis-

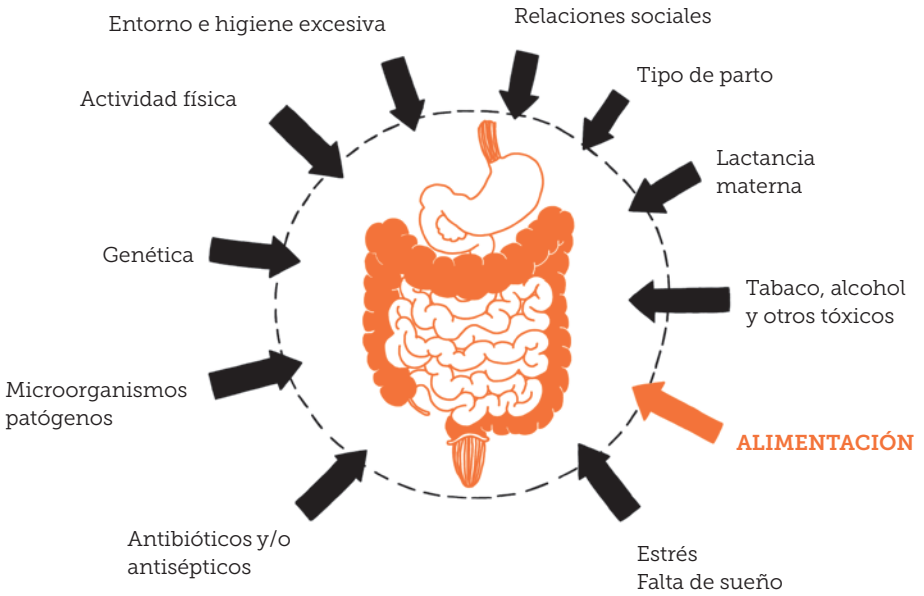
tintas en el colon; una cifra que, por cierto, se ha ajustado muy recientemente y que dista de los más de cien billones de microorganismos que hasta hace poco se consideraba que albergábamos. Quizás pueda parecernos mucho, pero hay algunas regiones del mundo en las que sus habitantes contienen una cifra superior. Es el caso de los yanomamis, una población indígena del Amazonas de Venezuela que hospeda más de 1.600 especies distintas.<sup>8</sup> Por cierto: quédense con ese nombre, «yanomamis», porque volveremos a hablar de ellos un poco más adelante. No en vano son los protagonistas —o, mejor dicho, su microbiota es la protagonista— de numerosos estudios internacionales para intentar comprender mejor la relación entre nuestra salud global y todas esas bacterias del colon que, juntas, pesan alrededor de unos doscientos gramos, el equivalente a una naranja de tamaño medio.<sup>9</sup>

## El intestino ha sido injustamente el gran olvidado

Se estima que todos los humanos sanos compartimos aproximadamente un tercio de la composición de nuestra microbiota. El resto es una combinación única para cada uno; de ahí que se la considere una segunda huella dactilar. Está influida por factores muy diversos, algunos de los cuales podemos controlar, como qué comemos y cómo lo cocinamos; qué medicamentos tomamos; si practicamos deporte o llevamos una vida sedentaria; si vivimos en una zona rural o en la ciudad; qué alimentación seguimos durante los primeros años de vida; o incluso si, al nacer, tomamos leche materna o de fórmula.

Pero también influyen factores que se escapan a nuestro control, como la genética, la etapa de la vida en la que estemos o si hemos nacido por parto vaginal o por cesárea. Y a pesar de que no hay dos microbiotas iguales —ni siquiera la de gemelos idénticos lo es—, sí que suele haber más similitudes entre los miembros de una familia o incluso entre vecinos de un mismo barrio que entre personas que habitan en regiones distantes.





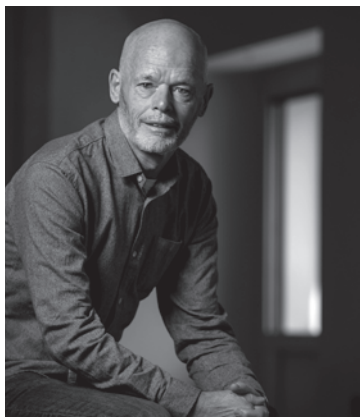
**Factores que influyen en la composición de la microbiota intestinal.**

Aun así, a pesar de contener un cóctel de especies distintas, al final acaban realizando las mismas funciones esenciales. ¿Cuáles son? En las últimas dos décadas, la investigación biomédica ha ido revelando, como veremos con más detalle en el próximo capítulo, que estos cometidos están estrechamente vinculados con nuestros sistemas metabólico, inmunitario y nervioso central. Son, como estamos empezando a comprender, vitales para nuestra salud, puesto que controlan la biología; por ejemplo, pueden determinar los nutrientes que extraemos de la dieta o cómo respondemos a las vacunas y a determinados tratamientos médicos.<sup>10</sup> Nuestro olor corporal y otros muchos rasgos son el resultado de una compleja negociación entre ellas y nosotros. Y todo eso, de alguna forma, nos obliga a reconsiderar la definición de «ser humano»: somos un complejo ecosistema de células humanas y de microbios que, idealmente, trabajan juntos para el bienestar global.<sup>11</sup>

