

LA **MICROBIOTA** EN EL **ÁMBITO** **VETERINARIO** Y SU **MODULACIÓN**

EDITOR

Juan Miguel Rodríguez Gómez



SEMiPyP
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
MICROBIOTA, PROBIÓTICOS Y PREBIÓTICOS

Ilustración de la portada: Toni Mateos

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

© 2023 Sociedad Española de Microbiota, Probióticos y Prebióticos (SEMIPyP)

© 2023 ERGON®
C/ Arboleda, 1. 28221 Majadahonda (Madrid)
C/ Berruguete, 50. 08035 Barcelona
www.ergon.es

ISBN: 978-84-19230-20-1
Depósito Legal: M-11266-2023

Autores

Aguado López, Daniel

Laboratorio de Patología Apícola, Centro de Investigación Apícola y Agroambiental (CIAPA), IRIAE, JCCM. Marchamalo, Guadalajara

Álvarez Calatayud, Guillermo

Sección de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Álvarez López, Alberto

Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Álvarez Rubio, María Micaela

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. Badajoz

Álvarez-Ordóñez, Avelino

Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de León

Álvarez-Pérez, Sergio

Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Andrade Gracia, M^a Jesús

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. Badajoz

Aragón Fernández, Virginia

IRTA, Centre de Recerca en Sanitat Animal (CReSA, IRTA-UAB), Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona

Aragón Ramírez, Alberto

Departamento de Farmacia Galénica y Tecnología Alimentaria. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Arboleya Montes, Silvia

Departamento de Microbiología y Bioquímica. Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias

Arias Álvarez, María

Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Arroyo Rodríguez, Rebeca

Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Balcazar Rojas, José Luis

Instituto Catalán de Investigación del Agua (ICRA). Girona

Barcenilla Canduela, Coral

Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de León

Belanche Gracia, Alejandro

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza

Blanco Cancelo, José Luis

Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Castillejos Velázquez, Lorena

Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universitat Autònoma de Barcelona

Castro Navarro, Irma

Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Cebrián Cabezón, Eva

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. Badajoz

Chenoll Cuadros, María Empar

Archer Daniels Midland Biopolis, Parc Científic Universitat de València. Paterna, Valencia

Clemente Gimeno, Alfonso

Departamento de Fisiología y Bioquímica de la Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC). Granada

Cobo Díaz, José F.

Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de León

Córdoba Ramos, Juan José

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. Badajoz

Correa Fiz, Florencia

IRTA, Centre de Recerca en Sanitat Animal (CReSA, IRTA-UAB), Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona

Cuscó Martí, Anna

Vetgenomics SL, PrUAB, Bellaterra, Barcelona

De la Fuente del Rey, Mónica

Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid

Delgado Palacio, Susana

Departamento de Microbiología y Bioquímica. Instituto de Productos Lácteos de Asturias, (IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias. Instituto de Investigación Sanitaria del Principado de Asturias. Oviedo, Asturias

Delgado Perón, Josué

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. Badajoz

Díaz-Regañón Fernández, David

Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Hospital Clínico Veterinario Complutense. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Fernández Álvarez, Leónides

Departamento de Farmacia Galénica y Tecnología Alimentaria. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Fernández Sánchez, Jesús María

Departamento de Cirugía y Medicina Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Ferrari, Alejandro

Instituto Nacional del Agua, Subgerencia Centro Región Semiárida. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina

Ferrer Caubet, Lluís

Departament de Medicina i Cirurgia Animals. Facultad de Veterinaria. Universitat Autònoma de Barcelona

Flórez García, Ana Belén

Departamento de Microbiología y Bioquímica, Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias

Francino Martí, Olga

Servei Veterinari de Genètica Molecular. Facultad de Veterinaria. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona

García García, Rosa M.

Departamento de Fisiología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

García Lacarra, Teresa

Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

García Sánchez, Marta Eulalia

Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

García-Sancho, Mercedes

Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Hospital Clínico Veterinario Complutense. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Gómez-Lucía y Duato, María Esperanza

Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

González de los Reyes-Gavilán, Clara

Departamento de Microbiología y Bioquímica. Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias

Gueimonde Fernández, Miguel

Departamento de Microbiología y Bioquímica. Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias

Herranz Sorribes, Carmen

Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Higes Pascual, Mariano

Laboratorio de Patología Apícola, Centro de Investigación Apícola y Agroambiental (CIAPA), IRIAF, JCCM. Marchamalo, Guadalajara

Horcajo Iglesias, Pilar

Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Jabal Uriel, Clara

Laboratorio de Patología Apícola, Centro de Investigación Apícola y Agroambiental (CIAPA), IRIAF, JCCM. Marchamalo, Guadalajara

Jara Pérez, Josué

Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Jordán Rodríguez, Daniela

Departamentos de Fisiología Animal y Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Llonch Fernández, Lourdes

Servicio de Nutrición y Bienestar Animal. Facultad de Veterinaria. Universitat Autònoma de Barcelona

López Caballero, M. Elvira

Departamento de Productos. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC)

López Fernández, Mercedes

Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de León

Lorenzo González, Pedro L.

