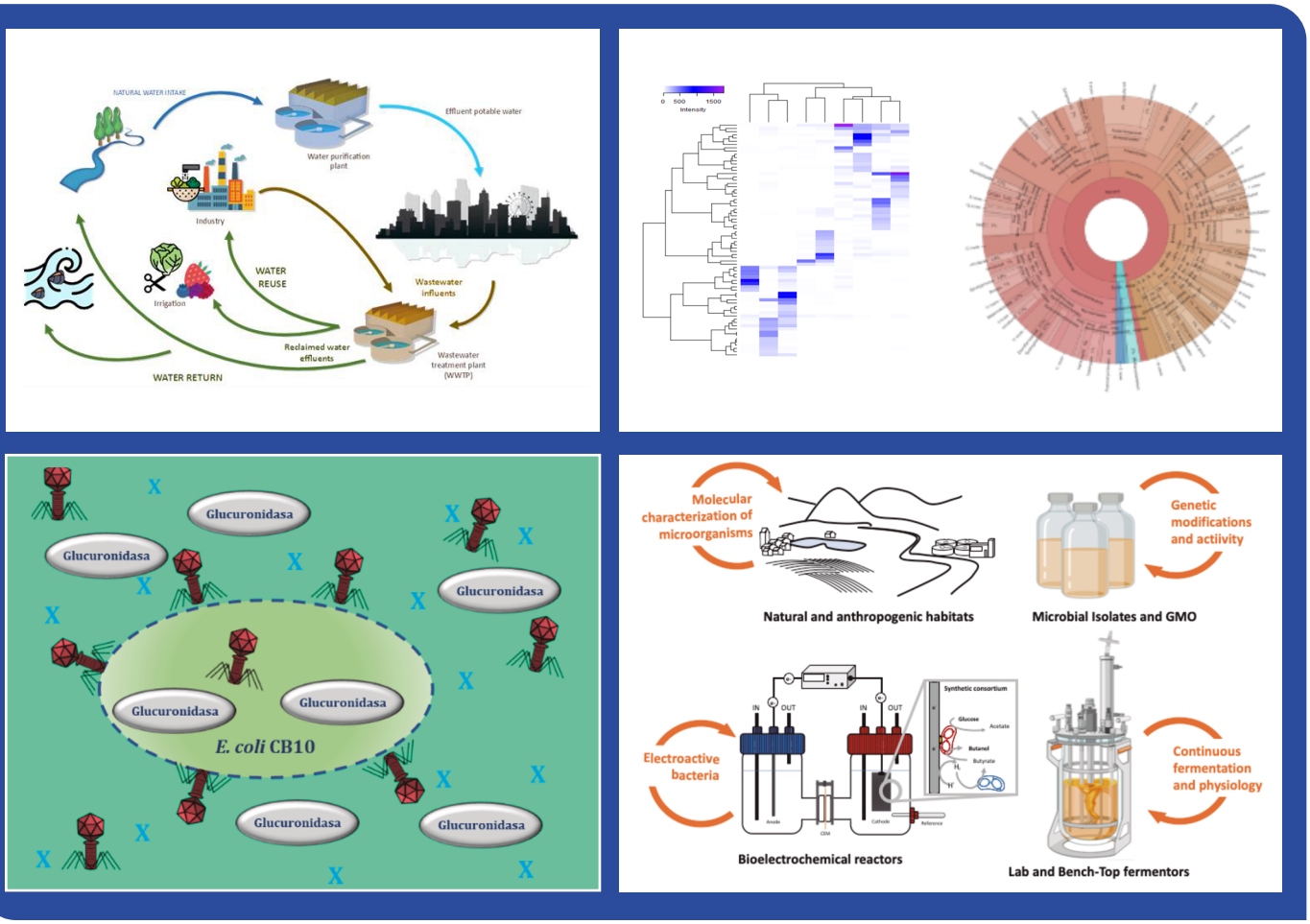
N.º 74 DICIEMBRE 2022

SEM@foro

Revista de la Sociedad Española de Microbiología

ESPECIAL MICROBIOLOGÍA DEL MEDIO ACUÁTICO



Bicentenario del nacimiento de Pasteur

www.semicrobiologia.org

Junta Directiva de la Sociedad Española de Microbiología

Presidente

ANTONIO VENTOSA UCERO
Dpto. Microbiología y Parasitología.
Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla.
C/ Prof. García González, 2. 41012 Sevilla.
ventosa@us.es

Vice-Presidente y Presidente Electo

RAFAEL GIRALDO SUÁREZ
Laboratorio de Amiloides Bacterianos Sintéticos
Departamento de Biotecnología Microbiana
Centro Nacional de Biotecnología. CNB-CSIC
C/ Darwin nº 3. 28049 Madrid
rgiraldo@cnb.csic.es

Secretaria

ALICIA PRIETO ORZANCO
Centro de Investigaciones Biológicas
CSIC. C/Ramiro de Maeztu, 9. 28040 Madrid

Tesorero

VÍCTOR JIMÉNEZ CID
Dpto. Microbiología II. Facultad de Farmacia.
Universidad Complutense de Madrid.
28040 Madrid.
vicjcid@ucm.es

Editores de publicaciones

International Microbiology

ASUNCIÓN DE LOS RÍOS
Instituto de Recursos Naturales
Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC
Serrano 115 bis. 28006 Madrid.
arios@ccma.csic.es

SEM@foro

MAGDALENA MARTÍNEZ CAÑAMERO
Departamento Ciencias de la Salud
Facultad Ciencias Experimentales
Paraje de las Lagunillas, s/n
Universidad de Jaén. 23071 Jaén.
canamero@ujaen.es

NoticiaSEM

JÉSSICA GIL SERNA
Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Complutense de Madrid.
28040 Madrid
jgilsern@ucm.es

Directora de la Colección Española de Cultivos Tipo

ROSA AZNAR NOVELLA
Dpto. Microbiología y Ecología. Facultat de Ciències Biològiques. Univ. de Valencia.
C/ Dr. Moliner 50. 46100 Burjassot (València).
rosa.aznar@uv.es

Responsable Cursos de Formación Continua online

DIEGO A. MORENO
Departamento de Ingeniería y Ciencia de los Materiales
ETS Ingenieros Industriales
Universidad Politécnica de Madrid
José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid
diego.moreno@upm.es

Webmaster de la SEM

MANUEL SÁNCHEZ ANGULO
Departamento de Producción Vegetal y Microbiología
Universidad Miguel Hernández
03202 Elche (Alicante).
m.sanchez@umh.es

Vocales

Mª JOSÉ FIGUERAS SALVAT
Unitat de Biologia i Microbiologia.
Facultat de Medicina i Ciéncies de la Salut.
Universitat Rovira i Virgili.
C/ Sant Llorenç, 21. E-43201 Reus (Tarragona).
mariajose.figueras@urv.cat

INÉS ARANA BASABE
Dpto. de Inmunología, Microbiología y Parasitología. Facultad de Ciencias y Tecnología.
Universidad del País Vasco (UPV/EHU).
C/ Barrio Sarriena s/n. E-48940 Leioa (Bizkaia).
ines.arana@ehu.eus

MONTSERRAT LLAGOSTERA CASAS
Dpto. de Genêtica i Microbiologia. Universitat Autônoma de Barcelona. Cerdanyola del Vallês. 08193 Barcelona.
montserrat.llagostera@uab.cat

IGNACIO BELDA AGUILAR
Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología (Unidad de Microbiología)
Facultad de Biología
Universidad Complutense de Madrid
C/ José Antonio Novais 12, 28040-Madrid
ignaciobelda@ucm.es

Presidentes de Grupos

Biodeterioro, Biodegradación y Biorremediación

ANA M. GARCÍA RUIZ
Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
C/ José Gutiérrez Abascal, 2 - 28006 Madrid.
ana.garcia.ruiz@upm.es

Hongos Filamentosos y Levaduras (Micología)

Mª ÁNGELES DE LA TORRE RUIZ
Departamento Ciencias Médicas Básicas.
Facultad de Medicina.
Institut de Recerca Biomédica (IRBLLeida).
Biomedicina 1. Universidad de Lleida
Alcalde Rovira Roure nº80 - 25198-Lleida
mariaangeles.delatorre@udl.cat

Biología de Microorganismos Patógenos

ÓSCAR ZARAGOZA
Centro Nacional de Microbiología. Servicio Micología. Ctra. Majadahonda-Pozuelo, km. 2.
28220 Majadahonda-Madrid.
ozaragoza@isciii.es

Microbiología Industrial y Biotecnología Microbiana

JOSÉ ANTONIO GIL SANTOS
Dpto. Biología Molecular. Facultad Biología.
Universidad de León. 24004 León.
jose.a.gil@unileon.es

Microbiología de los Alimentos

GONZALO GARCÍA DE FERNANDO MINGUILLÓN
Dpto. Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, UCM.
Avda. Puerta de Hierro s/n. 28040 Madrid.
e-mail: mingui@vet.ucm.es

Microbiología Molecular

ADELA GONZÁLEZ DE LA CAMPA
CSIC-ISCIII, Centro Nacional de Microbiología.
Cta. Pozuelo km. 2. 28220 Majadahonda (Madrid)
agcampa@isciii.es

Microbiología del Medio Acuático

ALICIA ESTÉVEZ TORANZO
Departamento de Microbiología. Facultad de Biología / CIBUS. Univ. de Santiago de Compostela. Campus Universitario Sur, s/n.
15782 Santiago de Compostela - (A Coruña).
alicia.estevez.toranzo@usc.es

Microbiología de Plantas

EMILIA LÓPEZ SOLANILLA
Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP). Dpto Biotecnología-Biología Vegetal.
ETSIAAB. Campus Montegancedo
Universidad Politécnica de Madrid
28223 Pozuelo de Alarcón
emilia.lopez@upm.es

Taxonomía, Filogenia y Diversidad

JESÚS LÓPEZ ROMALDE
Dpto. Microbiología y Parasitología. Facultad de Farmacia, Univ. de Santiago de Compostela.
15706 Santiago de Compostela (A Coruña).
jesus.romalde@usc.es

Docencia y Difusión de la Microbiología

IGNACIO LÓPEZ GOÑI
Departamento de Microbiología y Parasitología. Universidad de Navarra
Campus universitario – 31080 – Pamplona
ilgoni@unav.es

SEM@foro es una publicación semestral de la Sociedad Española de Microbiología (SEM)

Directora: Magdalena Martínez Cañamero
E-mail: canamero@ujaen.es

Co-editora de la sección Microbiología del Medio Acuático: Alicia Estévez Toranzo

La SEM y la Directora no comparten necesariamente las opiniones que puedan aparecer en artículos, informaciones o cartas enviados por los socios, ni se responsabilizan de su veracidad.

ISSN: 2254-4399
Depósito Legal: M-12838-2013

Maquetación e Impresión: Diseño y Control Gráfico, S.L. Tel.: 91 731 05 13
E-mail: info.dcg@design2aa.com
www.design-2aa.com

www.semicrobiologia.org/sec/SEMaFORO

Sumario

Collage realizado a partir de algunas de las imágenes proporcionadas por los miembros del Grupo de Microbiología del Medio Acuático para el especial de este número.

NOTA DEL PRESIDENTE

Antonio Ventosa 2

NOTA DEL PRESIDENTE ELECTO

Rafael Giraldo 3

NUESTROS GRUPOS

Informe de los grupos especializados 4

ARTÍCULOS

Las bacterias simbiontes de los nematodos entomopatógenos como fuente de nuevos antibióticos 6

Pasteur, el padre de la Microbiología moderna 8

La pandemia de gripe de 1918 en la prensa española 13

CONGRESOS Y REUNIONES

XIII Reunión del grupo de Microbiología del Medio Acuático 21

VIII Congreso Nacional de Microbiología Industrial y Biotecnología Microbiana 24

Microbiología: Más Allá de la COVID-19. V Reunión de Docencia y Difusión de la Microbiología 26

XIII Reunión del Grupo Especializado de Microbiología Molecular 31

XIX Reunión bienal del Grupo de Taxonomía, Filogenia y Diversidad de la SEM 34

XXII Congreso Nacional de Microbiología de los Alimentos 37

Celebración de la XXV edición del Curso de Iniciación a la Investigación en Microbiología "Profesor J.R. Villanueva" de la SEM (Madrid, 11-14 de julio de 2022) 40

Celebración del Décimo aniversario del Instituto de Biología Funcional y Génomica (Salamanca) 43

ESPECIAL MMA-SEM

El Grupo de Microbiología del Medio Acuático (MMA) 44

Grupo AquaCOV: uso de probióticos para acuicultura 45

Biocontrol y Prevención de Enfermedades en Acuicultura 47

Bluephage, un caso de transferencia del conocimiento 49

Comunicación celular *quorum sensing* y su interrupción en bacterias marinas patógenas 51

Biotecnología para el diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades infecciosas en acuicultura 53

De los paisajes idílicos del lago de Banyoles a la inmersión en el laboratorio de Biotecnología 55

Grupo de Patología en Acuicultura (GIPA) 57

Patología, Genética y Biotecnología de especies acuícolas cultivadas 59

Microbiología del agua relacionada con la salud (MARS) 61

Grupo de investigación en Microbiología Ambiental de la Universidad Rovira i Virgili 63

Microbios marinos. En busca de respuestas en el mar 65

Grupo de investigación PAFZP ("Pathogens in Aquaculture: Fish and Zoonotic Pathogens") 67

Respuesta bacteriana al estrés 69

Biodiversidad procariota en ambientes acuáticos hipersalinos 71

Virus entéricos, UB 73

VISAFELab: Laboratorio de Virología Ambiental y Seguridad Alimentaria 75

Desvelando el papel biogeoquímico de los procariotas acuáticos: El grupo de Ecología Microbiana y Biogeoquímica de la Universitat de València 77

LIBROS

Humor vírico. Autor: Miguel Arranz 80

IN MEMORIAM

Mis recuerdos con Pepe Casadesús 81

César Nombela, expresidente de la SEM 83

NUESTRA CIENCIA

Solanimycin: Biosynthesis and Distribution of a New Antifungal Antibiotic Regulated by Two Quorum-Sensing Systems 85

TESIS

Resúmenes de tesis doctorales 87

Visite la página web de la Sociedad Española de Microbiología:

www.semicrobiologia.org

Encontrará información actualizada sobre congresos, reuniones, cursos y becas.

