



Microbiota, probióticos y prebióticos.

EVIDENCIA CIENTÍFICA

Guillermo Álvarez Calatayud

Francisco Guarner Aguilar

EDITORES



Microbiota, probióticos y prebióticos.

EVIDENCIA CIENTÍFICA

EDITORES

Guillermo Álvarez Calatayud
Francisco Guarner Aguilar

COORDINADORES

Ascensión Marcos Sánchez
Juan Miguel Rodríguez Gómez
Teresa Requena Rolanía
J. Evaristo Suárez Fernández
Mónica De la Fuente del Rey
Alfonso Clemente Gimeno
Rosaura Leis Trabazo
Miguel Gueimonde Fernández
Abelardo Margolles Barros
José Manuel Martín Villa
María Carmen Collado Amores
Silvia Gómez Senent
David A. Beltrán Vaquero[†]



SEMiPyP
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
MICROBIOTA, PROBIÓTICOS Y PREBIÓTICOS

Ilustración de la portada: Roxana Irimia

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. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

© 2022 Sociedad Española de Microbiota, Probióticos y Prebióticos (SEMIPyP)

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

ISBN: 978-84-18576-49-2
Depósito Legal: M-XXXX-2022

“Con frecuencia, en nuestros coloquios en el laboratorio, desde hace años, hablo con los jóvenes eruditos que me rodean, del interés de alimentar un animal (conejo, cobaya, perro, pollo) desde su nacimiento con materias nutritivas puras, privadas artificial y totalmente de los microbios comunes. Sin querer afirmar nada, no rechazo emprender este estudio, aunque podría postular que la vida en estas condiciones resultaría imposible. Es más, probablemente podríamos intentar un estudio de la digestión a través de la adición sistemática de uno o varios microbios en estas materias nutritivas puras de las que hablo”

Louis Pasteur (1822-1895)

Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Paris, 1885; 100: 68.

“Sabemos muy poco y, sin embargo, es asombroso lo mucho que conocemos. Y es todavía más sorprendente que un conocimiento tan pequeño nos pueda dar tanto poder.”

Bertrand Russell (1872-1970)

Autores

Abreu y Abreu, Ana Teresa

Gastroenteróloga. Neurogastroenteróloga. Hospital Angeles del Pedregal. Ciudad de México

Alonso Larruscain, Inge Silveria

Servicio de Pediatría. Hospital de Leganés (Madrid)

Álvarez Calatayud, Guillermo

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

Amorós Villaverde, Soledad

Servicio de Pediatría. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Arbolea Montes, Silvia

Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC). Villaviciosa. Asturias

Audivert Brugué, Sergi

Co-Fundador y Director Ejecutivo. AB-BIOTICS S.A. Sant Cugat del Vallès. Barcelona

Azpiroz Vidaur, Fernando

Servicio de Aparato Digestivo. Hospital Universitario Vall d'Hebron. Vall d'Hebron Institut de Recerca (VHIR). CIBEREHD. Barcelona

Balcells, Florencia

Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA-CONICET). Argentina

Bañares Vilella, Silvia

Abogada. Doctora en Derecho mercantil. Barcelona

Barceló López, Teresa

Pediatra. Centro de Salud Ronda Histórica. Sevilla

Barredo Valderrama, Estíbaliz

Sección de Neurología Infantil. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Barreiro de Acosta, Manuel

Unidad de Enfermedad Inflamatoria Intestinal. Servicio de Aparato Digestivo. Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela

Bartolomé Sualdea Begoña

Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL, CSIC-UAM). Madrid

Bastón Rey, Iria

Unidad de Enfermedad Inflamatoria Intestinal. Servicio de Aparato Digestivo. Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela

Bellón Alonso, Sara

Neumología Pediátrica. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Beltrán Crespo, Antonio

Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. Madrid

Beltrán Vaquero, David A.†

Centro de Diagnóstico Médico. Ayuntamiento de Madrid

Biliaieva Koretska, Iryna

Archer Daniels Midland - Biopolis. Valencia

Blanco Fuentes, María

Médico Especialista en Neurología. Servicio de Neurología. Hospital de la Zarzuela. Madrid

Bodas Pinedo, Andrés

Sección de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica. Hospital Clínico Universitario San Carlos. Madrid

Boggio-Marzet, Christian

Pediatra Gastroenterólogo. Grupo de Trabajo en Gastroenterología & Nutrición Pediátrica. Hospital "Dr. I. Pirovano". Buenos Aires. Argentina

Bühler, Kora-Mareen

Departamento de Psicobiología y Metodología en Ciencias del Comportamiento. Facultad de Psicología. Universidad Complutense. Madrid

Cabrales Miró-Granada, Ana

Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. Madrid

Calvete de la Torre, Inés

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

Calviño Suárez, Cristina

Unidad de Enfermedad Inflamatoria Intestinal. Servicio de Aparato Digestivo. Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela. A Coruña

Calvo Garrido, María V.

Grupo de Biomarcadores Lipídicos en Alimentación y Salud. Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL, CSIC-UAM). Madrid

Campos Domínguez, Minia

Servicio de Dermatología y Venereología Médico-Quirúrgica. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Cantón Moreno, Rafael

Servicio de Microbiología. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria (IRYCIS). Madrid

Castro Navarro, Irma

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

Cazorla, Silvia Inés

Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA-CONICET). Argentina

Chenoll Cuadros, María Empar

Archer Daniels Midland - Biopolis. Valencia

Clemente Gimeno, Alfonso

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

Cohen Engelman, Henry

Clínica de Gastroenterología. Hospital de Clínicas. Montevideo. Uruguay

Collado Amores, María Carmen

Grupo de Probióticos y Bacterias Lácticas. Departamento de Biotecnología. Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos (IATA). Valencia

Cordero Vargas, Sofía

Grado en Nutrición Humana y Dietética. Máster en Microbiota, Probióticos y Prebióticos. Universidad Europea. Madrid

Corpa Alcalde, Alberto

Servicio de Pediatría. Hospital Universitario de Burgos

Couce Pico, María Luz

Servicio de Neonatología. Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela, A Coruña

Crespo Santiago, Dámaso

Grupo BIOMEDAGE. Facultad de Medicina. Universidad de Cantabria

de Andres Dirube, Antonieta

Licenciada en Farmacia y Dietista Nutricionista. Vocal de Alimentación del Colegio de Farmacéuticos de Cantabria. Santander

De la Fuente del Rey, Mónica

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

de la Sen de la Cruz, Laura

Servicio de Pediatría. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

del Campo Moreno, Rosa

Servicio de Microbiología. Hospital Universitario Ramón y Cajal e Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria (IRYCIS). Madrid