Departamento de Fisiología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

Margolles Barros, Abelardo

Departamento de Microbiología y Bioquímica. Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias. Instituto de Investigación Sanitaria del Principado de Asturias. Oviedo, Asturias

Marín Orega, Clara

Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad Cardenal Herrera-CEU. Moncada, Valencia

Martín Hernández, Raquel

Laboratorio de Patología Apícola, Centro de Investigación Apícola y Agroambiental (CIAPA), IRIAF, JCCM. Marchamalo, Guadalajara

Martín Orúe, Susana

Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universitat Autònoma de Barcelona

Martín Tornero, Irene

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. Badajoz

Martínez Silvestre, Albert

Centro de Recuperación de Anfibios y Reptiles de Cataluña (CRARC). Masquefa, Barcelona

Martorell Guerola, Patricia

Archer Daniels Midland Biopolis, Parc Científic Universitat de València. Paterna, Valencia

Mayo Pérez, Baltasar

*Departamento de Microbiología y Bioquímica,
Instituto de Productos Lácteos de Asturias
(IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias*

Molinero García, Natalia

*Departamento de Microbiología y Bioquímica,
Instituto de Productos Lácteos de Asturias
(IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias. Instituto
de Investigación Sanitaria del Principado de
Asturias. Oviedo, Asturias*

Montero García, M. Pilar

*Departamento de Productos. Instituto de Ciencia
y Tecnología de Alimentos y Nutrición
(ICTAN-CSIC). Madrid*

Montoro Dasí, Laura

*Departamento de Producción y Sanidad Animal,
Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología
de los Alimentos. Facultad de Veterinaria.
Universidad Cardenal Herrera-CEU. Moncada,
Valencia*

Montserrat Malagarriga, Miquel

*Servicio de Nutrición y Bienestar Animal.
Facultad de Veterinaria. Universitat Autònoma
de Barcelona*

Núñez Breña, Félix

*Departamento de Producción Animal y Ciencia
de los Alimentos. Facultad de Veterinaria.
Universidad de Extremadura. Badajoz*

Olmeda García, A. Sonia

*Departamento de Sanidad Animal. Facultad de
Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid*

Orgaz Martín, Belén

*Departamento de Farmacia Galénica y Tecnología
Alimentaria. Facultad de Veterinaria. Universidad
Complutense de Madrid*

Ortega Mora, Luis Miguel

*Departamento de Sanidad Animal. Facultad de
Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid*

Pastor Fernández, Iván

*Departamento de Sanidad Animal. Facultad de
Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid*

Pérez Martínez, Gaspar

*Departamento de Biotecnología. Instituto de
Agroquímica y Tecnología de Alimentos
(IATA- CSIC). Paterna, Valencia*

Pérez Sánchez, Tania

*Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad
Pública de Navarra. Pamplona*

Prieto Maradona, Miguel

*Departamento de Higiene y Tecnología de los
Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad
de León*

Ramón Vidal, Daniel

*Archer Daniels Midland Biopolis; Parc Científic
Universitat de València. Paterna, Valencia*

Requena Rolanía, Teresa

*Departamento de Biotecnología y Microbiología de
Alimentos, Instituto de Investigación en Ciencias
de la Alimentación (CIAL-CSIC). Madrid*

Rodríguez Álvarez, Javier

*Departamento de Microbiología y Bioquímica,
Instituto de Productos Lácteos de Asturias
(IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias*

Rodríguez Franco, Fernando

*Departamento de Medicina y Cirugía Animal.
Hospital Clínico Veterinario Complutense.
Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense
de Madrid*

Rodríguez Gómez, Juan Miguel

*Departamento de Nutrición y Ciencia de los
Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad
Complutense de Madrid*

Roncero Benavente, Elia

*Departamento de Producción Animal y Ciencia
de los Alimentos. Facultad de Veterinaria.
Universidad de Extremadura. Badajoz*