Socios protectores de la SEM:

Fundación Medina

Para solicitar más información, inscripciones o publicidad, diríjase a la Secretaría de la Sociedad Española de Microbiología.

CIB-CSIC. C/Ramiro de Maetzu, 9.
28040-Madrid
Tel.: 683 71 65 08
secretaria.sem@semicrobiologia.org

Nota del Presidente

ANTONIO VENTOSA
Presidente de la Sociedad Española de Microbiología

Todo lo que comienza, acaba. Cuando asumí la presidencia me comprometí a estar cuatro años trabajando para la sociedad, y estos cuatro años se vieron prolongados a ocho. Han sido ocho años maravillosos y todo un honor haber presidido la Sociedad Española de Microbiología (SEM). A partir de enero de 2023 tomará el testigo nuestro compañero Rafael Giraldo Suárez, anterior Vicepresidente y más recientemente Presidente-electo de la SEM. Es, por tanto, pertinente reflexionar acerca de la labor realizada durante estos pasados años y hacer crítica constructiva de la misma, así como comentar algunos aspectos que han quedado pendientes y una visión del futuro de nuestra querida sociedad.

En primer lugar, me gustaría destacar la estrecha colaboración con la que hemos trabajado los miembros de la Junta Directiva de la SEM, como máximo órgano de gobierno de la misma, y en especial de la que denominamos "minijunta" (Presidente/Vicepresidente/Secretario/Tesorero), que gestionamos el día a día de las actividades de la sociedad. Debo citar el trabajo codo con codo con los miembros de la "minijunta", Rafael Giraldo, Alicia Prieto y Víctor Jiménez Cid, sin olvidar a Juan Ayala e Irma Marín, anteriores Secretario y Tesorera, respectivamente. Cuando asumí mi cargo de presidente, uno de los retos que me propuse, y creo que hemos conseguido, es que fuera un periodo muy participativo, activo, con debates y acuerdos, que permitieran desarrollar nuevos proyectos y actividades destinados a mejorar la imagen y proyección de la SEM, revirtiendo las contribuciones de los socios hacia los mismos, y muy especialmente hacia los investigadores más jóvenes. Creo que esta buena sintonía con la que hemos venido trabajando desde la Junta Directiva se ha transmitido a los socios y a otras entidades e instituciones científicas. No obstante, sería deseable que los socios tengan consciencia de que el futuro de la SEM está en sus manos y que sería muy relevante que nos hicieran llegar sus ideas, iniciativas y qué esperan recibir de la SEM.

Por todo ello, debo agradecer a los miembros de las Juntas Directivas de la SEM y de los diez Grupos Especializados que la conforman, y muy especialmente a los socios, la oportunidad que me han brindado de regir los destinos de nuestra querida sociedad. También confío en contar con la benevolencia de todos, a la hora de juzgar mi trabajo al frente de la misma. Asímismo, debo agradecer con especial cariño, la labor que viene realizando nuestra Secretaria Administrativa, Isabel Perdiguero, por su trabajo eficaz a lo largo de tantos años, por la estrecha relación y confianza con la que hemos venido trabajando en el día a día de la gestión de la SEM.

Durante estos años hemos tenido la posibilidad de desarrollar importantes actividades, entre las que me gustaría destacar la celebración el pasado año del 75 aniversario de la fundación de la SEM. Entre los actos celebrados citamos la realización de la exposición sobre el mundo microbiano en el Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC de Madrid y el ciclo de conferencias complementario a la misma, la emisión de un sello de correos conmemorativo de dicha efeméride, de un billete del sorteo de la Lotería Nacional y de un cupón de la ONCE, la publicación de un volumen acerca del Desarrollo de la Microbiología en España, de Relatos Microscópicos II, de dos números especiales de SEM@foro en junio y diciembre de 2021 y de un número especial de nuestra revista International Microbiology (noviembre de 2021).

También considero relevantes los cambios realizados que han permitido darle a la SEM más visibilidad y dinamismo, con la finalidad de crear una "marca SEM", diseñando nuevos logotipos de la SEM y de los grupos especializados, rediseñando el estilo de nuestras publicaciones SEM@foro y NoticiaSEM, con una imagen más moderna y actual, una nueva página web, unificada para la sociedad y sus grupos especializados, más dinámica y acorde con los tiempos que vivimos, así como una mayor presencia en redes sociales.

En este balance de los pasados ocho años, no debemos olvidad que hemos vivido, por un lado, una crisis económica y posteriormente una terrible pandemia, ocasionada por el coronavirus SARS-CoV-2. En este último periodo debo destacar la excelente labor realizada por nuestros microbiólogos, y muy especialmente por los miembros del grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología y de su Junta Directiva, que han contribuido a informar con rigor y desmentir muchas de las noticias malintencionadas o erróneas sobre este tema. No en vano varios de nuestros compañeros recibieron premios relevantes en reconocimiento a su trabajo, destacando Ignacio López Goñi.

Mención especial merece la labor que ha venido realizando José Berenguer al frente de International Microbiology, testigo que ha transferido recientemente a Asunción de los Ríos, como Editora-jefe de la citada revista, así como a su comité editorial y a Springer Nature, que nos ha garantizado magníficas perspectivas de futuro y con los que llegamos a un acuerdo satisfactorio para ambas partes para dar continuidad a la revista. Durante estos últimos años International Microbiology ha ido ganando progresivamente en calidad, prestigio y profesionalidad, que se ha ido reflejando en el incremento de artículos publicados, de la calidad de los mismos, del número de visitas y citas y de los índices de calidad (actualmente posee un factor de impacto de 3,097). No obstante, debo indicar que una asignatura pendiente sigue siendo el escaso número de artículos que se publican por parte de investigadores españoles. Como ya he comentado anteriormente en varias ocasiones desde este foro, debo insistir y animar a los investigadores de nuestro país a que publiquen algunos de sus artículos en nuestra, vuestra revista.

Los congresos de la SEM constituyen uno de los retos más relevantes de nuestra sociedad, tanto los nacionales como los organizados por los grupos especializados. Cuando tomé posesión como presidente de la SEM tuve la oportunidad de participar en el congreso nacional de Microbiología celebrado en 2015 en Logroño, que fue muy entrañable para mí, y en el que nuestro compañero César Nombela impartió una magistral conferencia inaugural. Especialmente relevante fue el congreso que organizamos, conjuntamente con la Federación Europea de Sociedades de Microbiología (FEMS), celebrado en Valencia en 2017. Fue un congreso que todavía en la actualidad es considerado por FEMS como el de mayor relevancia, con un excelente programa científico, el que ha congregado a un mayor número de participantes y con un clima y nivel organizativo sobresaliente. Este congreso nos permitió mostrar la excelente ciencia que se realiza en nuestro país, así como nuestra capacidad organizativa. Posteriormente, en 2019, la cita bienal fue en Málaga, otro congreso memorable, y en pleno periodo de pandemia, en 2021 tuvimos que organizar un congreso virtual, por primera vez tras los 27 congresos presenciales anteriores. Fue un reto que asumió la junta directiva y del que aprendimos mucho de cara al futuro. El magnífico programa científico fue fruto de muchas horas de debate y de las aportaciones realizadas por miembros de la Junta Directiva y de los socios de la SEM. Nuestra próxima cita con respecto al congreso de la SEM, en la que ya estamos trabajando desde hace unos meses, será en Burgos, en junio de 2023, en la que confiamos que la participación sea elevada y podamos volver a una nueva normalidad presencial.

Un aspecto en el que hemos tratado de ser muy rigurosos ha sido el presupuestario, y como tendremos oportunidad de comunicar a todos los socios a través de la Asamblea Anual telemática que tendremos a finales de este año 2022, afortunadamente la situación financiera de la SEM es muy sólida, estable y la gestión del tesorero ha permitido incrementar nuestros recursos, que de alguna manera nos permitirá en los próximos años afrontar nuevos retos e iniciativas. Por citar una de ellas, indicaré que a propuesta del grupo de jóvenes investigadores de la SEM (JISEM), a partir del próximo año se pondrá en marcha una convocatoria destinada a financiar estancias breves de movilidad nacional de jóvenes socios de la SEM, que complementará las ya consolidadas ayudas de FEMS de estancias cortas entre países europeos, que tan buena acogida y tasa de éxito tienen entre nuestros jóvenes investigadores.

Desgraciadamente, este año debemos lamentar la pérdida de varios microbiólogos con una trayectoria y labor profesional relevante, los Dres. Benito Moreno García, Rubens López García, Juan Antonio Leal Ojeda, Pepe Casadesús Pursals y más recientemente César Nombela Cano, quien fue Presidente de la SEM durante el periodo 1983 a 1991 y de FEMS desde 1995 hasta 1998. Descansen en paz.

Y para finalizar, me gustaría indicar que me hubiera gustado despedirme personalmente de cada uno de los socios, pero al menos me vais a permitir que lo haga a través de nuestra revista SEM@foro, el foro de nuestros socios y reiterar mi agradecimiento a todos, por haberme dado la oportunidad de presidir esta sociedad, y de aprender e interaccionar con excelentes compañeros y compañeras que siempre llevaré conmigo.

Hasta pronto, hasta siempre.

Antonio Ventosa
Presidente de la Sociedad Española de Microbiología

Nota del Presidente Electo

RAFAEL GIRALDO
Presidente Electo de la Sociedad Española de Microbiología

Queridos socios de la SEM:

En los relevos de cualquier guardia, los equipos saliente y entrante intercambian, como estipula el protocolo, junto a información relevante sobre los acontecimientos transcurridos, una estimación sobre los que puedan suceder. En el caso de este relevo en la presidencia de la SEM, Antonio Ventosa y quien escribe estas líneas procedemos a hacerlo, al cobijo del SEM@foro, con la absoluta tranquilidad por mi parte de quien sabe que Antonio deja todos los asuntos en marcha muy bien encarrilados, con el rigor y buen hacer que le caracterizan. Doy aquí testimonio de su extraordinaria entrega a la SEM y de su cercanía y calidez en el trato durante los últimos ocho años en los que hemos compartido andadura en la Junta Directiva, él como Presidente, yo como Vicepresidente.

Aún me pregunto cómo ha podido llegar hasta aquí, a esta responsabilidad de servicio, un microbiólogo en buena medida atípico, con intereses en la Bioquímica, la Biología Molecular y Estructural y la Biofísica y en temas tan aparentemente dispares como la replicación del DNA, los plásmidos, la estructura de los cromosomas y la agregación amiloide de proteínas (créame el lector que hay un hilo oculto que los une… pero eso es asunto para otra tribuna). Eso sí, me queda el consuelo de que al menos siempre he trabajado con sistemas modelo microbianos (bacterias Gram-negativas y levaduras), desde la convicción de que no hay mejor atalaya para conocer e intentar comprender la Biología en profundidad y extensión. Ingresé en la SEM algo tardíamente (en 1997, siendo investigador posdoctoral regresado hacía dos años del Reino Unido). En 2003, siendo Presidente Carlos Hardisson, pasé a formar parte como Vocal de su Junta Directiva a instancias de tres compañeras, con gran implicación en la SEM, del CIB-CSIC (mi hogar de trabajo hasta 2018): Concepción García Mendoza, Sara Isabel Prieto y María Jesús Martínez. Me convencieron para presentarme a la elección con el inapelable argumento de que, desde la fundación de la Sociedad en 1946, "siempre había habido alguien del CIB en la Junta", lo que refleja la hermandad de ambas instituciones, cual Cástor y Pólux, desde la misma cuna. Del periodo de ocho años como Vocal, quisiera destacar dos hitos en los que fui invitado a participar. Por un lado, el segundo Congreso de Microbiólogos Europeos de FEMS en Madrid (2006), formando parte del Comité Organizador a instancias de su Presidente, el recientemente fallecido y por siempre recordado César Nombela. Por otro, por una visionaria iniciativa del entonces Presidente de la SEM Ricardo Guerrero, me hice cargo en 2007 de la puesta en marcha de nuestro boletín electrónico NoticiaSEM, cabecera que dirigí hasta 2012 cuando cogió el testigo Emilia Quesada y, posteriormente, Inmaculada Llamas, quienes sin duda lo han llevado hasta cotas superiores. Tras dos años en barbecho me presenté, a sugerencia de Antonio, a la Vicepresidencia de la SEM y así, en 2015, volví a la Junta Directiva, en donde ambos hemos formado equipo compartiendo numerosas aventuras y, afortunadamente, muy escasas desventuras (al contrario que D. Quijote y Sancho). Muchas gracias a nuestros muchos compañeros de viaje en la Junta Directiva por su disponibilidad, entrega desinteresada y trabajo bien hecho y, muy especialmente, a Isabel Perdiguero, "jefa de máquinas" y memoria viva de la SEM.