Delgado Palacio, Susana

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

Díaz Martín, Juan José

Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo. Asturias

Díaz Prieto, Ligia Esperanza

Grupo de Inmunonutrición. Departamento de Metabolismo y Nutrición. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC). Madrid

Díez-Delgado Rubio, Javier

Departamento de Pediatría. Hospital Materno-Infantil Torrecárdenas. Almería

Echeverry Alzate, Víctor

Departamento de Psicobiología y Metodología en Ciencias del Comportamiento. Facultad de Psicología. Universidad Complutense. Madrid

Escobedo Martín, Susana

Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC). Villaviciosa. Asturias

Espín de Gea, Juan Carlos

Laboratorio de Alimentos y Salud. Grupo de Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales (CEBAS-CSIC). Murcia

Espín Jaime, Beatriz

Hospital Universitario Infantil Virgen del Rocío. Sevilla

Fanjul Gómez, María

Servicio de Cirugía Pediátrica. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Fernández Álvarez, Leonides

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

Fernández Fernández, Agustín

Laboratorio de Epigenética y Nanomedicina del Cáncer. Centro de Investigación en Nano-materiales y Nanotecnología (CINN-CSIC). Asturias

Fernández Fernández, Javier

Grupo de Investigación "Biotechnology in Nutraceuticals and Bioactive Compounds-BIONUC". Departamento de Biología Funcional. Área de Microbiología. Universidad de Oviedo. Asturias

Fernández Fraga, Mario

Laboratorio de Epigenética y Nanomedicina del Cáncer. Centro de Investigación en Nano-materiales y Nanotecnología (CINN-CSIC). Asturias

Fernández González, Alicia

Sección de Neurología Infantil. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Fernández Viadero, Carlos

Servicio de Psiquiatría. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander

Flichy Fernández, Antonio J.

Máster de Cirugía e Implantología Oral. Universidad de Valencia

Fontecha Alonso, Javier

Grupo de Biomarcadores Lipídicos en Alimentación y Salud. Departamento de Bioactividad y Análisis de Alimentos. Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL, CSIC-UAM). Madrid

García Caballero, Andrea

Servicio de Microbiología. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria (IRYCIS). Madrid

García Fernández, Sergio

Servicio de Microbiología. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander. España

García Perea, Aquilino

Doctor en Farmacia y Dietista Nutricionista. Vocal Nacional de Alimentación del Consejo General de Colegios Farmacéuticos. Madrid

García Tejedor, Aurora

Universidad Internacional de Valencia (VIU). Valencia

García Trillas, Noelia

H+K Strategies. Periodista. Máster en Comunicación Científica, Médica y Ambiental. Barcelona

García Villalba, Rocío

Laboratorio de Alimentos y Salud. Grupo de Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales (CEBAS-CSIC). Murcia

Garza Ruiz, Irene

Médico Cirujano. Monterrey. México. Máster en Microbiota, Probióticos y Prebióticos por la Universidad Europea de Madrid

Gil de Gracia, Jesús

Pediatra. Centro Médico Averoës. Majadahonda. Madrid

Gil Hernández, Ángel

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. ibs.GRANADA. Granada

Giménez Bastida, Juan Antonio

Grupo de Investigación en Calidad. Seguridad y Bioactividad de los Alimentos Vegetales (CEBAS-CSIC). Murcia

Giné Domínguez, Elena

Departamento de Biología Celular. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid

Gómez Martínez, Sonia

Grupo de Inmunonutrición. Departamento de Metabolismo y Nutrición. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC). Madrid

Gómez Senent, Silvia

Servicio de Aparato Digestivo. Hospital Universitario La Paz. Madrid

González Fernández, Carlos Manuel

Servicio de Reumatología. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

González Martínez, Felipe

Pediatría Hospitalaria. Hospital Materno Infantil Gregorio Marañón. Madrid

González Sánchez, María Isabel

Pediatría Hospitalaria. Hospital Materno Infantil Gregorio Marañón. Madrid

González Sarrías, Antonio

Laboratorio de Alimentos y Salud. Grupo de Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales (CEBAS-CSIC). Murcia

González Viejo, Miguel Ángel

Jefe del Servicio de Rehabilitación. Jefe Unidad de Lesionados Medulares. Hospital Vall d'Hebron. Barcelona

Guarner Aguilar, Francisco

Servicio de Aparato Digestivo. Hospital Universitario Vall d'Hebron. Vall d'Hebron Institut de Recerca (VHIR). CIBEREHD. Barcelona

Gueimonde Fernández, Miguel

Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC). Villaviciosa. Asturias

Halperin, Ana Verónica

Servicio de Microbiología. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria (IRYCIS). Madrid

Hernández Calvín, Javier

Jefe Asociado ORL. Hospital Universitario Quirón-Madrid y Quirón-San José. Madrid

Izquierdo Romero, Marta

Especialista en Aparato Digestivo. Hospital Universitario de Cabueñes. Gijón. Asturias

Jara Pérez, Josué

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

Jiménez Gutiérrez, Mireya

Grado en Nutrición Humana y Dietética. Universidad Complutense. Madrid

Juárez Iglesias, Manuela

Grupo de Biomarcadores Lipídicos en Alimentación y Salud. Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL, CSIC-UAM). Madrid

Juárez Martín-Delgado, Ignacio

Inmunología. Departamento de Inmunología, Oftalmología y ORL. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid

Keller, Lorena

Bioquímica. Instituto Fares Taie. Mar del Plata. Argentina

Laparra Llopis, José Moisés

Grupo de Inmunonutrición Molecular. Instituto Madrileño de Estudios Avanzados en Alimentación (IMDEA). Madrid

Lara Aroco, Clara

Facultad de Medicina. Universidad de Castilla La Mancha. Ciudad Real

Leis Trabazo, Rosaura

Coordinadora de la Unidad de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica. Hospital Clínico Universitario de Santiago-Universidad de Santiago de Compostela. A Coruña

Lombó Brugos, Felipe

Grupo de Investigación "Biotechnology in Nutraceuticals and Bioactive Compounds-BIONUC". Departamento de Biología Funcional. Área de Microbiología. Universidad de Oviedo

López González, Jorge

Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

López Moreno, José Antonio

Departamento de Psicobiología y Metodología en Ciencias del Comportamiento. Facultad de Psicología. Universidad Complutense. Madrid

López-Herce Cid, Jesús

Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Maldonado Galdeano, Carolina

Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA-CONICET). Argentina

Maldonado Lozano, José

Unidad de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica. Hospital Universitario Virgen de las Nieves. Granada