Ruas Madiedo, Patricia

*Departamento de Microbiología y Bioquímica.
Instituto de Productos Lácteos de Asturias
(IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias. Instituto
de Investigación Sanitaria del Principado
de Asturias. Oviedo, Asturias*

Ruiz García, Lorena

*Departamento de Microbiología y Bioquímica.
Instituto de Productos Lácteos de Asturias
(IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias. Instituto
de Investigación Sanitaria del Principado de
Asturias. Oviedo, Asturias*

Sainz Rodríguez, Ángel

*Departamento de Medicina y Cirugía Animal.
Hospital Clínico Veterinario Complutense. Facultad
de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid*

Saladrigas García, Mireia

*Departament de Ciència Animal i dels Aliments.
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)*

Salazar Garzo, Nuria

*Departamento de Microbiología y Bioquímica.
Instituto de Productos Lácteos de Asturias
(IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias*

Saura Álvarez, María

*Departamento de Mejora Genética Animal.
CSIC-INIA. Madrid*

Serrano Noreña, Magdalena

*Departamento de Mejora Genética Animal.
CSIC-INIA. Madrid*

Sobрино Abuja, Odón J.

*Área de Gestión Ambiental. Ministerio de
Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid*

Suárez Fernández, Juan Evaristo

*Área de Microbiología. Universidad de Oviedo.
Asturias*

Tortajada Serra, Marta

*Archer Daniels Midland Biopolis, Parc
Científic Universitat de València. Paterna,
Valencia*

Valcárcel Sancho, Félix

*Departamento de Reproducción Animal,
CN INIA-CSIC. Madrid*

Vázquez Iglesias, Lucía

*Departamento de Microbiología y Bioquímica,
Instituto de Productos Lácteos de Asturias
(IPLA-CSIC). Villaviciosa, Asturias*

Vega García, Santiago

*Departamento de Producción y Sanidad Animal,
Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología
de los Alimentos. Facultad de Veterinaria,
Universidad Cardenal Herrera-CEU. Moncada,
Valencia*

Yáñez Ruiz, David R.

*Departamento de Producción Sostenible de
Rumiantes. Estación Experimental del Zaidín
(CSIC). Granada*

Prólogo

No existe en nuestro planeta prácticamente un lugar donde no podamos encontrar bacterias, hallándolas en los sitios más inhóspitos como en la Antártida, en los géiseres de Islandia o en el desierto del Sahara. Son los seres vivos más numerosos en el planeta, calculándose que en la Tierra hay del orden de un trillón de bacterias por cada persona viva. En general, se considera que crecen en las placas de cultivo y, por eso, son visualizados en el microscopio solo un 10% de las bacterias. Hasta la fecha, hay más de 13.000 especies bacterianas clasificadas aunque, seguramente, hay muchísimas más sin clasificar, como mínimo, otras 30.000, por lo que conocemos solo una parte muy limitada del mundo bacteriano. Afortunadamente, el 99,994% de las especies bacterianas clasificadas hasta la fecha son inocuas para el hombre y los animales. Es más, muchas de ellas son imprescindibles para soportar la vida en el planeta, ya que son responsables del mantenimiento de los ciclos biogeológicos.

Sin embargo, el conocimiento sobre las comunidades microbianas que conviven en simbiosis o apoyo mutuo con los seres vivos ha tenido hasta ahora muy poco impacto en la medicina humana y veterinaria. Solamente hemos prestado atención a los microorganismos que causan enfermedades, mientras que todos los demás cohabitantes de los organismos humanos y animales se quedaron colectivamente en un limbo donde han permanecido ignorados ante la preocupación por los microbios que podían ser perjudiciales. La lucha contra las enfermedades infecciosas fue, sin duda, el gran avance de la medicina del siglo XX y, hasta hace pocos años, la microbiota intestinal era poco más que un reservorio de gérmenes que potencialmente podrían provocar enfermedades cuando la barrera del intestino no lograba mantenerlos confinados.

En contraste con esto, Louis Pasteur, un promotor principal de la teoría de los gérmenes como vectores de enfermedad, escribió en 1885 que los animales no podrían sobrevivir si se les privara completamente de los “microorganismos comunes”, reflexión también apoyada por nuestro Ramón y Cajal. Los experimentos con animales libres de gérmenes, desarrollados durante la década de los años cincuenta del siglo pasado, demostraron que la colonización microbiana en los animales es imprescindible para un crecimiento y desarrollo armónicos. Estas observaciones, ignoradas por la ciencia durante décadas, han cambiado radicalmente en los últimos años con la caracterización del microbioma humano, secuela científica de la publicación de los primeros borradores del genoma humano los días 15 y 16 de febrero de 2001 en las prestigiosas revistas *Nature* y *Science* y que supuso un hito en la historia de la biomedicina. El advenimiento de las técnicas genómicas y, con ellas, de la proteómica y la metabolómica, ha venido a paliar aquella deficiencia y ha promovido un enorme esfuerzo a nivel mundial para conocer ese mundo que nos es tan próximo pero, a la vez, tan ignorado.