Durante estos últimos ocho años, la SEM, con el concurso imprescindible de sus diez Grupos Especializados, ha protagonizado acontecimientos de gran importancia para la Microbiología en nuestro país, entre los que destacan, sin ser exhaustivo, el excelente séptimo Congreso de la FEMS celebrado en Valencia en 2017, acompañado desde entonces de un notable incremento del retorno, en forma de becas para jóvenes investigadores, de nuestra contribución económica a esa institución; nuestros Congresos bienales y los Cursos de Iniciación a la Investigación en Microbiología (CINIM); la actualización de nuestras publicaciones, a la cabeza *International Microbiology* con José Berenguer, pero también el SEM@foro con Manuel Sánchez, NoticiaSEM como ya se ha mencionado e, incluso, dos volúmenes con relatos cortos originales escritos por socios; la necesaria renovación de nuestros Estatutos; la creación, de la mano del Grupo D+D y de Ignacio Belda, de JISEM, un cauce de participación directa para nuestros jóvenes investigadores; la Red MicroMundo, la iniciativa de ciencia ciudadana con la que Víctor Jiménez Cid, junto con un número ingente de nuestros socios, han acercado la Microbiología a las aulas; la presencia, reconocida y premiada en varias ocasiones, de nuestros socios en las redes y medios de comunicación como servicio cabal a la sociedad española durante la pandemia de la COVID-19; los actos con los que celebramos el año pasado el 75º Aniversario de la SEM, en paralelo a la renovación de nuestra *web* y de nuestro logotipo corporativo, desde la extraordinaria exposición en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, de la mano de Asunción de los Ríos, hasta sus múltiples actividades satélite, con las que hemos dado a conocer al gran público la espléndida realidad y el formidable futuro de la Microbiología como "la gran Ciencia de los más pequeños".

Los logros arriba descritos son el resultado de la contribución de todos los miembros de la SEM, de cuyo dinamismo dan cuenta las páginas de esta misma publicación. Queda mucho trabajo por hacer. El reto es inmenso. Hemos de apostar por reforzar la presencia transversal de la Microbiología en los foros de debate científico y en el ámbito educativo, contribuyendo así a un mayor conocimiento, y por consiguiente aprecio, de los microorganismos y del trabajo que realizamos. Mención especial merecen nuestros jóvenes investigadores: la SEM debe ser una plataforma que contribuya a que ellos y ellas puedan incardinarse en nuestro sistema de I+D+i, renovándolo y proyectándolo hacia el futuro. Para todo podéis contar con mi servicio durante los próximos cuatro años. Tengo la seguridad de que, con vuestra iniciativa y empuje, juntos podremos contribuir a hacer una SEM que sirva más y mejor a la Microbiología española.

Rafael Giraldo Suárez
Presidente Electo de la Sociedad Española de Microbiología

N.º 74 DICIEMBRE 2022

Nuestros Grupos

Biodeterioro, Biodegradación y Biorremediación

ANA M. GARCÍA

Presidenta del Grupo

Durante el mes de junio se llevaron a cabo las elecciones para la renovación completa de la Junta Directiva del Grupo Especializado de Biodeterioro, Biodegradación y Biorremediación de la SEM. El proceso se desarrolló de manera telemática y con total normalidad. La nueva Junta del Grupo, que se constituyó oficialmente en el mes de julio, está compuesta por los siguientes miembros:

- Presidenta: Ana Mª García Ruiz
- Vicepresidenta: Concepción Calvo Sainz
- Secretaria y Tesorera: Elisabet Aranda Ballesteros
- Vocal: Natalia González Benítez
- Vocal: Constantino Ruibal Villaseñor
- Vocal: Marc Viñas Canals

Quisiera aprovechar estas líneas para expresar mi más sincero agradecimiento a los miembros de la Junta Directiva saliente, Marta Urizal y Antonio Solé, por su dedicación y excelente trabajo durante estos años. También a los que ya formaban parte de la Junta por continuar en esta tarea y a los nuevos, Natalia González y Marc Viñas, por aceptar el reto. Y, por supuesto, a todos los socios del Grupo, por vuestro apoyo y participación en cuantas actividades ponemos en marcha.

En este sentido, anunciaros que la tercera edición del *International Meeting on New Strategies in Bioremediation/Restoration Processes* (BioRemid2023) se celebrará en *Muttenz* (Suiza) durante el 15 y 16 de junio de 2023 en *School of Life Sciences - University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland*. La fecha límite para el envío de resúmenes es el 28 de febrero de 2023 y la inscripción ya está abierta y es gratuita. Toda la información está disponible en *https://sites.google.com/view/bioremid2023/* Nuestro Grupo, que patrocina el congreso y participa en su comité organizador y científico, también otorgará un premio a la mejor contribución entre las presentadas por jóvenes investigadores.

Microbiología de Plantas

EMILIA LÓPEZ SOLANILLA

Presidenta del Grupo

Tras un periodo sin reuniones presenciales debido a las condiciones sanitarias, el grupo Microbiología de Plantas (MiP) celebrará en 2023 su X reunión.

Esta reunión tendrá lugar en Nerja (Málaga) durante los días 25, 26 y 27 de enero de 2023. La organización corre a cargo del comité formado por Dolores Fernández Ortuño, Luis Rodríguez Moreno, Diego Romero Hinojosa, Eva Arrebola Diez, y Victor Carrión Bravo (Departamento de Microbiología y Protección de Cultivos, IHSM-UMA-CSIC).

El lugar de celebración será el Centro Cultural Villa de Nerja, ubicado en el núcleo urbano de este hermoso pueblo costero de la provincia de Málaga.

Ya está disponible el enlace para realizar el proceso de inscripción que permanecerá abierto hasta el 16 de enero de 2023:

https://www.reunionmipsem2023.com/inscripciones-4

Más información en la página web del grupo:

https://www.semicrobiologia.org/grupos-especializados/microbiologia-de-plantas

Microbiología del Medio Acuático

ALICIA ESTÉVEZ TORANZO

Presidenta del Grupo

Durante los días 22 y 23 de septiembre de 2022 se ha celebrado en Granada la XIII Reunión del Grupo Especializado de Microbiología del Medio Acuático, organizada por el Grupo de exopolisacáridos de la Universidad de Granada liderado por Inmaculada Llamas.

El número de asistentes a la Reunión Científica fue de 65 y se presentaron un total de 37 comunicaciones orales. La conferencia de inauguración, titulada *"Productos naturales y microorganismos del medio acuático"*, estuvo a cargo de la Dra. Olga Genillot, directora científica del centro Fundación Medina, y las conferencias de clausura estuvieron impartidas por las ganadoras de los premios a la Mejor Tesis Doctoral en los bienios 2018-19 (Jessica Subirats, Universitat de Girona) y 2020-21 (Marta Royo, Universidad Autónoma de Barcelona) dotados con 500 €. En el Acto de Clausura se entregaron 3 premios de 250 € a las mejores comunicaciones presentadas en cada una de las temáticas de la reunión (contaminación del medio acuático, taxonomía y biodiversidad y patología de especies acuícolas). Además, la Sociedad Americana de Microbiología (ASM) patrocinó un cuarto premio consistente en la suscripción durante un año a la ASM y un e-book. Para promover la participación de la gente más joven a este tipo de eventos científicos, el Grupo financió 3 ayudas que cubrieron los gastos de inscripción de estudiantes predoctorales menores de 30 años.

Durante la reunión científica, además de disfrutar de la gran calidad científica de las comunicaciones y del debate generado, tuvimos la oportunidad de retomar la interacción social entre los socios, tan añorada durante el parón de la pandemia, y disfrutar de la visita guiada por el Albaicín y centro histórico de Granada así como de la cena de despedida en el restaurante Asador de Castilla.

Durante la Asamblea del grupo en Granada, se debatió sobre posibles sedes para la celebración de la próxima Reunión del grupo de MMA en 2024 y la conveniencia de que se realizara de forma conjunta con el Grupo de Taxonomía, Filogenia y Diversidad. En los próximos meses se concretarán estos temas.

El grupo de MMA, que cuenta en la actualidad con 198 socios, celebrará elecciones para la renovación de la Junta Directiva durante los primeros meses de 2023.

Microbiología Molecular

ADELA GONZÁLEZ DE LA CAMPA

Presidenta del Grupo

Renovación de cargos de la Junta Directiva del grupo

Transcurridos cuatro años desde la elección de los miembros de la actual Junta Directiva del Grupo, de acuerdo a los Estatutos de la SEM, corresponde la renovación completa de la misma (Presidencia, Vicepresidencia, Secretaría, Tesorería y seis Vocalías). En la asamblea celebrada el 9 de septiembre de 2022 se acordó poner en marcha el proceso electoral para su renovación según el calendario que se indica a continuación.

Calendario electoral

- **Presentación de candidaturas:** Del 1 al 12 de octubre de 2022
- **Comunicación de las candidaturas a los socios:** Del 1 al 5 de noviembre de 2022
- **Votaciones:** Del 6 al 20 de noviembre de 2022
- **Comunicación de los resultados:** Del 22 al 24 de noviembre de 2022
- **Constitución de la nueva Junta Directiva:** Entre el 27 de noviembre y el 15 de diciembre de 2022

Tras este proceso, la nueva Junta Directiva, respaldada por los socios con sus votos, es la siguiente:

- **Presidenta:** Alicia M. Muro Pastor
- **Vicepresidente:** José Antonio Escudero García-Calderón
- **Secretario:** Francisco Ramos Morales
- **Tesorera:** María Trinidad Gallegos Fernández
- **Vocales:**
  - Carmen R. Beuzón López
  - Jesús Ángel Gonzalo Asensio
  - Bruno González Zorn
  - Álvaro San Millán Cruz
  - Alejandro Toledo Arana
  - Eduard Torrents Serra

N.º 74 DICIEMBRE 2022

Las bacterias simbiontes de los nematodos entomopatógenos como fuente de nuevos antibióticos

VICENTE-DÍEZ, I., VAQUERO, E., POU, A., CAMPOS-HERRERA, R.*

Departamento de Viticultura, Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (Gobierno de La Rioja, Universidad de La Rioja, CSIC), Finca La Grajera, Ctra. Burgos Km 6 Salida 13 Lo-20, Logroño 26007 (La Rioja, España).

raquel.campos@icvv.es

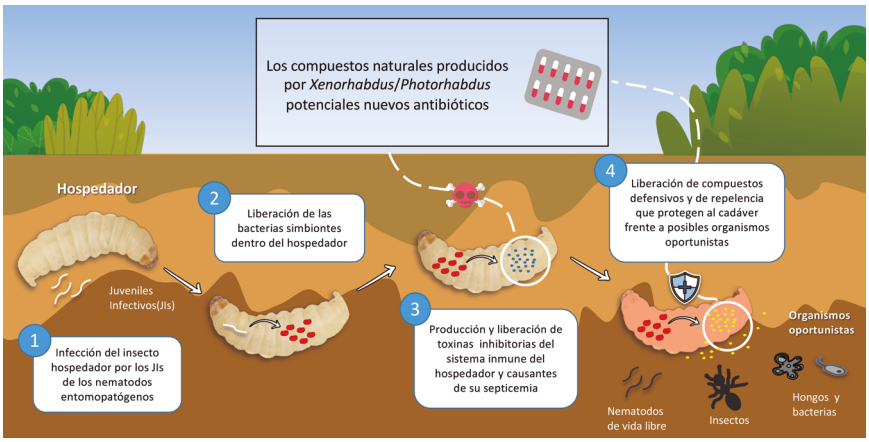


Figura 1. *Esquema de la biología y la producción natural de las distintas toxinas de las bacterias* Xenorhabdus *spp. y* Photorhabdus *spp.*

El uso de microrganismos productores de antibióticos para prevenir enfermedades se remonta milenios atrás. Hace más de 2000 años, en China, Serbia, Grecia y/o Egipto ya se usaban cataplasmas de pan mohoso para tratar heridas abiertas. Sin embargo, la explosión de su uso y el inicio de *"la era de los antibióticos"* no ocurrió hasta el descubrimiento de la penicilina en 1928 con los estudios llevados a cabo por Alexander Fleming con el hongo *Penicillium notatum*. Desde la década de los 50 hasta mediados de la década de los 60, el descubrimiento y la obtención de nuevas sustancias activas con función de antibiótico fue exponencial y el conjunto de la sociedad se benefició mucho de ello, dando comienzo a la medicina moderna y aumentando la esperanza de vida de la población (Hutchings et al., 2019). No obstante, las circunstancias han cambiado y la situación actual está marcada por dos importantes factores. En primer lugar, se ha frenado drásticamente el descubrimiento de nuevas sustancias activas con actividad antibiótica. Los criterios de evaluación y de seguridad de estas sustancias están ahora sujetas a normativas más estrictas que implican mayor tiempo de investigación y un mayor número de pruebas que garanticen su seguridad, ralentizando su desarrollo. En segundo lugar, la aparición de resistencias a los antibióticos se ha convertido en uno de los mayores retos a los que se enfrenta actualmente el sector sanitario. La resistencia a los antibióticos es la capacidad de las células bacterianas de evitar los efectos bacteriostáticos o bactericidas de los antibióticos (Munita & Arias, 2016). En la actualidad, este tipo de resistencias son uno de los mayores problemas de salud pública en todo el mundo y dificulta en gran medida la aparición de nuevos compuestos que mantengan los niveles de eficacia a los que hemos estado acostumbrados.