Marcos Fernández, Raquel

Grupo Funcionalidad y Ecología de Microorganismos Beneficiosos. Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC). Villaviciosa. Asturias

Marcos Sánchez, Ascensión

Grupo de Inmunonutrición. Departamento de Metabolismo y Nutrición. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC). Madrid

Margolles Barros, Abelardo

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

Martín Carrasco, Manuel

Psiquiatra. Director Médico. Clínica Psiquiátrica Padre Menni. Pamplona

Martín Cueto, Carla

Área de Microbiología. Universidad de Oviedo. Asturias

Martín Tornero, Irene

Instituto Universitario de Investigación de Carne y Productos Cárnicos (IProCar). Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. Cáceres

Martín Villa, José Manuel

Departamento de Inmunología, Oftalmología y ORL. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid

Martínez Monteros, María José

Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA-CONICET). Argentina

Martorell Guerola, Patricia

Archer Daniels Midland - Biopolis. Valencia

Maruy Saito, Aldo

Pediatra Gastroenterólogo. Hospital Cayetano Heredia. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima. Perú.

Mateos Lardiés, Ana María

Farmacéutica Comunitaria. Zaragoza. Miembro del Grupo de Nutrición y Digestivo de la Sociedad Española de Farmacia Familiar y Comunitaria (SEFAC)

Medina Monroy, Fernando

Pediatra Gastroenterólogo. Unidad de Gastroenterología, Nutrición y Endoscopia Pediátrica (UGANEP). Colombia

Mengual Altés, Mercè

Farmacéutica/International Product Manager Farmaprojects. Barcelona

Merino Hernández, Amaia

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

Miranda Cid, Carmen

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

Molina Alejandre, Marta

Departamento de Inmunología, Oftalmología y ORL. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid

Molina Hernando, Esther

Servicio de Cirugía Pediátrica. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Molinero García, Natalia

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

Monroy Tapiador, Miguel Ángel

Pediatra. Centro de Salud Lucero. Madrid

Morante Brave, Mónica

Grupo de Inmunonutrición Molecular. Instituto Madrileño de Estudios Avanzados en Alimentación (IMDEA). Madrid

Moreno Blanco, Ana

Servicio de Microbiología. Hospital Universitario Ramón y Cajal e Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria (IRYCIS). Madrid

Moreno Indias, Isabel

Unidad de Endocrinología y Nutrición. Instituto de Investigación Biomédica de Málaga (IBIMA). Hospital Universitario Virgen de la Victoria. Málaga

Moreno Villares, José Manuel

Profesor Colaborador docente. Universidad de Navarra. Departamento de Pediatría. Clínica Universidad de Navarra. Madrid

Moreno-Arribas, M. Victoria

Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL, CSIC-UAM). Madrid

Moro Villar, Carmen

Área de Gestión Clínica del Pulmón. Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo

Moya Simarro Andrés

Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunitat Valenciana (FISABIO). Valencia

Mozota Herbera, Marta

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

Navarro López, Vicente

Cátedra de Microbiota Humana y Grupo MiBioPath. Universidad Católica de Murcia

Navarro Moratalla, Laura

Cátedra de Microbiota Humana y Grupo MiBioPath. Universidad Católica de Murcia

Navas Méndez, Jesús

Grupo BIOMEDAGE. Facultad de Medicina. Universidad de Cantabria. Santander

Nieto Benito, Lula María

Servicio de Dermatología y Venereología Médico-Quirúrgica. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Nieto González, Juan Carlos

Servicio de Reumatología. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Nova Rebato, Esther

Grupo de Inmunonutrición. Departamento de Metabolismo y Nutrición. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC). Madrid

Núñez Delegido, Eva

Cátedra de Microbiota Humana y Grupo MiBioPath. Universidad Católica de Murcia

Oddi, Sofia

Instituto de Lactología Industrial (INLAIN, CONICET-UNL). Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe. Argentina

Oliva García, Laura

Servicio de Pediatría. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Orgaz Martín, Belén

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

Pacheco López, Gustavo

Departamento de Ciencias de la Salud. Unidad Lerma. Universidad Autónoma Metropolitana. Lerma, Edo Mex. México

Peña Quintana, Luis

Jefe Sección Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica. Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno-Infantil. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Peñarroya Rodríguez, Alfonso

Laboratorio de Epigenética y Nanomedicina del Cáncer. Centro de Investigación en Nano-materiales y Nanotecnología (CINN-CSIC). Asturias

Perdigón, Gabriela

Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA-CONICET). Argentina

Pérez Brocal, Vicente

Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunitat Valenciana (FISABIO). Valencia

Pérez Moreno, Jimena

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

Pérez Sebastián, Isabel

Sección de Neurología Infantil. Hospital Universitario del Niño Jesús. Madrid

Plaza Díaz, Julio

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. ibs.GRANADA. Granada

Ponce Alonso, Manuel

Servicio de Microbiología. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria (IRYCIS). Madrid

Pontet Peralta, Yéssica

Clínica de Gastroenterología. Hospital de Clínicas. Montevideo. Uruguay

Ramón Vidal, Daniel

Archer Daniels Midland-Biopolis. Valencia

Redondo Useros, Noemí

Grupo de Inmunonutrición. Departamento de Metabolismo y Nutrición. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC). Madrid

Reid, Gregor

Department Human Microbiology and Probiotics. Lawson Health Research Institute. Department Microbiology & Immunology, and Surgery. The University of Western Ontario. Ontario. Canadá

Requena Rolanía, Teresa

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

Ricote Belinchón, Mercedes

Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria. C.S. Mar Báltico. Madrid

Rivas Muñoz, María de los Ángeles

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Badajoz

Rodríguez Fernández, Rosa

Jefe del Servicio de Pediatría. Hospital Materno Infantil Gregorio Marañón. Madrid

Rodríguez Gómez, Juan Miguel

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

Rodríguez Jiménez, Concepción

Servicio de Microbiología. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria (IRYCIS). Madrid

Rodríguez Jiménez, Cristina

Sección de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica. Hospital Universitario de Getafe. Madrid

Rodríguez Pascual, Eduardo

Sección de Neurología Infantil. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Rodríguez Represa, Javier

Servicio de Pediatría. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Rosa Salazar, Dimas de Jesús

Pediatra en Servicio Ambulatorio Cafam IPS. Santa Marta. Colombia

Ruas Madiedo, Patricia

Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC). Villaviciosa. Asturias

Ruiz García, Lorena

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

Ruiz Ojeda, Francisco Javier

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. ibs.GRANADA. Granada

Ruiz Ruiz, Susana

Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunitat Valenciana (FISABIO). CIBER en Epidemiología y Salud Pública (CIBEResp)