La Sociedad Española de Microbiota, Probióticos y Prebióticos (SEMIPyP), desde su fundación hace más de una década, ha ido cumpliendo sus objetivos de fomentar, difundir y divulgar el conocimiento científico y la investigación sobre la microbiota y su impacto en la salud. De este modo, ha ido colaborando con todos los profesionales sanitarios (médicos, farmacéuticos, odontólogos, dietistas-nutricionistas, enfermeros, matronas, microbiólogos, investigadores básicos y, por supuesto, veterinarios), impulsando la creación de nuevas sociedades científicas en otros países, cooperan-

do en estudios científicos con asociaciones de pacientes, divulgando conocimientos sobre el tema en redes sociales, etc. Aunque, quizás, una de las actividades con la que más se ha comprometido nuestra sociedad es la labor docente que, con la edición de manuales de referencia como el que ahora tienen en sus manos, organización de cursos para profesionales y elaboración del Máster de la Sociedad, entre otras actividades, intenta complementar la enseñanza del mundo de la microbiota y los probióticos, todavía escasa en muchos grados en Ciencias de la Salud, incluyendo la veterinaria.

Por ese motivo, queremos agradecer a todos los autores, expertos en la materia, su excelente aportación al libro con el desarrollo de los distintos temas y, en particular, al profesor Juan Miguel Rodríguez, coordinador de la obra, actual vicepresidente de SEMiPyP y uno de los investigadores más activos de nuestra Sociedad. Como él mismo afirma, desde los tiempos de Pasteur, la veterinaria llevó la voz cantante en el estudio de las enfermedades infecciosas (incluyendo las zoonosis y las enfermedades de transmisión alimentaria) y de la modulación empírica de la microbiota animal a través de la dieta y de la transferencia de microorganismos. Aunque, no es menos cierto que el reciente estudio científico del microbioma ha sido particularmente intenso en el ámbito de la medicina humana, afortunadamente, esta situación está

cambiando, ya que, tal y como se refleja en los distintos capítulos de este libro, el conocimiento de la microbiota resulta esencial en cualquier ámbito de la veterinaria, desde los animales eminentemente productivos (porcino, aves, rumiantes, conejos, abejas...) hasta los animales de compañía y recreo. Además, el enfoque “One world, one health” reconoce que la salud de las personas está relacionada con la salud de los animales y con un ambiente saludable. La resistencia a los antimicrobianos es el mejor ejemplo de este enfoque.

En resumen, empezamos a percibir de una forma distinta la importancia que juegan las bacterias en la salud y la enfermedad y, aunque todavía queda mucho por comprender y un largo camino que recorrer, sin duda estamos al principio de una nueva era en el estudio de la relación entre las bacterias y los seres vivos y cuyas investigaciones aportarán nuevas aplicaciones en el tratamiento y prevención de numerosas enfermedades. Se trata, con seguridad, de una de las revoluciones científicas más importantes de la medicina y veterinaria del futuro.

Guillermo Álvarez Calatayud

Francisco Guarner Aguilar

*Presidentes de la Sociedad Española
de Microbiota, Probióticos y Prebióticos
desde su fundación*

Presentación

Se estima que aproximadamente 37 mil millones de microorganismos residen en el cuerpo humano. A pesar de ello, no fue hasta inicios del año 2000 que la comunidad científica centró su interés en las complejas interacciones que se establecen entre estos microorganismos y su hospedador. Si bien en términos generales dichas interacciones resultan esenciales para mantener el adecuado estado de salud, numerosos estudios han reportado la implicación de la microbiota en situaciones patológicas, como pueden ser la enfermedad inflamatoria intestinal o el cáncer de colon, por poner algunos ejemplos. En este contexto, la utilización de agentes moduladores de la microbiota, como pueden ser prebióticos y probióticos, como herramienta terapéutica en el tratamiento de ciertas patologías ha ido adquiriendo importancia en los últimos tiempos.