En las últimas décadas, se viene trabajando en una nueva fuente de sustancias activas con función antibiótica proveniente de las bacterias simbiontes de los nematodos entomopatógenos. Las bacterias *Gram*-negativas de la familia Morganellaceae, *Xenorhabdus* spp. y *Photorhabdus* spp., tienen una relación mutualista, específica y persistente con los juveniles infectivos (JIs) de los nematodos entomopatógenos (Rhabditida: Steinernematidae y Heterorhabditidae, respectivamente) (Adeolu et al., 2016). Estas bacterias están caracterizadas por un complejo metabolismo secundario en el que son capaces de producir una enorme variedad de compuestos, como policétidos o péptidos no ribosómicos, con capacidad antibiótica (Tobias et al., 2017). Estos metabolitos secundarios son los responsables de: (i) causar la muerte en el insecto diana una vez infectado por los JIs de los nematodos simbiontes y (ii) proteger el cadáver del insecto mientras los nematodos completan su ciclo de vida, haciendo de defensa frente a la aparición de posibles organismos oportunistas que pudieran aprovecharse de los recursos del cadáver (ej. bacterias, hongos, etc.) (Flórez et al., 2015) (Fig. 1). La gran diversidad de compuestos que producen y la variedad de funciones ecológicas que realizan convierten a estas bacterias terrestres en un nicho de estudio de compuestos con gran interés tanto para la protección de cultivos como para el desarrollo de nuevos productos farmacéuticos.

De manera más extendida, la actividad insecticida, antifúngica y antibacteriana de estos compuestos se ha venido estudiando en el control de plagas y enfermedades agrícolas, pero actualmente, se ha comenzado a explorar su posible empleo clínico. El reciente trabajo publicado por Lanois-Nouri et al. (2022) ha supuesto un avance en el desarrollo de posibles nuevos antibióticos producidos por estas bacterias para el sector farmacológico. Se ha descubierto que la especie *Xenorhabdus nematophila* es capaz de sintetizar *Odilorhabdinas* (ODL), una nueva clase de compuestos

antibacterianos. Se trata de péptidos lineales de diez polímeros que inhiben la traducción bacteriana mediante su unión a la subunidad pequeña del ribosoma, en un punto de unión no muy explotado por los antibióticos actuales (Sarciaux et al., 2018). Estos compuestos están ya en desarrollo preclínico para el tratamiento de infecciones multirresistentes en pacientes hospitalizados (Racine and Gualtieri, 2019). La plasticidad, la termoestabilidad, la vida útil y hasta por el momento, su seguridad para la salud humana son algunos de los puntos fuertes de esta línea de investigación en el sector sanitario (Kusakabe et al., 2022).

El grupo In-Vid (CSIC, ref. 886222), perteneciente al Instituto de las Ciencias de la Vid y el Vino (ICVV, Logroño, La Rioja), es un grupo de referencia internacional en el estudio de nematodos entomopatógenos y cuenta con una amplia colección de estos organismos y de sus bacterias simbiontes (Fig. 2). En los últimos años ha evaluado el potencial de los metabolitos secundarios producidos por *Xenorhabdus* spp. y *Photorhabdus* spp. para el control de plagas y enfermedades del viñedo y el efecto que estos compuestos pueden tener en la vid, en la uva y en el posterior proceso de vinificación (Vicente-Díez et al., 2021a, 2021b). Los resultados obtenidos hasta la fecha demuestran que estas bacterias simbiontes tienen una enorme capacidad tóxica frente a distintos agentes patógenos, lo que las convierte en una buena alternativa como fuente de nuevos antibióticos. El potencial uso de estos compuestos en el sector sanitario es cada vez más evidente y el desarrollo de antibióticos provenientes de estas bacterias ya ha comenzado.

Figura 2. *Autores del trabajo y parte del equipo de investigación de nuevos productos derivados de las bacterias Xenorhabdus spp. y Photorhabdus spp. De izquierda a derecha: Elisabet Vaquero, Alicia Pou, Raquel Campos-Herrera e Ignacio Vicente-Díez.*

Agradecimientos

Esta nota divulgativa se enmarca dentro del proyecto PID2019-104112RB-I00 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033) y del proyecto regional del Instituto de Estudios Riojanos (IER-2022 Resolución de 6 de octubre de 2022). IVD está financiado mediante un contrato predoctoral FPI-UR-2020.

Referencias

Adeolu, M., Alnajar, S., Naushad, S., Gupta, R.S., 2016. Genome-based phylogeny and taxonomy of the 'Enterobacteriales': Proposal for enterobacterales ord. nov. divided into the families Enterobacteriaceae, Erwiniaceae fam. nov., Pectobacteriaceae fam. nov., Yersiniaceae fam. nov., Hafniaceae fam. nov., Morgane. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 66, 5575–5599. *https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001485*

Flórez, L. V., Biedermann, P.H.W., Engl, T., Kaltenpoth, M., 2015. Defensive symbioses of animals with prokaryotic and eukaryotic microorganisms. Nat. Prod. Rep. 32, 904–936. *https://doi.org/10.1039/c5np00010f*

Kusakabe, A., Wang, C., Xu, Y., Molnár, I., Stock, S.P., 2022. Selective toxicity of secondary metabolites from the entomopathogenic bacterium *Photorhabdus luminescens* sonorensis against plant parasitic nematodes. Microbiol Spectr. 23;10:e0257721. *https://doi.org/ 10.1128/spectrum.02577-21*

Lanois-Nouri, A., Pantel, L., Fu, J., Houard, J., Ogier, J.C., Polikanov, Y.S., Racine, E., Wang, H., Gaudriault, S., Givaudan, A., Gualtieri, M., 2022. The Odilorhabdin Antibiotic Biosynthetic Cluster and Acetyltransferase Self-Resistance Locus Are Niche and Species Specific. MBio, e02826-21. *https://doi.org/10.1128/MBIO.02826-21*

Racine, E., Gualtieri, M., 2019. From Worms to Drug Candidate: The Story of Odilorhabdins, a New Class of Antimicrobial Agents. Front. Microbiol. 10. *https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02893*

Sarciaux, M., Pantel, L., Midrier, C., Serri, M., Gerber, C., Marcia de Figueiredo, R., Campagne, J.-M., Villain-Guillot, P., Gualtieri, M., Racine, E., 2018. Total Synthesis and Structure–Activity Relationships Study of Odilorhabdins, a New Class of Peptides Showing Potent Antibacterial Activity. J. Med. Chem. 61, 7814–7826. *https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.8b00790*

Tobias, N.J., Wolff, H., Djahanschiri, B., Grundmann, F., Kronenwerth, M., Shi, Y.M., Simonyi, S., Grün, P., Shapiro-Ilan, D., Pidot, S.J., Stinear, T.P., Ebersberger, I., Bode, H.B., 2017. Natural product diversity associated with the nematode symbionts *Photorhabdus* and *Xenorhabdus.* Nat. Microbiol. 2, 1676–1685. *https://doi.org/10.1038/s41564-017-0039-9*

Vicente-Díez, I., Blanco-Pérez, R., Chelkha, M., Puelles, M., Pou, A., Campos-Herrera, R., 2021a. Exploring the use of entomopathogenic nematodes and the natural products derived from their symbiotic bacteria to control the grapevine moth, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). Insects 12, 1033. *https://doi.org/10.3390/insects12111033*

Vicente-Díez, I., Blanco-Pérez, R., González-Trujillo, M. del M., Pou, A., Campos-Herrera, R., 2021b. Insecticidal Effect of Entomopathogenic Nematodes and the Cell-Free Supernatant from Their Symbiotic Bacteria against *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Aphrophoridae) Nymphs. Insects 12, 448. *https://doi.org/10.3390/insects12050448*

N.º 74 DICIEMBRE 2022

Pasteur, el padre de la Microbiología moderna

EDUARDO VILLALOBO POLO
Profesor Titular del Departamento de Microbiología de la Universidad de Sevilla.
evpolo@us.es | @ptu_us_es

Dans les champs de l'observation, le hasard ne favorise que les esprits préparés

(En el campo de la observación, la suerte favorece sólo a las mentes preparadas)

En diciembre de este año 2022 se celebra el bicentenario del nacimiento de Louis Pasteur, uno de los científicos franceses más sobresalientes, que estuvo a la altura de científicas de ese país galardonadas con el Premio Nobel como Maria Skłodowska, su hija Irène Joliot-Curie o Françoise Barré-Sinoussi. Pasteur es un personaje de la cultura francesa tan reconocible como las escritoras Simone de Beauvoir o Madame de La Fayette. El ilustre Pasteur fue y es tan importante para su país que da su nombre a una de las dos únicas instituciones científicas que en Francia llevan nombres propios, el *Institut Pasteur*; la otra es el *Institut Curie*. Pasteur es además un icono del país vecino tan universal y conocido por todos como la *révolution française* de 1789, la *Tour Eiffel* o la *baguette*. ¿Quién no ha oído hablar alguna vez de la pasteurización?, ese proceso térmico que lleva su nombre, que evita enfermedades transmitidas por alimentos y ha salvado tantas vidas.

Aquí contaré algunos aspectos de la vida de Pasteur y reseñaré sus principales logros científicos de forma resumida y no siempre cronológica. La ilustración de Pasteur mostrada al principio de este artículo, realizada por @CireniaSketches, forma parte de las acciones que desde la Universidad de Sevilla llevo a cabo para conmemorar los 200 años del nacimiento de Louis Pasteur.

Desde sus primeros años hasta su fallecimiento, pasando por su matrimonio

Louis Pasteur nació el 27 de diciembre de 1822, siendo el tercer hijo y único varón del matrimonio compuesto por Jeanne-Étiennette Roqui y Jean-Joseph Pasteur. Nació en Dole, ciudad situada en el departamento del Jura en la región francesa Bourgogne-Franche-Comté. Allí vivió sus primeros años hasta que en 1830 la familia se trasladó a la ciudad de Arbois, distante unos 30 Km de la ciudad que le vio nacer.

Es en Arbois donde el pequeño Pasteur estudió, primero en la *École mutuelle* luego en el *College*. Obtuvo su *baccalauréat* en Letras en Besançon en 1840 y el de Ciencias y Matemáticas en Dijon en 1842. Después de varias idas y venidas a la capital francesa, en 1843 el joven Pasteur fue admitido en la *École Normale Supérieure* (ENS) de París, donde se embarcó en estudios de Química, Física y Cristalografía.

Si bien Pasteur comenzó su carrera como químico, acabó siendo uno de los padres fundadores de la Microbiología moderna. Pero antes de eso, en sus años de niñez y juventud parecía estar más interesado por la pintura que por la Ciencia. Esta afición artística revela que fue una persona tremendamente creativa y con gran maestría para el trabajo manual, atributos que más tarde formaron parte de su *savoir faire* como científico.

Louis se casó en 1849 con Marie Anne Laurent, la hija del rector de la *Académie de Strasbourg*. Marie Pasteur (1826-1910), nombre de casada, fue una persona cultivada, inteligente y curiosa, siempre interesada por las investigaciones de Louis. No es de extrañar que se convirtiera en

© maisonPasteurDole

© maisonPasteurArbois

Panel 1. *A la izquierda, detalle de la fachada de la casa natal de Pasteur, sita en el número 43 de la calle Pasteur en la ciudad de Dole. A la derecha, casa-laboratorio de Pasteur, situada en el número 83 de la calle Courcelles en la ciudad de Arbois. Ambas casas se pueden visitar. Fotos cedidas amablemente por Terre de Louis Pasteur (https://www.terredelouispasteur.fr).*

su asistente de investigación, bien ayudando en el laboratorio o como secretaria o redactora de sus artículos. Sirva este artículo para homenajear también a quien tanto apoyó al científico y para visibilizar el trabajo de las mujeres en la Ciencia, tantas veces olvidado y poco reconocido.

El matrimonio Pasteur tuvo cuatro hijas y un hijo. El destino de tres de sus hijas fue trágico, pues murieron jóvenes, dos de ellas de fiebres tifoideas y otra de un tumor en el hígado. Las desgracias no acabaron aquí, pues el propio Louis se vio aquejado de una hemiplejia, consecuencia de varios accidentes cerebrovasculares en 1868. Aunque se recuperó, la secuela de la enfermedad le dejó prácticamente inutilizada la mano izquierda y le produjo dificultad para caminar; a pesar de todo no dejó de trabajar.

En diciembre de 1892, en su 70 aniversario, para rendirle homenaje se celebró un jubileo en el gran anfiteatro de la Sorbona. El acontecimiento, al que asistió Marie François Sadi Carnot, presidente de la Tercera República y sobrino del padre de la termodinámica (Nicolas Léonard Sadi Carnot), contó también con la presencia de Joseph Lister (1827-1912), eminente científico británico y padre de las técnicas antisépticas aplicadas a la cirugía. Esta conmemoración se inmortalizó con una medalla en plata acuñada por Oscar Roty y un óleo sobre lienzo de Jean André Rixens. Tres años más tarde, el 28 de septiembre de 1895, Louis Pasteur fallecería en Marnes-la-Coquette, una villa cercana a Versalles y distante unos 11 Km de París, inhumándose su cuerpo en una cripta del *Institut Pasteur*. Dentro del instituto parisino hay un museo dedicado a la memoria del gran científico.