Ruiz-Moyano Seco de Herrera, Santiago

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Badajoz

Ruzafa Costas, Beatriz

Cátedra de Microbiota Humana y Grupo MiBioPath. Universidad Católica de Murcia. Departamento de I+D. Bioithas S.L. Parque Científico Universidad de Alicante

Sabater Sánchez, Carlos

Grupo Funcionalidad y Ecología de Microorganismos Beneficiosos, Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC). Villaviciosa. Asturias

Sainz Costa, Talía

Servicio de Pediatría. Hospital Infantil La Paz. Instituto de Investigación La Paz (IdiPAZ). Madrid

Sánchez Sánchez, Cesar

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

Segovia Rodríguez, Lucía

Departamento de Psicobiología y Metodología en Ciencias del Comportamiento. Facultad de Psicología. Universidad Complutense. Madrid

Selma García, María Victoria

Laboratorio de Alimentos y Salud. Grupo de Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales (CEBAS-CSIC). Murcia

Selma Royo, Marta

Grupo de Probióticos y Bacterias Lácticas. Departamento de Biotecnología. Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos (IATA). Valencia

Seoane Reula, María Elena

Servicio de Alergología. Sección de Inmunoalergología Pediátrica. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Serrano Tomás, María Isabel

Servicio de Microbiología. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria (IRYCIS). Madrid

Solana García, María José

Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Suárez Fernández, Juan Evaristo

Área de Microbiología. Universidad de Oviedo. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Oviedo. Asturias

Suárez Rodríguez, Marta

AGC. Pediatría. Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo. Asturias

Taboada Castro, Luz

Servicio de Pediatría. Hospital Universitario HM Sanchinarro. Madrid

Tinahones Madueño, Francisco José

Unidad de Endocrinología y Nutrición. Instituto de Investigación Biomédica de Málaga (IBIMA). Hospital Universitario Virgen de la Victoria. Málaga

Tojo González, Rafael

Especialista en Aparato Digestivo. Hospital Universitario de Cabueñes. Gijón. Asturias

Toledo del Castillo, Blanca

Pediatría Hospitalaria. Hospital Materno Infantil Gregorio Marañón. Madrid

Tolín Hernani, Mar

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

Tomás Barberán, Francisco A.

Laboratorio de Alimentos y Salud. Grupo de Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales (CEBAS-CSIC). Murcia

Tortajada Serra, Marta

Archer Daniels Midland-Biopolis. Valencia

Vaquero Yuste, Christian

Departamento de Inmunología, Oftalmología y ORL. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid

Vargas Caraveo, Alejandra

Departamento de Ciencias de la Salud. Unidad Lerma. Universidad Autónoma Metropolitana. Lerma, Edo Mex. México

Vázquez Frías, Rodrigo

Departamento de Gastroenterología y Nutrición. Instituto Nacional de Salud Hospital Infantil de México Federico Gómez. Ciudad de México. México

Vázquez Merchán, Almudena

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Badajoz

Villar Granja, Claudio Jesús

Grupo de Investigación "Biotechnology in Nutraceuticals and Bioactive Compounds-BIONUC". Departamento de Biología Funcional. Área de Microbiología. Universidad de Oviedo. Asturias

Vinderola, Gabriel

Instituto de Lactología Industrial (INLAIN, CONICET-UNL). Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe. Argentina

Zambrano Ibarra, Gabriela

Servicio de Alergología. Sección de Inmunoalergología Pediátrica. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Zeferino Feltrin, Matheus

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

Zozaya, Carlos

División de Neonatología. The Hospital for Sick Children. Toronto. Ontario

Prólogo

¿Enemigos o amigos? La palabra “microbio” encierra en sí misma matices que la tiñen y la asimilan con lo sucio, peligroso e indeseable. Los microbios no pueden ser amigos. Esto es así no solo en el ámbito de la intuición popular, sino que también, durante décadas, ha sido la opinión prevalente dentro del orbe científico. Había que acotar espacios libres de microbios para vivir mejor y evitar el consumo de alimentos con microbios. El eufemismo consistió en llamar fermentos a los microbios del yogur, del queso, del vino, de la cerveza, de las aceitunas.

La ecología ha logrado cambiar radicalmente la visión de la ciencia sobre el mundo microbiano. Cuando se aísla a un ser vivo fuera de su entorno natural, en el laboratorio, en un zoológico, en una maceta, se hace necesario reproducir de forma artificial las condiciones y requisitos imprescindibles para mantenerlo vivo, es decir, hay que aportar nutrientes, temperatura y atmósfera adecuadas, etc. La vida en el aislamiento de un laboratorio experimental resulta muy difícil, costosa, de frágil sostenibilidad, o incluso imposible. Pero la naturaleza no es así. La interacción entre los millones de especies vivas que pueblan nuestro planeta hace que sea posible la vida de todos, mediante miríadas de interacciones que de modo espontáneo generan continuamente condiciones de vida y equilibrio sostenible para todos.

Esto no solo es válido para todo el ecosistema terrestre en su conjunto, sino también para nichos ecológicos particulares, como puede ser un lago, un bosque, un charco, un animal vivo... y un ser humano. El individuo humano está poblado por miríadas de microbios desde el primer minuto de la vida. La vida del ser humano, tal como la conocemos, es posible y sostenible

gracias a la simbiosis con los microbios que nos colonizan. Las microbiotas que pueblan toda la superficie y las cavidades que están en contacto con el ambiente exterior son parte constitutiva y funcional del individuo humano. Por tanto, esas microbiotas están integradas en el curso biológico del individuo e influyen en su devenir fisiológico y patológico. Nuestra vitalidad no depende únicamente de las células con cromosomas humanos, sino también del equilibrio idóneo con los microbios que conviven con nosotros.

Se ha abierto un mundo nuevo para la investigación científica y para la medicina. El papel de la microbiota humana en la salud y la enfermedad ha entrado en la vanguardia de la medicina del siglo XXI. Investigadores y profesionales de la salud necesitamos comprender mejor la fisiología de las microbiotas que nos pueblan y disponer de los medios adecuados para optimizar sus funciones y prevenir la enfermedad.

Este libro presenta la actualización más completa sobre los conocimientos científicos que se han adquirido en la última década. Gracias al trabajo de coordinación del Dr. Guillermo Álvarez Calatayud, este manual reúne más de cien capítulos fruto de la colaboración de expertos de todo el mundo, que nos han transmitido sus valiosos conocimientos. Les pedimos capítulos claros y concisos, pero lo más completos y actualizados posible, para que el lector pueda abordar el nuevo horizonte por el que progresan las ciencias de la salud. Se trata, por tanto, de nuestro manual, el manual de la *Sociedad Española de Microbiota, Probióticos y Prebióticos*.