Si bien los mayores avances en el conocimiento de la microbiota, sus interacciones y efectos en el hospedador se han producido en el ámbito de la medicina humana dada su relevancia en la salud de las personas, también existe un gran co-

nocimiento en lo que respecta a la microbiota en las diferentes especies de animales. *La microbiota en el ámbito de la veterinaria y su modulación* recopila no solo este conocimiento, sino que va más allá al incluir aspectos relativos a la microbiota de los piensos fermentados, las interacciones entre la microbiota animal y humana o una sección entera dedicada a la microbiota de los alimentos de origen animal. Esta obra tan extensa y completa ha sido posible gracias a la dedicación y coordinación de numerosos investigadores y profesionales del sector. El resultado de todo este esfuerzo ha quedado plasmado en este excelente compendio que proporciona una visión general a cualquier persona interesada en adentrarse o profundizar en la compleja red de interacciones que se establecen entre la microbiota, el medio ambiente, la salud de los animales y la de las personas.

Maite Martí Ibáñez

*Decana de la Facultad de Veterinaria de la
Universidad Autónoma de Barcelona (UAB)*

Presentación

Como apunta Majó Moirón “*un proyecto de escritura es una especie de relación amorosa que requiere mucho tiempo y trabajo*”. Si el proyecto de escritura tiene casi 100 autores, es necesario cien veces más de tiempo y de trabajo. Si, además, esos escritores son científicos y han sido seleccionados entre los mejores en su campo, esa relación amorosa se convierte en pasión, la pasión por la ciencia, en este caso la ciencia de la Microbiota en el Ámbito Veterinario.

Esa pasión la transmite su editor, Juan Miguel Rodríguez Gómez, Catedrático del Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos, de la Universidad Complutense de Madrid. Reconocido internacionalmente por su investigación en “*microbiota comensal en el periodo perinatal y su aplicación en la alimentación infantil*”, sus años de investigación y sus amplísimas colaboraciones científicas le ha permitido coordinar este libro, con los conocimientos de los mejores investigadores en este área, casi un centenar de científicos españoles del más alto nivel, provenientes de diferentes universidades, instituciones y centros de investigación que ha permitido afrontar cada detalle de esta temática tan interesante y novedosa.

Un libro cuidadosamente elaborado con el que podremos saber más sobre qué es la microbiota, dónde se hospeda y cuáles son sus funciones. En él se describen todas aquellas especies que la conforman, bacterias, arqueas, virus, hongos, protistas y helmintos y todas las técnicas que podremos utilizar para su estudio.

Se detalla el papel que tiene en la salud y bienestar de las diferentes especies animales, porcino, rumiantes, camélidos, aves, équidos, perros, gatos, conejos, aves, peces, anfibios, reptiles, abejas y otros insectos, artrópodos, fauna silvestre y ani-

males de experimentación. Un amplio estudio de cómo afecta su composición, la diversidad de este ecosistema, su desarrollo y el impacto que tiene en cada una de las especies veterinarias.

En un enfoque transversal se trata el estudio de la microbiota en distintos sistemas del organismo, su interacción e implicación con el medio ambiente, su presencia en piensos fermentados, el uso de antimicrobianos y las consecuencias de las resistencias antibióticas sobre el microbioma, o la implicación de la interacción humano-animal sobre la microbiota y, por tanto, sobre la salud.

La composición de la microbiota, que ha sido objeto de numerosas investigaciones durante las últimas décadas, mantiene una relación de simbiosis mutualista con el hospedador jugando un papel importante en el mantenimiento de la salud del huésped. La descripción de alteraciones en la microbiota en diversos procesos patológicos, confirman su importancia a nivel metabólico. Por ello, en esta obra se exponen, entre otros, el desarrollo de estrategias dietéticas y de manejo que favorezcan el establecimiento de una microbiota robusta, el uso de probióticos y prebióticos o los tratamientos con trasplante de microbiota fecal que podrían en un futuro ofrecer nuevas oportunidades de tratamiento de muchas patologías. Se profundiza sobre la modulación del microbioma como terapia alternativa al tratamiento con antibióticos, pudiendo ser una ventana de oportunidad en la lucha contra las resistencias antibióticas.

Para finalizar veremos que la microbiota de los alimentos de origen animal, leche, huevos, pescados, mariscos, carnes y derivados, es extraordinariamente diversa e incluye microorganismos beneficiosos, y ocasionalmente, perjudiciales para la salud humana. Conoceremos la importancia de

los biofilms en la microbiota de los animales y de los alimentos. Y cómo la manipulación higiénica de estos alimentos y la aplicación tecnológicas de conservación tradicionales y emergentes combinadas, son esenciales para prevenir toxiinfecciones, y tienen un gran potencial para mejorar la estabilidad microbiológica y mantener el valor nutritivo de los alimentos respetando sus propiedades sensoriales.