Un sinfín de puestos académicos y distinciones a la altura de un genio

Nuestro destacado científico ocupó numerosas plazas en universidades e instituciones científicas. Ya en 1849, el mismo año de su matrimonio, consiguió una plaza de profesor suplente en la Facultad de Ciencias en la *Université de Strasbourg*, después de ser profesor de Física en el *Lycée de Dijon*. Luego, en 1854, fue nombrado profesor de Química y Decano de la Facultad de Ciencias de la *Université de Lille*. Más tarde, en 1857, Pasteur se encargó de la dirección de los estudios de la ENS, aunque dimitió en 1867. No obstante, la institución le concedió un laboratorio para proseguir con sus investigaciones. Tras la dimisión, ocupó una cátedra en la Facultad de Ciencias de la *Sorbonne Université*. Pasteur también se interesó por la política. Muestra de ello es que en 1876 se presentó a las elecciones al Senado francés, aunque no fue elegido; desilusionado y enfermo, se refugió en Clermont-Ferrand, donde realizaría sus últimos trabajos.

Numerosas fueron también las membresías que ostentó en Francia, entre otras la de miembro de la *Académie des Sciences* desde 1862, miembro libre asociado de la *Académie Nationale de Médecine* desde 1873, miembro de la *Académie Vétérinaire de France* desde 1879, o miembro con el sillón 17 de la *Académie Française* desde 1881. El talento de Pasteur también fue reconocido por academias de otros países, perteneciendo entre otras a la *Royal Society* desde 1869 o la *National Academy of Sciences* desde 1883.

Muchos fueron sus logros científicos y muchos también los reconocimientos, premios y distinciones que recibió tanto dentro como fuera de su país. En Francia fue nombrado *Commandeur de la Légion d'Honneur* en 1868 y Grand Officier *de la Légion d'Honneur* en 1878. Entre los premios que recibió he de destacar algunos como la *Rumford Medal* (1856) y la *Copley Medal* (1874) de la *Royal Society*, el *Prix Jecker* (1861) y el *Prix Alhumbert* (1862) de la *Académie des Sciences*, o la *Leeuwenhoek-Medaille* de la *Königlich Niederländische Akademie der Wissenschaften* (1895). También fue nombrado *doctor honoris causa* por la *Universität Bonn* en 1868.

De la química de la quiralidad a la química de la fermentación

El joven Pasteur presentó en 1847 en la Facultad de Ciencias de París sus dos

trabajos de tesis en Química y Física, el primero titulado *Recherches sur la capacité de saturation de l'acide arsénieux: étude des arsénites de potasse, de soude et d'ammoniaque* y el segundo titulado *Étude des phénomènes relatifs à la polarisation rotatoire des liquides. Application de la polarisation rotatoire des liquides à la solution de diverses questions de chimie*, logrando el grado de doctor en Ciencias.

En 1848 resolvió el misterio de los isómeros ópticos del ácido tartárico (ácido 2,3-dihidroxibutanodioico), que parecía existir en dos formas de idéntica composición química, pero con propiedades diferentes dependiendo de su origen. Una de ellas, el "tártaro", un tartrato ácido de potasio, era bien conocido por los vinicultores como un sólido que se separaba del vino durante la fermentación. Se sabía que el ácido tartárico desviaba el plano de la luz polarizada hacia la derecha (actividad óptica dextrógira). La otra forma conocida, el ácido racémico o ácido paratartárico, era ópticamente inactivo.

Pasteur utilizó un microscopio y descubrió que el ácido racémico contenía dos tipos de cristales, que separó y comprobó que eran imágenes especulares uno de otro. Una de estas formas cristalinas coincidía con los cristales del tartrato y desviaba el plano de polarización de la luz hacia la derecha, mientras que el otro cristal lo desviaba hacia la izquierda (actividad óptica levógira). También comprobó que cuando se disolvían cantidades iguales de ambos cristales, la disolución resultante era ópticamente inactiva. Pasteur atribuyó esta propiedad a la diferente disposición espacial de los átomos dentro de las moléculas. Quedó así evidenciado que la manera en la que los átomos están ordenados en el espacio era también una característica importante de muchas sustancias químicas y pudo zanjarse una de las incógnitas aún no resueltas en la Química de la época a saber, la disimetría (quiralidad) molecular. Estos hallazgos fueron publicados en diversas comunicaciones a la *Académie des Sciences*, entre ellas la primera de 1848, titulada *Recherches sur les relations qui peuvent exister entre la forme cristalline, la composition chimique et le sens de la polarisation rotatoire*. Sus trabajos en esta área de la Química continuarían hasta 1856.

Poco después Pasteur observó que una solución de ácido paratartárico se convertía en ácido tartárico levógiro por la acción fermentativa de un moho. Así, decidió estudiar qué sucedía con al ácido tartárico en la fermentación alcohólica. Ya en 1957, en su comunicación a la *Académie des Sciences* sobre la fermentación alcohólica (*Mémoire sur la fermentation alcoolique*) explicó que la forma dextrógira del ácido tartárico se fermentaba, mientras que la forma levógira permanecía en el medio. Las ideas expresadas no sólo en el trabajo sobre la fermentación alcohólica, sino también en otro publicado sobre la fermentación láctica (*Mémoire sur la fermentation appelée lactique*, C. R. T. 45, 1857, 913-916), dejaron entrever que Pasteur empezaba a convencerse de que los seres vivos tenían un papel destacado en los cambios químicos que se producían en las fermentaciones.

Continuando sus estudios sobre la fermentación alcohólica, observó que la presencia de oxígeno la inhibía. Es más, en estas condiciones de oxigenación, observó que aumentaba el crecimiento de los microorganismos responsables, las levaduras. Es lo que más tarde llamaríamos el efecto Pasteur. Luego, en 1861, determinó que el microorganismo responsable de la fermentación butírica, al que llamó *Vibrion butyrique*, crecía sin "aire", proponiendo que "respiraba" el oxígeno de las sustancias fermentables y usando por primera vez la palabra *anaérobie*. En 1877, sabiendo que había microorganismos anaerobios, el padre de la fermentación fue capaz de aislar el primer patógeno anaerobio, el *Vibrion septique*, responsable de la septicemia que mató a una oveja diagnosticada erróneamente de carbunco.

El acercamiento a la industria y a la biología de las fermentaciones

Cuando es nombrado Decano de la Facultad de Ciencias de la *Université de Lille* en 1854 Pasteur pronunció unas palabras que a la postre serían decisivas para acercar la industria a la academia: *sans la théorie, la pratique n'est que la routine donnée par l'habitude* (sin la teoría, la práctica no es más que la rutina que proporciona el hábito). Esta forma de entender las cosas revolucionaría para siempre no sólo al sector industrial, sino a las instituciones universitarias.

Además, como ha sucedido en otras historias científicas, el azar quiso que, años después, el señor Louis Bigo, padre de uno de los estudiantes de química de Pasteur, se aproximara al insigne maestro para pedirle ayuda con unas fermentaciones fallidas que se llevaban a cabo en su empresa, dedicada a la producción de alcohol a partir de remolacha azucarera. El maestro ofreció su ayuda y es así como llegó definitivamente al mundo de la industria. Intuyo que esta colaboración hizo que Pasteur cambiara el foco de sus investigaciones sobre las fermentaciones desde la Química a la Biología. El mundo de lo vivo acabaría siendo, por suerte para todas y todos, el principal objeto de sus investigaciones.

Por si fuera poco, como responsable universitario estableció un plan de visitas de los estudiantes a fábricas, lo que a la postre permitió poner a disposición del sector industrial las infraestructuras de los laboratorios y el saber hacer de los investigadores, mientras que a la universidad le permitió conocer las necesidades productivas, todo un hito en lo que hoy día llamamos transferencia del conocimiento.

La apuesta de Pasteur, en este caso personal, por la transferencia de conocimiento se manifestó claramente en forma de varias patentes, relacionadas principalmente con los procesos fermentativos. Así, en Francia obtuvo hasta 6 patentes para la producción de vino, cerveza, vinagre o alcohol, y otras tantas en el extranjero. Cabe destacar, por el avance que supuso para la microbiología industrial en particular, su patente de 1865 *Brevet pour la conservation des vins* (Patente sobre la conservación de vinos), porque fue el punto de partida de la metodología que más tarde se popularizó como pasteurización, el tratamiento térmico que evita la presencia de microorganismos no deseados no sólo en el vino, sino también en otras bebidas, alimentos o en los medios de cultivo.

Pasteur, sin embargo, no patentó otros hallazgos que sí pudieron ser objeto de protección, como el método de preparación de vacunas. La razón última fue que las leyes de la época en Francia impedían patentar la gran mayoría de productos farmacéuticos de tipo médico o veterinario.

El científico también tuvo participación industrial directa, ya que en 1873 no solo ayudó a fundar la empresa *Société des bières inalterables*, sino que participó en la misma con un capital de 25.000 francos. Evidentemente, la empresa tuvo a su disposición las patentes del científico, ahora devenido en empresario. La faceta empresarial sirvió a

Pasteur para tener trato directo con inversores, lo que seguramente aprovecharía para recaudar el dinero necesario para la creación de su instituto, que sería el germen del *Institut Pasteur*. Recordaré que el instituto se creó en el año 1886 como sociedad anónima. Ese mismo año, Pasteur intervino de forma más o menos directa en la creación de otras dos empresas: la *Compagnie de vulgarisation des vaccins charbonneux Pasteur* y la *Société anonyme du filtre Chamberland (système Pasteur)*. Más tarde, en 1887, el instituto privado de Pasteur se declaró de utilidad pública, inaugurándose con el nombre de *Institut Pasteur* en 1888, con la presencia del presidente de la República, el ya mencionado Sadi Carnot. Y haciendo otro inciso, recordaré que la ciudad de Lille también cuenta con un *Institut Pasteur* propio, creado en 1894 como fundación privada, completamente independiente del instituto parisino, y declarado también de utilidad pública en 1898.

Fuera gracias a sus patentes, a sus premios o a su participación industrial, Pasteur amasó una gran fortuna, dejando aproximadamente un millón de francos a sus herederos, merecido fruto de su trabajo incansable, su buen hacer y, como no, de su genialidad.

Enfermedades

El estudio de las fermentaciones era el motor que parecía mover la carrera científica del genio en cada momento. Primero las estudió desde la perspectiva de la química básica, luego desde la perspectiva biológica tanto básica como aplicada. Es en esa última vertiente aplicada donde Pasteur empieza a sobresalir desde su llegada a Lille en 1854, como mencioné anteriormente.

Así, no es de extrañar que en torno a 1863 Napoleón III, monarca y emperador de Francia, encargara al maestro el estudio de la "enfermedad" de los vinos franceses, que tanto impacto negativo estaba teniendo en su comercialización. Sus investigaciones resolvieron el problema y supusieron un gran avance en el conocimiento del proceso de vinificación, compendiado esencialmente en su obra *Études sur le vin* de 1866. Diez años más tarde, en 1876, publicó otra obra similar *Études sur la bière*.

En la obra maestra sobre el vino, Pasteur habló del avinagramiento, observando que los *Mycoderma* (microorganismos) del vino y del vinagre eran diferentes y que el avinagramiento lo producía este último; hoy día se sabe que el responsable es la bacteria *Acetobacter aceti*. En esa obra habló también del beneficio de calentar los caldos para matar a los gérmenes indeseables como el que producía el avinagramiento. Antes mencioné su patente, sin embargo, este tratamiento térmico, la pasteurización, tuvo sus detractores y relativamente poco éxito, pues se aplicaba, sobre todo, a vinos de escasa calidad. Otros, luego, aplicaron la pasteurización a otros alimentos, como la leche, consiguiendo más éxito.

Es posible que las investigaciones sobre la enfermedad de los vinos indujeran a Pasteur a interesarse por las enfermedades contagiosas que afectaban a animales y, como no, a humanos. Con todo, comenzó a estudiar enfermedades por encargo y para resolver fallos en procesos productivos, como ocurrió a lo largo de gran parte de su carrera.

Así, su mentor, Jean-Baptiste Dumas, siendo ministro de Agricultura y Comercio, convenció a Pasteur en 1865 para que estudiara una enfermedad que afectaba a los gusanos de seda, la pebrina. Sin saber nada de entomología, se embarcó en la tarea, resolviendo el problema con el método de segregación de los capullos. Si bien su método consiguió evitar la pebrina, no evitó otra enfermedad más compleja, la *flacherie*. A pesar de ello, logró relanzar parcialmente la producción de seda y fue reconocido como el salvador de la sericultura francesa.

Desde entonces, sin ser veterinario ni tampoco médico, nuestro ilustre personaje se dedicó a estudiar enfermedades contagiosas de animales; nuevamente, muchas de estas enfermedades afectaban negativamente a procesos productivos, disminuyendo la productividad. Destacan sus estudios sobre el cólera aviar, el carbunco ovino o la erisipela porcina.

Entre las enfermedades humanas estudiadas por el maestro destacaron la fiebre puerperal, que fue epidemia en las maternidades de la época, la forunculosis, la osteomielitis infecciosa o la rabia, frente a la cual consiguió un remedio muy eficaz, una vacuna. Las investigaciones de Pasteur en el ámbito de la salud condujeron no sólo a desarrollar una nueva forma de preparar vacunas, sino también al desarrollo de las técnicas de asepsia y a fortalecer las bases de la teoría microbiana de la enfermedad, como mencionaré en las siguientes secciones.

Vacunas atenuadas: ¿suerte o genialidad?