Francisco Guarner
Presidente de la SIAMPyP
Barcelona, 2 de febrero de 2022

Presentación

Los seres humanos tenemos en nuestro organismo al menos el mismo número de bacterias que de células propias, que aparecen en todas las partes del cuerpo y que representan aproximadamente un kilo del peso corporal. Es lo que llamamos microbiota y que está formada por el conjunto de microorganismos que colonizan, sobre todo, la piel y aquellas cavidades que se comunican con el exterior, que son básicamente la vagina y el aparato digestivo. La mayor proporción de bacterias se encuentra en el intestino grueso, donde el número de bacterias es enorme, 100.000 millones. La relación suele ser mutualista, ya que los microorganismos nos proporcionan una serie de ventajas que van desde la protección contra la invasión de microorganismos patógenos y el desarrollo del sistema inmunitario hasta la contribución en la digestión de los componentes de la dieta y el aporte de vitaminas y otros nutrientes esenciales. El microbioma es el conjunto de genomas de los microorganismos que forman parte de la microbiota, aunque se tiende a utilizar ambos términos indistintamente. Las funciones que realiza la microbiota son esenciales para la vida y, por ello, llamamos ecosistema o superorganismo al conjunto de actores de esta relación mutualista.

Hace más de un siglo que sabemos que la microbiota tiene efectos beneficiosos para el organismo. A pesar de ello, su estudio permaneció bastante oculto durante la mayor parte del siglo XX, debido a que no se habían desarrollado tecnologías que permitieran analizar adecuadamente las complejas comunidades microbianas que habitan en nuestro cuerpo y la enorme variedad de interacciones que se producen como consecuencia de ello. El advenimiento de las técnicas genómicas y, con ellas, proteómicas y metabolómicas, ha mejorado esa carencia y ha promovido un gran

esfuerzo a nivel científico para comprender ese mundo tan cercano a nosotros, pero al mismo tiempo tan ignorado.

La modulación de la microbiota intestinal para mejorar la salud se ha llevado a cabo de forma empírica desde la antigüedad, con conocimiento sobre el uso de alimentos fermentados para el tratamiento de infecciones gastrointestinales que se remontan al año 76 antes de Cristo. Pero no fue hasta 1910 cuando Elie Metchnikoff observó que los habitantes de las aldeas de los Balcanes alcanzaban edades muy avanzadas y relacionó este hecho con el consumo regular de leche fermentada postulando que las bacterias implicadas en esta fermentación serían las responsables de su longevidad. Desde entonces, la implicación de las alteraciones de la microbiota en el origen y desarrollo de más de trescientas enfermedades ha promovido una gran cantidad de investigaciones encaminadas a preservarla y enriquecerla, lo que ha dado lugar a su aplicación clínica con el uso de probióticos y prebióticos. En los últimos años, las técnicas para modular la microbiota intestinal se han sofisticado, con novedosas aplicaciones en medicina, como la transferencia de microbiotas.

Han pasado seis años desde que la Sociedad Española de Microbiota, Probióticos y Prebióticos (SEMiPyP), respondiendo a la demanda de los profesionales sanitarios que querían ampliar sus conocimientos sobre el tema bajo el mayor rigor científico, editó el libro *Probióticos, prebióticos y salud: Evidencia científica*, verdadera primera edición de la obra que tienen en sus manos. Desde entonces el interés de los profesionales se ha multiplicado paralelamente al conocimiento del mundo de la microbiota. Reflejo de ello es que el número de capítulos se ha doblado en esta edición.

La 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 creciendo como sociedad científica, organizando nuevos eventos propios o con otras sociedades afines nacionales o internacionales (ISAPP), colaborando con todos los profesionales sanitarios (médicos de todas las especialidades, farmacéuticos, veterinarios, odontólogos, dietistas-nutricionistas, enfermeros, matronas, microbiólogos, investigadores básicos, etc.), impulsando la creación de nuevas sociedades científicas en otros países (SIAMPyP, sociedad iberoamericana que preside el coordinador de este libro, el doctor Francisco Guarner), completando la docencia, todavía escasa en muchos grados en Ciencias de la Salud, con la organización de cursos para profesionales y un Máster de la sociedad, cooperando en estudios científicos con asociaciones de pacientes, divulgando conocimientos sobre el tema en redes sociales, etc. Proyectos que, sin duda, han podido llevarse a cabo gracias al apoyo de la industria farmacéutica y alimentaria. Reseñar, incluso que, en este periodo de pandemia

por COVID-19, la modulación de la microbiota también se ha postulado como una alternativa preventiva y terapéutica de esta infección que nos ha marcado a todos, con resultados prometedores en los estudios realizados hasta el momento.

En definitiva, empezamos a percibir de una manera diferente la importancia que las bacterias juegan en la salud y la enfermedad y, aunque todavía queda mucho por entender y un largo camino por recorrer, estamos sin duda en el inicio de una nueva era en el estudio de la relación entre las bacterias y el cuerpo humano y cuya investigación proporcionará nuevas aplicaciones en el tratamiento y la prevención de muchas enfermedades. Se trata sin duda de una de las revoluciones científicas más importantes en la medicina del futuro. Espero que este sentimiento esté representado en este libro, elaborado por científicos y clínicos y que refleja el “mutualismo” que existe entre los miembros de nuestra sociedad científica.

Guillermo Álvarez Calatayud
Presidente de la SEMiPyP
Madrid, 16 de febrero de 2022