Todo un enfoque multidisciplinar, lleno de sabiduría, redactado en un lenguaje particular-

mente didáctico que permitirá al lector entender y progresar en el conocimiento de la microbiota y comprender, no solo su papel fundamental en la salud animal, sino también su implicación en la salud humana y medioambiental.

Consuelo Serres Dalmau

*Decana de la Facultad de Veterinaria
de la UCM. Presidenta de la Conferencia
de Decanos y Decanas de Facultades
de Veterinaria de España*

Abreviaturas

- Ace.: acetato
- ADN: ácido desoxirribonucleico
- ADNc: ADN copia
- AGCC: ácidos grasos de cadena corta
- AGP: antibióticos promotores del crecimiento
- AGV: ácidos grasos volátiles
- APH: alta presión hidrostática
- APPCC: sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico
- ARN: ácido ribonucleico
- ARNr: ARN ribosomal
- ASF: flora Schaedler alterada
- ASV: *Amplicon Sequence Variant*
- ATCC: Colección Americana de Cultivos Tipo
- Bact.: bacterias
- BAL: bacterias ácido-lácticas
- BLEE: betalactamasas de espectro extendido
- BUN: nitrógeno ureico sanguíneo
- But.: bitirato
- CECT: Colección Española de Cultivos Tipo
- CF: citometría de flujo
- CGC+: cocos Gram positivos catalasa positivos
- CH₄: metano
- CLSM: microscopía confocal láser de barrido (*Confocal Laser Scanning Microscopy*)
- CNM: camélidos del Nuevo Mundo
- CO₂: dióxido de carbono
- Comp.: composición microbiana
- Conc.: concentración
- CSA: camélidos sudamericanos
- CVM: camélidos del Viejo Mundo
- Digest.: digestibilidad
- Div.: diversidad
- DNT: diarrea neonatal del ternero
- DSM: Colección Alemana de Microorganismos
- dsRNA: RNA de doble cadena
- EEC: enteropatía epizootica del conejo
- Efic.: eficiencia alimentaria
- EFSA: Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
- FHV-1: herpesvirus felino 1
- FISH: hibridación fluorescente *in situ*
- FOS: fructooligosacáridos
- GALT: tejido linfoide asociado a la mucosa
- GEC: gingivoestomatitis crónica
- GMD: ganancia media diaria
- GOS: galactooligosacáridos
- H: hidrógeno
- IBD: enfermedad inflamatoria intestinal (*Inflammatory Bowel Disease*)
- IGF: factores de crecimiento insulínico (*Insulin Growth Factors*)
- IgG: inmunoglobulina G
- ISAPP: Sociedad Científica Internacional de Probióticos y Prebióticos
- ITS: espaciador interno transcrito
- LA: lactancia artificial
- LN: lactancia natural
- LPS: lipopolisacáridos
- MAP: envasado en atmósfera modificada
- Metan.: metanógenos
- MOS: mananoligosacáridos
- MS: espectrometría de masas (*Mass Spectrometry*)
- MSI: materia seca ingerida
- N: nitrógeno

- NGS: secuenciación de nueva generación (*Next Generation Sequencing*)
- NMR: Resonancia Magnética Nuclear (*Nuclear Magnetic Resonance*)
- NSLAB: bacterias ácido-lácticas no acidificadoras
- OTA: ocratoxina A
- OTMA: óxido de trimetilamina
- OTU: Unidad Taxonómica Operacional (*Operational Taxonomic Unit*)
- PCR: reacción en cadena de la polimerasa
- PCV-2: circovirus porcino de tipo 2
- PEF: pulsos eléctricos de alta intensidad
- PNH: primates no humanos
- Pro.: propionato
- Protz.: protozoos
- PRRSV: virus del síndrome respiratorio y reproductivo porcino
- qPCR: PCR cuantitativa
- QPS: presunción cualificada de seguridad (*Qualified Presumption of Safety*)
- QS: percepción del quórum (*Quorum Sensing*)
- RNAi: RNA de interferencia
- SEMiPyP: Sociedad Española de Microbiota, Probióticos y Prebióticos
- Sistema HLA: complejo mayor de histocompatibilidad humano
- SOS: oligosacáridos de la soja
- SSO: organismos específicos del deterioro (*Specific Spoilage Organisms*)
- TDAH: trastorno por déficit de atención e hiperactividad
- TGI: tracto gastrointestinal
- TMF: transferencia de microbiota fecal
- TOR: proteínas diana de rapamicina (*Target Of Rapamycin*)
- TOS: transgalactooligosacáridos
- TRI: tracto respiratorio inferior
- TRS: tracto respiratorio superior
- UE: Unión Europea
- VIH: virus de la inmunodeficiencia humana
- VIS: virus de la inmunodeficiencia de los simios