En torno a 1879, enfrascado en resolver el problema de la mortandad de gallinas afectadas por el cólera, Pasteur cultivó el patógeno causante de la enfermedad, que hoy sabemos que es una especie de *Pasteurella*. Utilizó el germen aislado para obtener una vacuna, sin embargo, hay dos versiones de cómo llegó a conseguirlo. Según la primera versión, unos cultivos viejos y abandonados en el laboratorio se usaron por casualidad en los ensayos de vacunación. Como ha pasado otras veces en la historia de la Ciencia, se trataría de un golpe de suerte. Según otra versión, fue simplemente una genialidad, pues el insigne científico ya conocía el proceso de atenuación de la virulencia, siendo de hecho lo que buscaba de forma activa cuando decidió emplear los cultivos abandonados.

Fuera como fuere, el método de atenuación supuso un gran avance en la preparación de diferentes vacunas, al que el propio Pasteur no fue ajeno, pues se embarcó también en la obtención de una vacuna contra el carbunco ovino y otra contra la rabia. La primera de estas vacunas fue exitosa y se encargó a la sociedad *Compagnie de vulgarisation des vaccins charbonneux Pasteur* su comercialización internacional. Respecto a la vacuna de la rabia, si bien es conocido que sirvió para salvar la vida del niño de nueve años Joseph Meister en 1885 y recaudar el dinero necesario para crear el instituto Pasteur, menos conocido es que la vacuna fracasó en otras dos ocasiones.

Asepsia, mejora del tratamiento térmico y filtración

El maestro se dio cuenta de que los microorganismos estaban por todas partes, por eso pensó que el agua que se usaba para limpiar el material clínico también transmitía gérmenes que producían infecciones, subrayando la necesidad de eliminar estos microbios para evitarlas. En este sentido, la aplicación de su tratamiento térmico al agua empleada para limpiar

el material quirúrgico fue bastante eficaz y evitó muchas infecciones postoperatorias. Pasteur fue, por tanto, uno de los precursores no solo de la higiene personal sino también de la asepsia, definida como la ausencia de material séptico o que produce putrefacción.

Alrededor de 1879, de los laboratorios de este francés universal también salió una mejora del tratamiento térmico, el autoclave de Chamberland, que se aplicó por primera vez para esterilizar medios de cultivo microbiológico. El propio Chamberland (1851-1908) diseñaría unos filtros porosos de porcelana, conocidos como filtros de Chamberland-Pasteur, que se usarían para filtrar agua y evitar que contuviera microorganismos. Las patentes de estos filtros fueron explotadas por otra de las empresas que mencioné anteriormente, la *Société anonyme du filtre Chamberland (système Pasteur)*.

La teoría microbiana de las enfermedades y la refutación de la teoría de la generación espontánea

Ambas teorías están íntimamente relacionadas porque la refutación de la teoría de la generación espontánea fue un cimiento más en la construcción de la teoría microbiana de las enfermedades. Nuevamente, los conocimientos que Pasteur fue acumulando sobre las fermentaciones y su origen microbiano fueron clave para embarcarse en la refutación de la teoría de la generación espontánea. Recordemos que ésta es, en su origen, una teoría aristotélica que propone que la vida se genera a partir de lo que no la tiene por mediación de la interacción de fuerzas vitales.

A partir de 1860, Pasteur publicó una serie de artículos sobre la generación espontánea, pero el trabajo más conocido fue el de 1862 presentado a la *Academie de Sciences* y titulado *Mémoire sur les corpusculles organisés qui existent dans l'atmosphère, et sur la doctrine des générations spontanées*. Su experimento de refutación, que ha pasado a la historia de la Ciencia, fue el del matraz de cuello de cisne, un recipiente en forma de balón conectado al exterior por un tubo ondulado, grueso en su base y que disminuye su calibre hasta llegar a su extremo abierto. Para los experimentos colocó medio de cultivo dentro de los matraces y los sometió a tratamiento térmico, que eliminaba todo rastro de microorganismos. Luego, incubó los matraces con el medio durante un cierto tiempo para que el aire penetrara y finalmente comprobó si había o no alteración del medio. En la mayor parte de los experimentos, que se realizaron en localizaciones y momentos diferentes, el contenido de los matraces permaneció inalterable, a pesar de que el aire que penetraba dentro no había sufrido tratamiento alguno. Por el contrario, se observaba alteración del medio de cultivo cuando se rompía el cuello del matraz o cuando una gota del medio de cultivo del interior se hacía llegar al extremo del cuello. En otra serie de experimentos, observó que la orina o la sangre no tratadas térmicamente solo se alteraban cuando el aire no se filtraba. Todos estos experimentos refutaron definitivamente la teoría de la generación espontánea.

Reconocimiento de autoría

En muchas ocasiones atribuir teorías, conceptos, logros o avances científicos a un único experimento, a una única persona o a un único momento histórico es injusto porque en su mayor parte son el resultado de la suma de experimentos, de conocimientos, de mejoras tecnológicas, de cambios en la mentalidad social y, sobre todo, de lo aportado por muchas personas investigando. Por simplificar, he atribuido únicamente a Pasteur muchos logros científicos e incluso lo he llamado el "padre" de la Microbiología moderna, como si hubiera sido el único. A esta altura nadie duda de su contribución a la Ciencia, como genio que fue, pero he de reconocer que algunos investigadores que no he citado consiguieron los mismos logros antes que él. A Pasteur se le puede criticar no haber mencionado o no reconocer los méritos de esos otros muchos científicos. Desgraciadamente, caeré en el mismo error por cuestión de espacio. El lector puede solventar, en parte, mi error repasando la literatura que se muestra a continuación.

Lecturas adicionales recomendadas

La producción científica de Pasteur para la *Académie des Sciences* se puede consultar en *https://www.academie-sciences.fr/archivage_site/fondations/lp_publi.htm*, mientras que otras obras se pueden encontrar en *https://gallica.bnf.fr/accueil/es/content/accueil-es?mode=desktop* de la *Bibliothèque Nationale de France*. El artículo de Wikipedia en francés sobre Pasteur es muy recomendable, por ser el más completo de todos los disponibles en cualquier idioma (*https://fr.wikipedia.org/wiki/Louis_Pasteur#cite_note-72*). Los números 111 y 112 de 2017 de Noticias SEM contienen dos excelentes artículos escritos por Juan J. Borrego de la Universidad de Málaga, titulados La Microbiología en sellos V. El padre de la bacteriología: Louis Pasteur (I) y La Microbiología en sellos VII. El padre de la bacteriología: Louis Pasteur (II). El trabajo fin de grado de Javier Agudo Toscano de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla, titulado Pioneros de la Microbiología: Louis Pasteur, es una lectura amena. Recomiendo también la visita virtual a *https://artsandculture.google.com/story/louis-pasteur-up-close/XAXBwj6OxM9xKA* y a la fototeca del *Institut Pasteur* en *https://phototheque.pasteur.fr/fr/navigation/list/WS/HOME_MENU/node/48/slug/louis-pasteur-1822-1895/nobc/1*. Para saber aún más, se pueden leer las siguientes revisiones en inglés:

Referencias

Ligon BL (2002) Louis Pasteur: a controversial figure in a debate on scientific ethics. Semin Pediatr Infect Dis 13: 134-141. *https://doi.org/10.1053/spid.2002.125138*

Berche P (2012) Louis Pasteur, from crystals of life to vaccination. Clin Microbiol Infect 18 (Suppl 5): 1-6. *https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2012.03945.x*

Cavaillon JM, Legout S (2022) Louis Pasteur: Between Myth and Reality. Biomolecules 12: 596. *https://doi.org/10.3390/biom12040596*

La pandemia de gripe de 1918 en la prensa española

JOSÉ A. GIL
Catedrático de Microbiología. Departamento de Biología Molecular. Universidad de León. 24071 León.
jagils@unileon.es

La pandemia de gripe de 1918 conocida equivocadamente como "gripe española" (*Spanish influenza*) fue la mayor catástrofe global de origen vírico del siglo XX. Se estima que pudo causar la muerte de entre 50 y 100 millones de personas en el mundo y la tasa global de mortalidad se situó entre el 10 y el 20 por ciento de los infectados.

El brote se originó en Estados Unidos y sus soldados la llevaron a Francia durante la Primera Guerra Mundial (1914-1918), siendo dicha guerra el principal factor de expansión de la pandemia.

La pandemia apareció simultáneamente en todos los continentes en el verano de 1918, alcanzó su punto álgido en el otoño de dicho año y continuó durante el invierno de 1919 (Fig. 1). Los niños y las personas mayores fueron los más afectados pero la mayor mortalidad ocurrió en gente joven de entre 20 y 40 años. La prensa española, que no estaba censurada como en los países en guerra, fue la primera en publicar la noticia, de ahí el nombre de "gripe española".

Se piensa que el virus llegó a España desde Francia como resultado del traslado por ferrocarril de emigrantes españoles y portugueses entre la Península Ibérica y Francia (Trilla *et al.*, 2008).

Erkoreka estudió la mortalidad por gripe en Madrid entre 1916 y 1921 y los datos más relevantes obtenidos fueron que en 1916 la mayor parte de los muertos por la gripe estacional fueron niños (0-4 años) y mujeres mayores de 65 años; la situación cambió entre mayo y junio de 1918 cuando el pico de mortalidad se concentró en jóvenes adultos (25-34 años). Este modelo se observó también durante la ola de gripe de octubre-noviembre de 1918 (15-34 años) (Fig. 2). En 1921, la mortalidad en Madrid vuelve a los valores de la gripe estacional con mayor mortalidad en niños y adultos (Erkoreka, 2010).

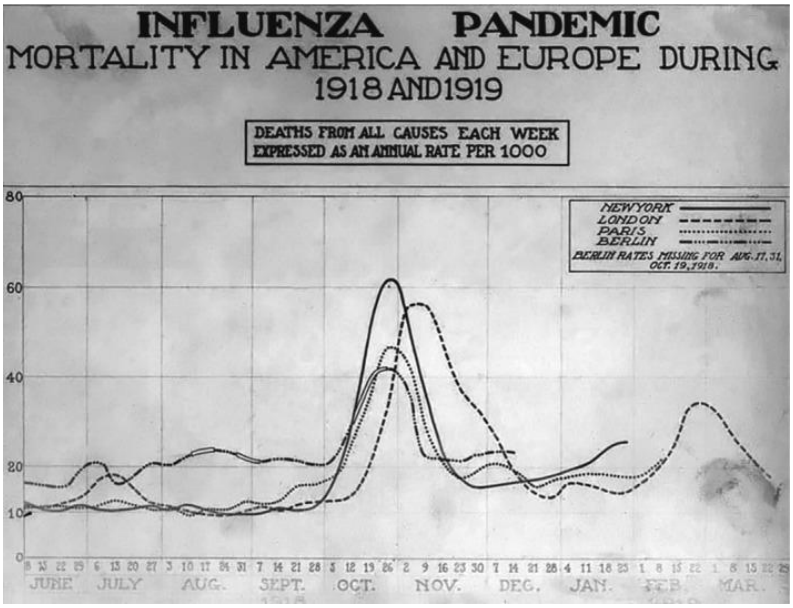


Figura 1. *Mortalidad en Nueva York, Londres, París y Berlín entre junio de 1918 y marzo de 1919. Fuente: Wikipedia. Dominio público; Imagen cortesía del Museo Nacional de Medicina y Salud. Silver Spring, Maryland, USA. Tomada de (Brüssow, 2022).*

El número total de personas que murieron de gripe en España se ha estimado en 186.000 (147.114 en 1918, 21.235 en 1919, y 17.825 en 1920). Sin embargo, es muy probable que fueran más de 250.000 las personas que murieron en la epidemia de gripe. El índice de crecimiento de la población española en 1918 fue negativo ya que hubo una pérdida neta de 83.121 personas (Trilla *et al.*, 2008).