Abreviaturas

- 5mC: 5-metilcitosina
- A β : péptido β -amiloide
- AA: alergia alimentaria
- AB: antibiótico
- ACTH: hormona adenocorticotropa
- ADI: dosis diarias admisibles
- ADN: ácido desoxirribonucleico
- AGCC: ácidos grasos de cadena corta
- APLV: alergia a la leche de vaca
- APPCC: análisis de peligros y puntos de control críticos
- AR: artritis reumatoide
- ARN: ácido ribonucleico
- ARNr: ARN ribosómico
- CFTR: regulador de la conductancia transmembrana
- CRH: hormona liberadora de la corticotropina
- CRP: proteína C reactiva
- DA: dermatitis atópica
- DMT2: diabetes mellitus tipo 2
- EBC: edulcorantes bajos en calorías
- ECN: enterocolitis necrotizante
- EFSA: Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
- eHOMD: *expanded Human Oral Microbiome Database*
- EII: enfermedad inflamatoria intestinal
- EMA: Agencia Europea de Medicamentos
- ENN: edulcorantes no nutritivos
- ENT: enfermedad no transmisible
- EPS: exopolisacáridos
- ERA: enfermedad respiratoria alérgica
- ESPGHAN: Sociedad Europea de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
- FIAF: factor adiposo inducido por el ayuno
- FOS: fructooligosacáridos
- FQP: fibrosis quística pancreática
- GABA: ácido γ -aminobutírico
- GAG: glicosaminoglicanos
- GALT: *gut-associated lymphoid tissue*
- GLP1: incremento del péptido similar al glucagón tipo 1
- GOS: galactooligosacáridos
- GRAS: *Generally Recognized as Safe*
- HbAC1: hemoglobina glicosilada
- HDL: *High Density Lipoprotein*
- HMO: *Human Milk Oligosaccharides*
- HP: haptoglobina
- HPA: eje hipotálamo-pituitario-adrenal
- IARC: Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer
- IBP: inhibidor de la bomba de protones
- IL: interleucina
- ISAPP: *International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics*
- ITS: *fungal Internal Transcribed Spacer*
- ITUs: infecciones del tracto urinario
- ITURs: infecciones del tracto urinario recurrentes
- JAM: *Junctional Adhesion Molecules*
- JECFA: Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios
- lcFOS: fructooligosacáridos de cadena larga
- LGG: *Lactobacillus rhamnosus* GG
- LPS: lipopolisacáridos
- MI: microbiota intestinal
- M-M: eje músculo-microbiota
- NGS: *Next Generation Sequencing*
- OMS: Organización Mundial de la Salud
- PAMs: péptidos antimicrobianos
- pre-HP2: prehaptoglobina
- PFs: polifenoles
- PGN: peptidoglicano

- PMAM: patrones moleculares asociados a microorganismos
- QPS: *Qualified Presumption of Safety*
- REH: recirculación entero-hepática
- ROS: especie reactiva de oxígeno
- SAM: S-adenosil metionina
- scGOS: galactooligosacáridos de cadena corta
- SEMIPyP: Sociedad Española de Microbiota, Probióticos y Prebióticos
- SII: síndrome de intestino irritable
- SLE: lupus eritematoso sistémico
- SNA: sistema nervioso autónomo
- SNC: sistema nervioso central
- TD: trastorno depresivo
- TGF β : factor de crecimiento transformante β
- TGI: tracto gastrointestinal
- TGU: tracto genitourinario
- TLR: *Toll-like Receptors*
- TNF: factor de necrosis tumoral
- T-reg: células T reguladoras
- TU: tracto urinario
- UA: uniones de anclaje
- UCI: unidad de cuidados intensivos
- UV: ultravioleta
- VIH: virus de la inmunodeficiencia humana
- VPH: virus del papiloma humano
- VRS: virus respiratorio sincitial
- WAO: Organización Mundial de Alergia

MICROBIOTA Y MICROBIOMA

1. **Microbiota autóctona. Funciones. Microbioma humano** 1
P. Ruas Madiedo, J.E. Suárez Fernández
2. **La microbiota oral** 15
N. Molinero García, B. Bartolomé Sualdea, M.V. Moreno-Arribas
3. **Microbiota intestinal** 21
C. Sabater Sánchez, I. Calvete de la Torre, L. Ruiz García, A. Margolles Barros
4. **Microbiota y efecto barrera. Permeabilidad intestinal** 27
S. Gómez Senent
5. **La vagina y su microbiota** 33
C. Martín Cueto, J.E. Suárez Fernández
6. **Microbiota de la leche humana** 39
I. Castro Navarro, J. Jara Pérez, B. Orgaz Martín, L. Fernández Álvarez, J.M. Rodríguez Gómez
7. **Microbiota del tracto respiratorio** 45
R. Rodríguez Fernández, F. González Martínez, M.I. González Sánchez, J. Pérez Moreno, B. Toledo del Castillo
8. **La microbiota de la piel: composición y funciones** 53
L.M. Nieto Benito, M. Campos Domínguez
9. **Microbiota biliar** 57
N. Molinero García, A. Margolles Barros, S. Delgado Palacio
10. **Microbiota del tracto urinario** 63
J.M. Rodríguez Gómez
11. **Microbiota del tracto genital masculino** 67
J.M. Rodríguez Gómez
12. **El viroma humano** 73
S. Escobedo Martín, J.E. Suárez Fernández
13. **Otras microbiotas: hongos** 79
A. Vázquez Merchán, M.A. Rivas Muñoz, I. Martín Tornero, S. Ruiz-Moyano Seco de Herrera
14. **Parásitos** 87
J.M. Rodríguez Gómez
15. **Técnicas aplicadas al estudio de la microbiota** 93
C. Sabater Sánchez, P. Ruas Madiedo

IMPACTO SOBRE LA MICROBIOTA

16. **Factores que influyen en el desarrollo de la microbiota** 101
S. Arboleya Montes, S. Delgado Palacio, M. Gueimonde Fernández
17. **Epigenética y microbiota** 107
A. Peñarroya Rodríguez, A. Fernández Fernández, M. Fernández Fraga
18. **Impacto de los antibióticos sobre la microbiota** 113
A. Moya Simarro, S. Ruiz Ruiz, V. Pérez Brocal
19. **Uso y abuso de antibióticos: el resistoma** 119
F. Guarner Aguilar
20. **Medicamentos y microbiota intestinal** 123
A. Maruy Saito
21. **Dieta y microbiota intestinal** 127
F. Guarner Aguilar, F. Azpiroz Vidaur
22. **Microbiota y edulcorantes** 133
J. Plaza Díaz, F.J. Ruiz Ojeda, A. Gil Hernández
23. **Alcohol y microbiota** 139
J.A. López Moreno, L. Segovia Rodríguez, E. Giné Domínguez, V. Echeverry Alzate, K.M. Bühler
24. **Efecto de la actividad física, ejercicio físico y sedentarismo sobre la microbiota intestinal** 145
L.E. Díaz Prieto, S. Gómez Martínez, E. Nova Rebato, A. Marcos Sánchez
25. **Estrés, sueño y consumo de tabaco como factores determinantes en la composición de la microbiota** 151
S. Gómez Martínez, L.E. Díaz Prieto, E. Nova Rebato, A. Marcos Sánchez
26. **La microbiota de los edificios** 157
J.M. Rodríguez Gómez
27. **Concepto de disbiosis intestinal y su implicación en salud y enfermedad** 161
F. Guarner Aguilar, G. Álvarez Calatayud