Índice de capítulos

I. INTRODUCCIÓN/GENERALIDADES

1.	Las microbiotas autóctonas y sus hospedadores	1
	<i>J.E. Suárez Fernández</i>	
2.	Microbiota animal: bacterias y arqueas	11
	<i>T. Requena Rolanía, J.M. Rodríguez Gómez</i>	
3.	Otros miembros de la microbiota animal: virus	19
	<i>M.E. Gómez-Lucía y Duato, J.E. Suárez Fernández</i>	
4.	Otros miembros de la microbiota animal: hongos	27
	<i>S. Álvarez-Pérez, M.E. García Sánchez, J.L. Blanco Cancelo</i>	
5.	Otros miembros de la microbiota animal: protistas y helmintos	31
	<i>P. Horcajo Iglesias, L.M. Ortega Mora, I. Pastor Fernández</i>	
6.	Técnicas de estudio del microbioma	39
	<i>N. Molinero García, L. Ruiz García, P. Ruas Madiedo, S. Delgado Palacio, A. Margolles Barros</i>	

II. MICROBIOTA POR ESPECIES/GRUPOS DE ESPECIES

7.	Microbiota intestinal porcina	47
	<i>M. Saladrigas García, S. Martín Orúe</i>	
8.	Microbiota digestiva en rumiantes	55
	<i>A. Belanche Gracia, D.R. Yáñez Ruiz</i>	
9.	Microbiota en camélidos	61
	<i>A. Ferrari</i>	
10.	Microbiota en aves	67
	<i>S. Vega García, L. Montoro Dasí, C. Marín Orenge</i>	
11.	Microbiota equina	83
	<i>S. Arboleya Montes, M. Gueimonde Fernández</i>	
12.	Microbiota oral de perros y gatos	89
	<i>C. Herranz Sorribes, J.M. Fernández Sánchez</i>	

13.	Microbiota intestinal en perros y gatos	97
	<i>Á. Sainz Rodríguez, D. Díaz-Regañón Fernández, M. García-Sancho, F. Rodríguez Franco</i>	
14.	El microbioma cutáneo en perros y gatos	103
	<i>A. Cuscó Martí, L. Ferrer Caubet, O. Francino Martí</i>	
15.	Microbiota en conejos de granja y su modulación	111
	<i>G. Pérez Martínez</i>	
16.	Microbiota en acuicultura	117
	<i>T. Pérez Sánchez, J.L. Balcazar Rojas</i>	
17.	La microbiota de los anfibios	125
	<i>A. Martínez Silvestre, A. Álvarez López, J.M. Rodríguez Gómez</i>	
18.	Microbiota de reptiles	131
	<i>A. Álvarez López, J.M. Rodríguez Gómez, A. Martínez Silvestre</i>	
19.	Microbiota en abejas	137
	<i>R. Martín Hernández, M. Higes Pascual, C. Jabal Uriel, D. Aguado López</i>	
20.	Microbiota en otros insectos	143
	<i>N. Salazar Garzo, M. Gueimonde Fernández, C. González de los Reyes-Gavilán</i>	
21.	La microbiota de los artrópodos transmisores de enfermedades	147
	<i>A.S. Olmeda García, F. Valcárcel Sancho</i>	
22.	Microbiota y conservación de la fauna silvestre	151
	<i>J.M. Rodríguez Gómez</i>	
23.	La microbiota de los primates no humanos	157
	<i>J.M. Rodríguez Gómez</i>	
24.	El microbioma de los animales de experimentación	165
	<i>D. Ramón Vidal, M^a E. Chenoll Cuadros, P. Martorell Guerola, M. Tortajada Serra</i>	