### Mensajes clave

1. La microbiota intestinal es el conjunto formado por unos 39 billones de microorganismos que habitan sobre todo en el colon. La inmensa mayoría son bacterias, aunque también hay hongos, arqueas, levaduras y virus.
2. Las bacterias son una de las formas de vida más antigua del planeta, con 4.000 millones de años. Las que componen nuestra microbiota proceden de esas primeras moradoras terrestres que hemos ido heredando de generación en generación.
3. Una cucharadita de café de nuestras heces contiene 500.000 millones de células bacterianas. Las del colon son, precisamente, las que tienen un mayor impacto en nuestro bienestar global.
4. La composición de la microbiota de cada individuo depende de la genética y de factores ambientales (qué comemos, dónde vivimos o si practicamos deporte, por ejemplo).
5. A pesar de pertenecer a especies distintas, las bacterias intestinales actúan de forma coordinada y desempeñan las mismas funciones esenciales en todos los individuos. Nos ayudan a digerir alimentos; entrenan a nuestras defensas; producen neurotransmisores y hormonas clave para el bienestar emocional; y mantienen a raya a los patógenos, entre otras muchas funciones.

## Un dhal indio con...



**Colin Hill** es un microbiólogo pionero en el estudio de la relación entre bacterias intestinales, salud y enfermedad. En 2003 puso en marcha el Centro de Investigación en Microbioma APC, vinculado al Colegio Universitario de Cork, en Irlanda, y considerado el epicentro de la investigación mundial en microbiota intestinal.

**«La evidencia de que la microbiota desempeña un papel crucial en la salud humana es abrumadora.»**

Hace tan solo veinte años, el intestino era para los microbiólogos poco más que una fuente de patógenos. Recuerdo que, en mi departamento, en el Colegio Universitario de Cork, estudiábamos a personas que padecían infecciones por salmonela, listeria o clostridia con técnicas de cultivo muy muy rudimentarias que apenas nos permitían identificar las bacterias. Entonces se publicaban unos cien artículos científicos al año sobre microbiota, mientras que, en cambio, solo en 2019 hubo más de 12.000.

En la actualidad, la evidencia científica de que la microbiota intestinal desempeña un papel crucial en la salud es abrumadora. Hemos visto que un ratón libre de gérmenes, criado en condiciones de esterilidad absoluta para que no contenga ni un solo microorganismo en su cuerpo, es un auténtico desastre: no desarrolla adecuadamente su sistema inmunitario ni su sistema nervioso, ni tampoco tiene una conducta normal. A partir de esos resultados, inferimos que la microbiota debe tener también un rol igual de relevante en humanos, aunque, claro está, se tiene que demostrar y para ello hay que hacer en-

sayos clínicos reproducibles. Solo así podremos aplicar en medicina el conocimiento que hemos ido obteniendo de estudios con animales.

Me gusta decir, bromeando, que cada uno tenemos la microbiota que nos merecemos. Con eso quiero expresar que, seguramente, la mayoría de las personas tienen una microbiota adecuada para ellas según el momento. Por lo que, si están sanas, aún no tenemos conocimiento suficiente para sugerirles si tienen o no que intentar modificarla. Puede que la comunidad de bacterias que albergan las predisponga a padecer una enfermedad crónica dentro de diez años y, en ese caso, claro está, no se consideraría una microbiota saludable, pero es que puede que esa misma microbiota les haya estado protegiendo durante años frente a otras dolencias. En todo caso, es un error pensar que si tenemos la microbiota adecuada viviremos cien años con una salud de hierro y moriremos sin dolor ni inflamación.

La clave, al final, es tener una microbiota equilibrada, diversa y, sobre todo, resiliente. Eso quiere decir que, si no tenemos problemas de salud y cambiamos de dieta durante unas semanas porque estamos viajando, o si tenemos que tomar antibióticos porque tenemos una infección, lo deseable es que en un par de meses volvamos a tener la colección de microorganismos que teníamos en un principio. Porque es la nuestra desde que nacimos. No es beneficioso que cada dos por tres cambie y adopte una nueva composición, porque ninguno de nuestros otros órganos lo hace.

Quizás se estén preguntando por las dietas orientadas a intervenir en nuestros microorganismos intestinales. Esas intervenciones a menudo lo que modifican son las bacterias fecales. Si vamos de vacaciones a la India y comemos comida local, la materia fecal cambiará dramáticamente. O si modificamos nuestra alimentación e incrementamos la cantidad de fibras que ingerimos, lograremos modificar la consistencia fecal de forma muy rápida. Ahora bien, ¿habrá provocado cambios profundos en la microbiota? Probablemente no. Nuestra mi-

crobiota seguirá siendo un bosque tropical más o menos rico, diverso y resiliente, pero no mutará a sabana africana.

Uno de los principales retos que tenemos por delante en la ciencia de las bacterias intestinales es demostrar los mecanismos de su funcionamiento. Si podemos demostrar que *Faecalibacterium prausnitzii* produce esto en el intestino y desencadena esto otro, y que eso previene el síndrome del intestino irritable, entonces podremos empezar a diseñar intervenciones basadas en dicha bacteria. Pero necesitamos evidencias reales de que ese es el caso, de que no son solo asociaciones.

Tomemos como ejemplo Noruega e Irlanda, con una población y un tamaño similares. Solo con los nombres de sus habitantes, poco podríamos saber de estos países. Pero, si supiéramos cuántos policías, doctores, enfermeras, profesores o abogados hay en ambos, podríamos hacernos una idea de cómo es cada sociedad. De igual forma, más que los nombres de las bacterias que están ahí, importan las funciones que realizan. Probablemente, en el futuro seremos capaces de conocer la habilidad funcional del intestino y de reemplazar las tareas que faltan con metabolitos u otras intervenciones.