PROBIÓTICOS Y PREBIÓTICOS

28. **Probióticos: conceptos generales y aspectos tecnológicos** 167
J.M. Rodríguez Gómez, T. Requena Rolanía
29. **Historia de los probióticos** 173
J.M. Rodríguez Gómez, J.E. Suárez Fernández
30. **Prebióticos** 181
A. Clemente Gimeno, T. Requena Rolanía
31. **Fibra dietética** 185
A. Clemente Gimeno
32. **Oligosacáridos de la leche materna: un enigma casi resuelto** 191
L. Fernández Álvarez, I. Castro Navarro, J. Jara Pérez, B. Orgaz Martín
33. **Polifenoles** 197
F.A. Tomás Barberán, R. García Villalba, A. González Sarrías, M.V. Selma García, J.C. Espín de Gea

34.	Mecanismos de acción de los probióticos	203
	<i>T. Requena Rolanía, E. Suárez Fernández</i>	
35.	Mecanismos de acción de los prebióticos	209
	<i>A. Clemente Gimeno</i>	
36.	Simbióticos	215
	<i>F. Medina Monroy, D.J. Rosa Salazar</i>	
37.	Postbióticos	221
	<i>S. Oddi, S. Gómez Senent, G. Vinderola, M.C. Collado Amores</i>	
38.	Paraprobóticos	227
	<i>G. Álvarez Calatayud, A. Margolles Barros, R. Leis Trabazo, L. Peña Quintana</i>	
39.	Las microbiotas definidas	233
	<i>R. Marcos Fernández, L. Ruiz García, A. Margolles Barros</i>	
40.	Seguridad en el empleo de los probióticos	239
	<i>M. Tólin Hernani, G. Álvarez Calatayud, C. Miranda Cid, C. Sánchez Sánchez, M. Zeferino Feltrin</i>	
41.	Legislación	245
	<i>S. Bañares Vilella, M.C. Collado Amores, M. Gueimonde Fernández</i>	

INMUNONUTRICIÓN

42.	El sistema inmunitario	253
	<i>M. De la Fuente del Rey, J.M. Martín Villa</i>	
43.	Sistema inmune de las mucosas. Influencia bacteriana en la activación y homeostasis intestinal	261
	<i>C. Maldonado Galdeano, S.I. Cazorla, F. Balcells, M.J. Martínez Monteros, G. Perdigón</i>	
44.	Psiconeuroinmunología. El eje microbiota-intestino-cerebro	267
	<i>M. De la Fuente del Rey, A. Vargas Caraveo, G. Pacheco López</i>	
45.	Definición, concepto e investigación en la interacción nutrición-inmunidad	277
	<i>S. Gómez Martínez, L.E. Díaz Prieto, E. Nova Rebato, A. Marcos Sánchez</i>	
46.	Alimentos funcionales y nutraceuticos	281
	<i>L.E. Díaz Prieto, S. Gómez Martínez, E. Nova Rebato, A. Marcos Sánchez</i>	
47.	Beneficios de las leches fermentadas en la salud	289
	<i>J. Fontecha Alonso, M. Juárez Iglesias, M.V. Calvo Garrido</i>	
48.	Binomio madre-hijo. Lactancia materna y alimentación infantil	295
	<i>M. Selma Royo, A. Marcos Sánchez, M.C. Collado Amores</i>	
49.	Envejecimiento y microbiota	305
	<i>M. De la Fuente del Rey</i>	

APLICACIONES CLÍNICAS DE PROBIÓTICOS Y PREBIÓTICOS

50.	Empleo en Perinatología	315
	<i>J. Díez-Delgado Rubio, M. Suárez Rodríguez</i>	
51.	Probióticos y enterocolitis necrosante	319
	<i>M.L. Couce Pico, C. Zozaya</i>	
52.	Probióticos y prebióticos en fórmulas lácteas infantiles	325
	<i>J. Maldonado Lozano, J.M. Moreno Villares</i>	

53.	Diarrea aguda en la infancia: uso de probióticos adyuvantes para su tratamiento	331
	<i>R. Vázquez Frías</i>	
54.	Probióticos en patología digestiva en Pediatría	335
	<i>J.J. Díaz Martín, B. Espín Jaime</i>	
55.	Empleo de probióticos y prebióticos en otras patologías pediátricas	341
	<i>R. Leis Trabazo, L. Peña Quintana</i>	
56.	Microbiota y patología reproductiva	347
	<i>D.A. Beltrán Vaquero†, A. Beltrán Crespo, A. Cabrales Miró-Granada</i>	
57.	Uso de probióticos en las mastitis	353
	<i>D.A. Beltrán Vaquero†, A. Cabrales Miró-Granada, A. Beltrán Crespo</i>	
58.	Probióticos en vaginosis y vaginitis	359
	<i>D.A. Beltrán Vaquero†, A. Cabrales Miró-Granada, A. Beltrán Crespo</i>	
59.	Diarrea aguda en el adulto	365
	<i>S. Gómez Senent</i>	
60.	Diarrea asociada a antibióticos	371
	<i>R. Tojo González, C. Moro Villar, M. Izquierdo Romero</i>	
61.	Diarrea del viajero	377
	<i>A.T. Abreu y Abreu, A. Corpa Alcalde</i>	
62.	Trastornos funcionales digestivos	381
	<i>S. Gómez Senent</i>	
63.	Enfermedad inflamatoria intestinal	389
	<i>C. Calviño Suárez, I. Bastón Rey, M. Barreiro de Acosta</i>	
64.	Microbiota y enfermedad celíaca	393
	<i>J.A. Giménez Bastida, A. García Tejedor, M. Morante Brave, J.M. Laparra Llopis</i>	
65.	Infección por <i>Helicobacter pylori</i>	397
	<i>H. Cohen Engelman, Y. Pontet Peralta</i>	
66.	Odontología y salud oral	401
	<i>A.J. Flichy Fernández</i>	
67.	Prevención y tratamiento de las enfermedades alérgicas	407
	<i>M.E. Seoane Reula, G. Zambrano Ibarra</i>	
68.	Probióticos en patología ORL y respiratoria	413
	<i>J. Hernández Calvín, S. Bellón Alonso</i>	
69.	Aplicaciones clínicas del estudio de la microbiota y uso de probióticos en patología dermatológica	421
	<i>V. Navarro López, B. Ruzafa Costas, E. Núñez Delegido, L. Navarro Moratalla</i>	
70.	Uso de probióticos en la prevención y tratamiento de las enfermedades infecciosas	429
	<i>T. Sainz Costa</i>	
71.	Microbiota, probióticos y vacunas	433
	<i>G. Álvarez Calatayud, T. Barceló López, J. Díez-Delgado Rubio, A. Fernández González, E. Rodríguez Pascual</i>	
72.	COVID-19, microbiota y probióticos	441
	<i>M. Mozota Herbera, L. Fernández Álvarez, G. Álvarez Calatayud, F. Guarner Aguilar, J.M. Rodríguez Gómez</i>	