III. TEMAS TRANSVERSALES

25.	Microbiota reproductiva	177
	<i>M. Serrano Noreña, M. Saura Álvarez</i>	
26.	Microbiota mamaria	183
	<i>I. Castro Navarro, R. Arroyo Rodríguez, L. Fernández Álvarez, J.M. Rodríguez Gómez</i>	
27.	Microbiota respiratoria	191
	<i>V. Aragón Fernández, F. Correa Fiz</i>	
28.	Microbiota ambiental (alojamiento y deyecciones) y sus implicaciones sobre el medio ambiente	199
	<i>L. Llonch Fernández, L. Castillejos Velázquez</i>	
29.	Microbiota de los piensos fermentados: ensilados, piensos líquidos fermentados y piensos fermentados inoculados	205
	<i>O.J. Sobrino Abuja</i>	

30.	Resistencia a los antimicrobianos de origen animal y humano	209
	<i>O.J. Sobrino Abuja, J.M. Rodríguez Gómez</i>	
31.	Interacciones entre la microbiota animal y la humana	215
	<i>M. de la Fuente del Rey, G. Álvarez Calatayud</i>	

IV. MANIPULACIÓN DE LA MICROBIOTA

32.	Métodos de manipulación de la microbiota. Conceptos generales	221
	<i>J.M. Rodríguez Gómez, A. Clemente Gimeno, T. Requena Rolanía</i>	
33.	Probióticos, prebióticos y afines en perros	229
	<i>M. Montserrat Malagarriga, S. Martín Orúe, L. Castillejos Velázquez</i>	
34.	Probióticos, prebióticos y simbióticos en gatos	235
	<i>J.M. Fernández Sánchez, C. Herranz Sorribes</i>	
35.	Aplicaciones y usos de los probióticos en producción porcina	243
	<i>L. Castillejos Velázquez, S. Martín Orúe</i>	
36.	Probióticos y prebióticos en rumiantes	249
	<i>D.R. Yáñez Ruiz, A. Belanche Gracia</i>	
37.	Probióticos, prebióticos y afines: avicultura	255
	<i>L. Montoro Dasí, S. Vega García, C. Marín Orenga</i>	
38.	Probióticos, prebióticos y afines: équidos	261
	<i>M. Gueimonde Fernández</i>	
39.	Probióticos, prebióticos y afines: cunicultura	267
	<i>R.M. García García, M. Arias Álvarez, D. Jordán Rodríguez, P.L. Lorenzo González</i>	
40.	Probióticos, prebióticos y afines: acuicultura	271
	<i>T. Pérez Sánchez, J.L. Balcazar Rojas</i>	
41.	Prebióticos y probióticos en <i>Apis mellifera</i>	279
	<i>R. Martín Hernández, M. Higes Pascual, D. Aguado López, C. Jabal Uriel</i>	
42.	Trasplante de microbiota fecal	285
	<i>J.M. Rodríguez Gómez</i>	
43.	Trasplante de microbiota digestiva en rumiantes	291
	<i>A. Belanche Gracia, D.R. Yáñez Ruiz</i>	
44.	Normativa aplicable	297
	<i>O.J. Sobrino Abuja</i>	

V. MICROBIOTA DE LOS ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL

45.	Microbiota de la leche y los productos lácteos	303
	<i>B. Mayo Pérez, J. Rodríguez Álvarez, L. Vázquez Iglesias, A.B. Flórez García</i>	
46.	Microbiología del pescado y marisco	313
	<i>M.E. López Caballero, M.P. Montero García</i>	

47.	Microbiota de la carne fresca	319
	<i>C. Barcenilla Canduela, J.F. Cobo Díaz, M. López Fernández, M. Prieto Maradona, A. Álvarez-Ordóñez</i>	
48.	Microbiota de los derivados cárnicos curados-madurados	327
	<i>M^a J. Andrade Gracia, J. Delgado Perón, M^a M. Álvarez Rubio, I. Martín Tórnero, E. Cebrián Cabezón, E. Roncero Benavente, F. Núñez Breña, J.J. Córdoba Ramos</i>	
49.	Microbiota del huevo y los ovoproductos	333
	<i>T. García Lacarra</i>	
50.	Técnicas de destrucción o manipulación de la microbiota de los alimentos de origen animal	337
	<i>L. Fernández Álvarez, A. Aragón Ramírez, I. Castro Navarro, J. Jara Pérez, B. Orgaz Martín</i>	
51.	Los biofilms: importancia en el estudio de la microbiota de los animales y de los alimentos	345
	<i>B. Orgaz Martín, J. Jara Pérez, A. Aragón Ramírez, L. Fernández Álvarez</i>	

ANEXO

I	Glosario de términos	351
	<i>Junta Directiva de la Sociedad Española de Microbiota, Probióticos y Prebióticos (SEMIPyP)</i>	