Inicio de la pandemia de gripe en España

Para que un país pueda enfrentarse a epidemias o pandemias es necesario disponer de leyes que permitan a las autoridades hacer frente a esas situaciones excepcionales, pero esto no es, ni ha sido, así. Antes de la pandemia de gripe de 1918, y concretamente el 18 de noviembre de 1914, se aprobó un Real decreto firmado por el rey Alfonso XIII autorizando al ministro de la Gobernación para presentar a las Cortes un proyecto de Ley de Epidemias[1]. Los periódicos de la época se hicieron eco de este proyecto, y así en el diario político **La Rioja**[2] de 16 de noviembre de 1914 se comentaba:

> *El ministro de la Gobernación leerá el martes el proyecto de Ley de Epidemias. En él se trata del medio de convertir en ley la Instrucción de Sanidad vigente.*

1 *https://n9.cl/48c2g*
2 *https://n9.cl/pi9bj*

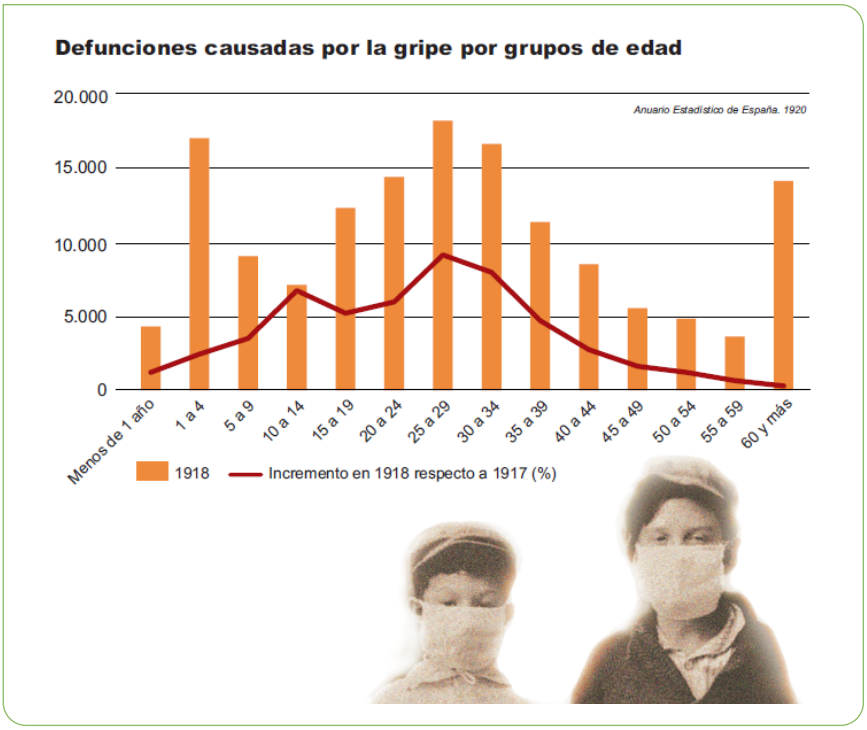


Figura 2. *Defunciones causadas por la gripe de 1918 por grupos de edad. Datos del Instituto Nacional de Estadística.*

Las Cortes entraron en receso en diciembre de 1914 y la Ley de Epidemias no fue aprobada. Así se describe en **El Diario Palentino**[3] de 23 de diciembre de 1914 la última sesión del Congreso antes de las vacaciones de Navidad:

- *A la hora de empezar la sesión estaba sólo en el banco azul el ministro de Gobernación. En la Cámara hay gran desanimación estando casi vacías las tribunas... Cuando se hace un poco el silencio al señor Moliner habla para lamentarse de que se cierren las Cortes sin haber sido aprobada la Ley de Epidemias. Ruega al gobierno que, al reanudarse las sesiones de enero, se discuta dicha ley.*

Como era previsible, acabó la pandemia de 1918 y la Ley de Epidemias seguía sin ser aprobada. Veamos cómo se quejaba el colectivo médico en **El Cantábrico**[4] de 17 de agosto de 1920:

- *Nos quejamos de que los veterinarios han sacado adelante una ley de epizootias y que nosotros no hemos conseguido aún la ley de epidemias, y deducimos, por consecuencia, que los animales están más atendidos y gozan de mejor progreso que los hombres; pero es que cada especie tiene lo que se merece.*

En la reciente pandemia del coronavirus tampoco se aprobó una Ley de Pandemias ya que, según la ministra de Sanidad, Carolina Darias, dicha ley no era necesaria ya que: *Nuestro país cuenta con legislación vigente "suficiente" para enfrentarse tanto a la actual crisis sanitaria, como a las que pudieran llegar en un futuro*[5].

Pero volvamos a 1918 para reflexionar cómo el gobierno trata de enfrentarse a una epidemia de la que ya tiene conocimiento. A finales de abril el gobierno, para llenar el vacío legal por la falta de aprobación de la ley de epidemias, emite Real Orden Circular *disponiendo que en todos los casos en que estuviera comprobada la existencia de una epidemia y adoptadas las medidas oportunas, se proceda por los Gobernadores civiles a convocar con urgencia a las Juntas provinciales de Sanidad, con el fin de acordar la declaración oficial de aquélla y su publicación inmediata en el Boletín Oficial de la provincia*[6].

Días más tarde, y concretamente el 22 de mayo apareció semioculta en la página 24 del periódico **ABC**[7] la primera noticia de la pandemia de gripe en España y decía:

- *Los médicos han comprobado en Madrid la existencia de una epidemia de índole gripal muy propagada, pero, por fortuna, de carácter leve.*

Como ocurrió al principio de la pandemia del SARS-CoV-2 tampoco a la gripe de 1918 se le dio la importancia que realmente tenía, y así se reflejaba en varios periódicos de la época:

El 23 de mayo, en el periódico coruñés **El Orzán**[8]: *Aumenta de modo alarmante la epidemia de grippe* [sic] *en Madrid. Por ahora reviste carácter benigno, no registrándose defunciones.*

En **El Diario de Córdoba**[9] del mismo 23 de mayo se comenta también el aumento de la epidemia de gripe en Madrid y que: *El alcalde ha facilitado una nota oficiosa la cual dice que la epidemia no ofrece gravedad y que sólo se trata de una infección catarral que tiene extraordinario poder de difusión. Afirma que la estadística de mortalidad no se ha alterado y aconseja tranquilidad al vecindario.*

A finales de mayo de 1918 empiezan a aumentar los casos de gripe en distintas provincias, colegios, academias militares, hospicios, etc. y se intenta atajar la epidemia mediante desinfección de edificios. ¿No suena a algo reciente?

El apodo que se utilizó en la prensa española para referirse a la epidemia de 1918 fue "El soldado de Nápoles" debido a lo pegadizo de esta serenata incluida en la "La canción del olvido", zarzuela que triunfaba en aquellos momentos. Así se describe en el **Diario de Alicante**[10] de 27 de mayo: *El mal de moda llamado "El soldado de Nápoles", la grippe de los tres días está ya haciendo de las suyas en esta capital donde se han señalado numerosos casos. Parece haber sido importada de Madrid porque los primeros enfermos han sido gentes venidas de la corte.*

3 https://n9.cl/p5b4a
4 https://n9.cl/mbw4o
5 https://n9.cl/ps6a9
6 https://n9.cl/zxy2g
7 https://n9.cl/gsqj5
8 https://n9.cl/y25fa
9 https://n9.cl/tffs6
10 https://n9.cl/jrkyw

Poco a poco la prensa española comienza a dar noticias preocupantes sobre la epidemia de gripe:

- Así, en el diario de Vitoria **La Libertad**[11] del 31 de mayo se comenta que debido a la epidemia de gripe y a causa de las bajas producidas en el personal de Correos: *se han clausurado varias sucursales de Correos y Telégrafos en distintos barrios de Madrid.*

- En **El Debate**[12] del 2 de junio se enumeran algunos casos de gripe: *60 atacados por la epidemia en el colegio de Huérfanos de Guadalajara, 50 en la Academia de Ingenieros*...

Y las medidas adoptadas por las autoridades de Pamplona y Tarragona: *Cada tres días, desinfección de los cuarteles, Hospicios y todos los edificios públicos*.

- En **La Correspondencia de España**[13] de 4 de junio se describe el aumento de casos de gripe en distintas ciudades españolas con datos como los siguientes:

  - **En Murcia:** La epidemia continúa en aumento. Los atacados son innumerables, y la población está alarmada.

  - **En Toledo:** Aumenta el número de los atacados en oficinas, talleres, seminarios y casas particulares, siendo el gobernador civil uno de los casos.

  - **En Zaragoza:** La Junta de Sanidad recomienda que no se celebren reuniones numerosas en locales cerrados.

Más de 300.000 atacados de gripe era uno de los titulares del diario de Vitoria, **La Libertad**[14], de 1 de junio de 1918 y en su interior se describe la mortalidad en Madrid:

- *Sigue extendiéndose la enfermedad reinante, dándose el caso de que antes de la epidemia la mortalidad diaria en Madrid fluctuaba entre 30 y 40, y el jueves ascendieron a 104 los fallecidos y ayer se elevó el número de defunciones a 107.*

El diario de Cáceres, **El Noticiero**[15] de 6 de junio, tuvo que reducir el número de páginas del periódico debido a la gripe entre sus operarios y se excusan de la siguiente forma:

- *Nuestros lectores sabrán tener en cuenta las razones que justifican esta medida, tan lamentable como involuntaria.*

Según el periódico **La Atalaya**[16] el día 8 de junio se llevó al Congreso de los Diputados un proyecto de presupuesto con el fin de dedicar 250.000 pesetas (unos 1.500 euros) para combatir la epidemia de gripe.

El 18 de junio y en el periódico **La Rioja**[17] se comentaba que el número de enfermos de gripe en la ciudad de Sevilla "*es enorme y que en el plazo de cinco días han fallecido más de 20 jóvenes. En los cuarteles y casas benéficas están atacados el 40 por 100 de los que viven en ellos*".

A pesar de la preocupación general que se detectaba en la prensa española no faltaron noticias en las que se daba la pandemia por superada:

- *La epidemia de gripe se dio por extinguida en Palma de Mallorca a finales de junio de 1918 tal como se describe en* **La Correspondencia de España**[18] *y en otros muchos periódicos locales.*

En algunas ciudades, la epidemia parecía decrecer durante el mes de junio. Así, y en **Diario de Reus**[19] se comentaba:

- *Según noticias, decrece rápidamente en esta ciudad la enfermedad de la gripe, de cuya dolencia ha habido durante el presente mes gran número de atacados.*

En una sesión científica publicada el en **Ideal Médico**[20] de 30 de junio se hablaba de "*la pasada epidemia de carácter gripal*" y que "*acabará sin que conozcamos su etiología*" ya que no "*han hallado el Bacilo de Pfeiffer*[21] *en repetidos análisis de productos (sangre, esputos, etc.) de enfermos gripales*".

La "gripe española"

La primera vez que se habla de "gripe española" en los periódicos españoles fue en el periódico **El Debate**[22] de 4 de julio:

- *Los periódicos alemanes señalan que una epidemia misteriosa, llamada "gripe española", se extiende por toda Alemania. Fue apercibida por primera vez en Nurenberg. Berlín también ha sido atacado, y las autoridades adoptan las medidas necesarias para evitar la propagación de la epidemia.*

En el **Diario de la Marina**[23] de 27 de julio se habla del descubrimiento de las bacterias de la gripe española por parte del profesor alemán Wilhelm Kolle[24], que en este caso cometió un desliz científico:

El profesor Kolle descubrió como agente causante de la gripe española, no el bacilo de la influenza, sino un microbio especial que se desarrolla, al ser cultivado, en largas cadenas, en parte aisladamente y en parte con el "pneuma kokkas". Kolle considera como rebatida la opinión de que la "gripe española" sea una epidemia de influenza, tratándose más bien de bacterias de infección secundaria.

Como en todas las epidemias siempre hay "listillos" que en julio querían "hacer su agosto" y publicaban en los periódicos una "cura radical de la gripe". En **La Prensa**[25] de Santa Cruz de Tenerife del 10 de julio se publicita lo siguiente:

- *Según las grandes eminencias médicas, se ha comprobado plenamente que tomando los excelentes vinos marca "Las 1.000 pesetas", se adquiere absoluta inmunidad para la gripe, o sana radicalmente el que la padezca. Tómese el medicamento en las siguientes dosis: Ajerezado, medio litro cada 4 horas. Malvasía abocado id. cada 3 horas. Tinto superior, 1 litro cada 2 horas. Se puede aumentar la dosis siempre que lo pida el cuerpo.*

Durante el mes de agosto de 1918 la prensa española recogía casos esporádicos de muertes por gripe de personas famosas o conocidas en la ciudad donde se publicaba cada periódico. No obstante,

11 https://n9.cl/qdx8r
12 https://n9.cl/ijir5
13 https://n9.cl/ln1n7
14 https://n9.cl/ye2ff
15 https://n9.cl/lhm10
16 https://n9.cl/i04jv
17 https://n9.cl/psxbd
18 https://n9.cl/31dph
19 https://n9.cl/goc65
20 https://n9.cl/klt0r
21 *Haemophilus influenzae,* considerado erróneamente como la causa de la gripe común hasta 1933, cuando la etiología viral de la gripe llegó a ser conocida.
22 https://n9.cl/br4o1
23 https://n9.cl/woepm
24 https://n9.cl/woppvs
25 https://n9.cl/lbmn5

se describen los brotes de gripe en distintos países europeos. Sirva como ejemplo la noticia publicada en **El Heraldo de Zamora**[26] del 7 de agosto:

- *Comunican de Amsterdan [sic] que la epidemia de gripe española está causando grandes estragos en Bélgica. En las principales capitales se han registrado y siguen registrándose millares de casos.*

A finales de agosto, se vuelve a desatar la epidemia en España tal como se describe en algunos periódicos. En la **Correspondencia de España**[27] de 31 de agosto:

- *Comunican de Gerona que en varias comarcas de aquella provincia ha aparecido la epidemia de grippe , llegando en alguna al 60 por 100 de los obreros de las fábricas los que están enfermos.*

La gran ola de la pandemia en España

Tras el verano de 1918, la epidemia ya estaba lista para pasar a su fase más mortífera. Las trece semanas que van de septiembre a diciembre de 1918 constituyen el período más intenso, con el mayor número de víctimas mortales. Es ahora cuando el gobierno toma conciencia de la situación y se empiezan a tomar medidas más eficaces. Según informaciones aparecidas en algunos periódicos parece que hubo un "comité científico" y que se tuvo en cuenta "la opinión de los científicos" ¿Hubo realmente un Comité científico? ¿Quién era el Fernando Simón de 1918?