73.	Autismo y otros trastornos del comportamiento	449
	<i>G. Álvarez Calatayud, E. Barredo Valderrama, I. Pérez Sebastián, I. Garza Ruiz</i>	
74.	Patologías psiquiátricas	459
	<i>M. Martín Carrasco</i>	
75.	Enfermedades neurodegenerativas	465
	<i>M. De la Fuente del Rey</i>	
76.	Otras enfermedades neurológicas (esclerosis múltiple y otras autoinmunes; sistema nervioso periférico)	473
	<i>A. Bodas Pinedo, M. Blanco Fuentes</i>	
77.	Microbiota y lesionados medulares	479
	<i>M.A. González Viejo</i>	
78.	Obesidad: microbiota, probióticos y prebióticos	487
	<i>N. Redondo Useros, E. Nova Rebato, S. Gómez Martínez, L.E. Díaz Prieto, A. Marcos Sánchez</i>	
79.	Papel de la microbiota, probióticos y prebióticos en desnutrición y trastornos del comportamiento alimentario	495
	<i>E. Nova Rebato, L.E. Díaz Prieto, S. Gómez Martínez, A. Marcos Sánchez</i>	
80.	El papel de la microbiota en las alergias alimentarias	501
	<i>C. Boggio-Marzet, G. Álvarez Calatayud, R. Leis Trabazo, L. Keller, A. Merino Hernández</i>	
81.	Intolerancias alimentarias. Influencia de las dietas restrictivas sobre la microbiota	507
	<i>R. Leis Trabazo, G. Álvarez Calatayud, C. Boggio-Marzet, C. Rodríguez Jiménez, M. Jiménez Gutiérrez</i>	
82.	Prevención de las enfermedades metabólicas y cardiovasculares	513
	<i>I. Moreno Indias, F.J. Tinahones Madueño</i>	
83.	Enfermedades autoinmunes y microbiota	519
	<i>C. Vaquero Yuste, M. Molina Alejandre, I. Juárez Martín-Delgado, S. Cordero Vargas, J.M. Martín Villa</i>	
84.	Microbiota y enfermedades reumatológicas	527
	<i>J.C. Nieto González, C.M. González Fernández, S. Cordero Vargas</i>	
85.	Microbiota y cáncer	533
	<i>J. Fernández Fernández, C.J. Villar Granja, F. Lombó Brugos</i>	
86.	Geriatría y Gerontología	537
	<i>D. Crespo Santiago, J. Navas Méndez, C. Fernández Viadero</i>	
87.	Probióticos en Urología	541
	<i>J.M. Rodríguez Gómez, G. Reid</i>	
88.	Probióticos en patología quirúrgica	549
	<i>M. Fanjul Gómez, E. Molina Hernando</i>	
89.	Empleo de probióticos en el paciente crítico	555
	<i>M.J. Solana García, J. López-Herce Cid, J. López González</i>	
90.	Empleo de probióticos y prebióticos en Atención Primaria	559
	<i>M. Ricote Belinchón</i>	
91.	Probióticos y prebióticos en población sana	563
	<i>M. De la Fuente del Rey, T. Requena Rolanía</i>	

TRANSFERENCIA DE MICROBIOTA FECAL

92. **Transferencia de microbiota fecal: perspectiva histórica y aplicaciones** 569
I. Calvete de la Torre, A. Margolles Barros, L. Ruiz García
93. **Recogida y procesamiento de muestras para la transferencia de microbiota fecal** 575
C. Lara Aroco, A. Moreno Blanco, M. Ponce Alonso, M.I. Serrano Tomás, R. del Campo Moreno
94. **Validación de donantes de heces para la transferencia de microbiota fecal** 579
A. Moreno Blanco, A.V. Halperin, M. Ponce Alonso, C. Lara Aroco, R. del Campo Moreno
95. **Indicaciones actuales de la transferencia de microbiota fecal y perspectivas futuras** 585
*M. Ponce Alonso, S. García Fernández, A. Moreno Blanco, C. Lara Aroco,
C. Rodríguez Jiménez, R. del Campo Moreno*
96. **Transferencia de microbiota fecal en Pediatría** 597
C. Miranda Cid, G. Álvarez Calatayud, C. Sánchez Sánchez, M. Tolín Hernani, M. Zeferino Feltrin

MISCELÁNEA

97. **Requisitos de probióticos y prebióticos como preparados farmacéuticos** 605
A. García Perea, A. de Andres Dirube
98. **Dispensación e indicaciones farmacéuticas del uso de probióticos en la farmacia comunitaria** 609
A.M. Mateos Lardiés
99. **La microbiota y los profesionales de la salud** 613
G. Álvarez Calatayud, C. Boggio-Marzet, J. Pérez Moreno, L. Taboada Castro, M.A. Monroy Tapiador
100. **Medios de comunicación. Redes sociales. Información a consumidores** 619
N. García Trillas, G. Álvarez Calatayud
101. **Guías de práctica clínica y recomendaciones de grupos de trabajo y sociedades científicas** 625
J. Pérez Moreno, G. Álvarez Calatayud, A. Bodas Pinedo, J. Gil de Gracia, I.S. Alonso Larruscain
102. **Aplicación de modelos animales en el estudio de la microbiota** 633
J. Fernández Fernández, C.J. Villar Granja, F. Lombó Brugos, A. Clemente Gimeno
103. **La industria de los probióticos** 643
M. Mengual Aliés, S. Audivert Brugué
104. **El microbioma como diagnóstico: biomarcadores de riesgo o de progresión** 647
A. García Caballero, M. Ponce Alonso, R. Cantón Moreno
105. **El futuro del microbioma** 653
I. Biliaieva Koretska, M.E. Chenoll Cuadros, P. Martorell Guerola, M. Tortajada Serra, D. Ramón Vidal

ANEXOS

- I **Glosario de términos** 659
L. de la Sen de la Cruz, S. Amorós Villaverde, J. Rodríguez Represa, L. Oliva García
- II **Enlaces de interés** 673
M. Jiménez Gutiérrez, G. Álvarez Calatayud

- Índice de materias** 675