El 18 de septiembre en el periódico extremeño **El Correo de la Mañana**[28] se comentaba que:

- *El ministro de la Gobernación manifestó a los periodistas que continúan aumentando los casos de gripe, dándose la circunstancia especial de que las poblaciones que antes dejaron de sufrir los rigores de la enfermedad son ahora las más castigadas. También dijo que, según el dictamen científico, en el desarrollo de esta enfermedad influye mucho la pertinaz sequía que venimos padeciendo.*

Otro de los temas de los que se ocupa la prensa son las medidas adoptadas para frenar la epidemia de gripe en nuestro país:

En el periódico semanal **El Salmantino**[29] de 23 de septiembre se empiezan a tomar medidas para evitar las aglomeraciones:

- *Por el ministerio de Gobernación se ha dirigido una circular a los gobernadores de provincias, ordenándoles se opongan a la aglomeración de gente en las fiestas y ferias. Si es necesario deben suspenderse las fiestas, anunciándolo así en los programas.*

Y se empiezan a suspender las fiestas como se describe en **El Correo de la Mañana**[30] de 24 de septiembre:

- *En el pueblo de Liria (Valencia) se han suspendido las fiestas que se acostumbraba a celebrar estos días, a causa del crecido número de atacados.*

En algunas ciudades se hace caso omiso de las recomendaciones de las autoridades sanitarias y, concretamente, el obispo de Zamora y Senador Monseñor Antonio Álvaro Ballano[31], convocó una procesión por las calles de la ciudad con la imagen de la Virgen del Tránsito, que sólo había salido del convento del Corpus Christi durante una epidemia de cólera treinta años antes. Estudios médicos recientes revelan que Zamora fue la ciudad de España que registró una tasa más alta de mortalidad y es precisamente el mes de octubre, en el que tiene lugar la procesión, cuando se produce el pico más alto con un 10,1% de los casos registrados[32].

Es interesante reflexionar, un siglo más tarde, sobre las recomendaciones para evitar el contagio de la gripe que aparecen en el **Boletín Oficial Extraordinario de la Provincia de Burgos**[33] de 4 de octubre, donde el gobernador Andrés Alonso López, entre otras cosas dice:

- *Asimismo recuerdo que la infección se produce por las gotitas de saliva que despide el que habla, tose... Que se abstengan, en consecuencia, de permanecer en locales cerrados mal ventilados... Que se tengan abiertas todo el día las ventanas de los dormitorios...Estar en el campo el mayor tiempo posible porque el aire libre, el agua y la luz son los mejores desinfectantes en esta ocasión. Desoír a los ignorantes que os invitan a beber alcohol o consumir tabaco como remedios preventivos por ser sus efectos en esta ocasión más nocivos que nunca.*

A pesar de las medidas adoptadas por las autoridades, el número de casos de gripe sigue en aumento y así se describe en **El Correo de la Mañana**[34] del 8 de octubre:

- *En el ministerio de la Gobernación han facilitado un telegrama del gobernador civil de Ciudad Real, manifestando que en Argamasillas hay más de 150 atacados de gripe, y en Tomelloso pasan de un millar los enfermos de la misma dolencia.*

En esta segunda oleada la prensa mostró la verdadera dimensión de la epidemia sin ningún disimulo tal como se describe en la página 2 de **El Sol**[35] de 2 de octubre:

- *Hemos atravesado gran parte de la provincia de Soria en diligencia y en todos los pueblos sólo se oyen los lamentos de los aldeanos. El número de atacados es espantoso, y en algunos pueblos ha habido bastante mortandad. Muchos pueblos de 200 a 300 vecinos tienen 150 o más atacados. Los médicos están casi todos enfermos.*

El 10 de octubre en el periódico **El Debate**[36] se hace una descripción exhaustiva del estado de la epidemia en muchos lugares de España. Veamos algunos ejemplos:

- *Desde el Ministerio de la Gobernación se mandan lotes de desinfectantes y medicamentos a los pueblos epidemiados que lo soliciten.*
- *En Barcelona se acordará la suspensión del curso y el cierre de la Universidad. El Rector es opuesto a la medida: pero es probable, casi seguro, que el cierre de las aulas empezará el viernes próximo.*
- *En Andalucía se suspende, temporalmente, la emigración para América, Asia y Oceanía.*
- *Los pasajeros que llegan de Francia continúan sujetos a reconocimiento.*

26 https://n9.cl/zanw9
27 https://n9.cl/0jekz
28 https://n9.cl/juoij
29 https://n9.cl/cqo6s
30 https://n9.cl/cuzkh
31 https://n9.cl/44nrr
32 https://n9.cl/3mad4
33 https://n9.cl/gx0n6
34 https://n9.cl/srnpj
35 https://n9.cl/ywpwy
36 https://n9.cl/up62z

En el diario republicano de Valencia **El Pueblo**[37] de 11 de octubre se citan los acuerdos tomados por la Junta provincial de Sanidad:

- *Suspender la corrida que había de celebrarse en esta capital el día 20 del actual para evitar la aglomeración de gente y prevenir el contagio de la enfermedad reinante por individuos procedentes de pueblos epidemiados.*
- *Suspender el funcionamiento de teatros, cines y celebración de bailes en sociedades particulares y demás espectáculos públicos en locales cerrados.*
- *Prohibir este año la festividad en el Cementerio del Día de Todos los Santos.*
- *Suspender los festejos proyectados por el Comité de defensa de la Raza, que aun siendo al aire libre produce aglomeraciones de personas.*

En este mismo periódico y en el mismo día se cita que:

- *El rector propuso el aplazamiento de la apertura de curso en los centros docentes que dependen de su autoridad como son la Universidad, Instituto, Escuelas especiales, etc.*
- *El cierre de los colegios, academias y escuelas nacionales y particulares fue decretado por el Gobernador civil de la provincia cumpliendo un acuerdo unánime de la Junta Provincial de Sanidad.*

La epidemia se complica en toda España, falta personal sanitario, empieza el desabastecimiento de medicinas y alimentos (y no de papel higiénico como en la pandemia del SARS-CoV-2[38]), se confinan pueblos, se desinfectan calles, hay huelga de constructores de ataúdes. Veamos cómo se describe en **La Correspondencia de España**[39] del 21 de octubre:

- ***Orense:*** *En las últimas veinticuatro horas han ocurrido más de veinte defunciones de la epidemia. De ellas, nueve corresponden a niños. Toda la provincia está invadida de gripe. Todos los médicos están enfermos y 56 pueblos están sin asistencia médica. Además, carecen de medicamentos y muchos enfermos mueren por falta de auxilio.*
- ***Palencia:*** *Ante la escasez de leche, la prensa local propone a las autoridades que se obligue a las personas sanas a que dejen de tomar leche en beneficio de los enfermos, para quienes es tan necesaria. Igualmente piden que esta prohibición se extienda a los huevos y pescado.*
- ***Almería****: En Mijas han fallecido los tres farmacéuticos que había en el pueblo. La epidemia ocasiona víctimas por el pánico que produce a los enfermos, pánico tan terrible, que les induce al suicidio* (se citan un par de casos).
- ***Huelva:*** *El inspector de Sanidad ha pedido al Gobierno dicte una real orden telegráfica autorizando el acordonamiento de la población para evitar la entrada de personas sospechosas. Continúan regándose las calles con una disolución de sulfato.*
- ***Barcelona:*** *Se declara una huelga en los talleres de construcción de ataúdes. El gobernador ha dado órdenes severísimas a la Policía para que se adopten cuantas medidas sean necesarias para impedir que en aquellos talleres sea coartada la libertad del trabajo. A pesar de las órdenes dadas siguen los obstáculos para el enterramiento de los cadáveres, dando lugar a que los cadáveres permanezcan en las casas días y días.*

  El alcalde ha dictado dos bandos. En uno se prohíbe en absoluto arrojar o depositar basuras en la vía pública. En otro bando ordena a los propietarios que construyan en las casas que no lo tengan un retrete para cada piso y habitación. Los dueños de casas que no tengan agua deberán instalarla en el plazo de 15 días.
- ***Murcia:*** *La epidemia continúa extendiéndose de modo alarmante, especialmente en la huerta donde el número de atacados es considerable. El promedio diario de defunciones es de 50.*

  Hoy fue conducida, desde la iglesia del Monte a la Catedral, la imagen de la Virgen de la Fuensanta, Patrona de Murcia. La conducción de la imagen, pedida por el Ayuntamiento, hízose sin previo aviso para evitar la aglomeración de gente. La leche es escasísima y los huevos se venden a precios altísimos.
- ***Santander:*** *La epidemia de gripe ha decrecido. La Junta de señoras ha entregado setenta y cinco mil pesetas para los pobres. Los espectáculos y escuelas continúan cerrados*

La primera evidencia de que la epidemia de gripe pudo ser producida por un virus filtrable y no por el bacilo de Pfeiffer, ni por neumococos, aparece en una publicación de **Murcia Médica**[40] de noviembre donde también se dan recomendaciones para evitar la propagación de la epidemia, así como el uso de la mascarilla:

- **Agente causal:** *Queda naturalmente en pie la cuestión planteada últimamente por Nicolle*[41]*, de Túnez, de la existencia de un virus filtrable. Ya otros habían pensado en esta posibilidad, que, teóricamente, ofrece, en lo que atañe a la patogenia, a la contagiosidad y a la epidemiología de la gripe, una gran verosimilitud.*
- **Profilaxia:** *La enfermedad sólo es transmisible por el hombre enfermo o portador del agente causal, por medio de las excreciones de sus vías respiratorias, sin que intervengan factores alimenticios, el agua o cualquiera de otros vehículos que en otras enfermedades pueden ser transmisores de virus. Se comprende y se comprueba empíricamente que las condiciones del aire en que se respira, el hacinamiento, las aglomeraciones de personas en ambientes confinados, son los factores fundamentales que facilitan la difusión de la enfermedad. Se debe proceder al aislamiento inmediato de todo individuo sospechoso. En cambio, han sido muy limitadas las medidas de desinfección propiamente dichas. Está en el ánimo de todos su absoluta inutilidad. Cuando se han llevado a cabo ha sido más bien por satisfacer a la galería. Inútil es decir que conservan todo su valor las medidas de profilaxia individual mediante el lavado y desinfección de boca y fosas nasales por los medios sabidos (agua oxigenada, aceite gomenolado, etc.). En algunas clínicas hemos visto usar al personal asistente la máscara de Vincent (compuesta de cinco hojas de gasa sobre boca y narices sujeta con una goma a la cabeza).*

[37] https://n9.cl/gnkmv
[38] https://n9.cl/h3r10a
[39] https://n9.cl/18vib
[40] https://n9.cl/c4lsf
[41] https://n9.cl/1a7m8

- **Tratamiento:** *Podemos resumir que como suponíamos, no existe un tratamiento de la gripe, no sólo específico, sino ni siquiera suficientemente ventajoso sobre los demás, para que pueda ser recomendado preferentemente. Se ensaya el tratamiento con sueros de convalecientes, sin resultados definitivos por ahora. Se recomienda el uso de antitérmicos corrientes, siendo el preferido el piramidón*[42].

En el **Correo de la Mañana**[43] de 2 de noviembre se dan las normas para fabricar y usar mascarillas, así como su efecto protector contra la gripe:

- *La mascarilla de gasa tiene por objeto preservar la tos y el aliento sumamente contagioso. Será llevada por todo enfermo desde el principio y sobre todo por el personal que los cuide y la familia desde que entren en la habitación del enfermo. Se colocará de modo que tape la parte inferior de la nariz y la boca y se atará detrás de la cabeza. Antes de usarla se echarán unas gotas de gomenol*[44] *sobre la parte exterior y se renovará o hervirá después de cada visita.*

Las epidemias también sirven para lanzar proclamas políticas interesadas. Véase como el órgano de las juventudes republicanas revolucionarias, **El Ideal**[45] de 1 de noviembre describió lo que ocurría en Almería:

- *Aunque decrece la epidemia, la mortalidad aumenta, y esto es debido, más que a la gravedad de la gripe, al hambre y a la miseria que reina en la provincia. La mayoría mueren durante la convalecencia de la gripe por falta de alimentación. ¿No es horrible que suceda esto? ¿No es vergonzoso que mate el hambre y no la epidemia a los enfermos?*

Debido a la alta mortalidad de la epidemia, la gente abandona los cadáveres en las casas tal como se describe en el **Diario de Reus**[46] de 3 de noviembre:

- *El Inspector regional de Sanidad, D. Roberto Cuenca, manifestó que en Perelló fue tal el abandono de que algunos vecinos dejaban a sus deudos atacados de gripe que sólo en cuatro casas fueron extraídos cuatro cadáveres.*

En **La Atalaya**[47] de 4 de noviembre se describe el estado sanitario de Santander y alguno de los pueblos de la provincia:

- **La capital:** *La epidemia va en rápido descenso en la población.*
- **Ramales:** *Setenta casos, doce graves y seis defunciones.*
- **Suances:** *Disminuye la epidemia.*
- **Laredo:** *La situación es gravísima, más de dos mil enfermos, la mitad del vecindario se halla atacado y más de un treinta por ciento son de gravedad.*

El número de infectados va disminuyendo a lo largo del mes de noviembre y en Pamplona se empiezan a abrir las escuelas y a vender leche tal como se describe en **La Correspondencia de España**[48] de 6 de noviembre:

- *Hoy han empezado los cafés a vender leche, cosa que se había prohibido para atender a la alimentación de los enfermos. La Junta de Sanidad, en vista de que la situación ha mejorado mucho, ha autorizado la apertura de las escuelas, no autorizando la apertura del Instituto ni de la Escuela Normal hasta que desaparezca del todo la epidemia.*

La falta de previsión del gobierno de turno se pone de manifiesto cuando a primeros de noviembre, y a petición del Presidente la Real Academia de Medicina, se emite una *Real orden disponiendo se publique en este periódico oficial una lista de los sueros, medicamentos y desinfectantes más indispensables en el tratamiento de la gripe, y convocando a los almacenistas, representantes o agentes que puedan disponer en existencias de alguno de los productos que se mencionan, hagan, en el plazo de cinco días, ofertas a este Ministerio de precios a que cederían dichos productos, y cantidad y detalle de los paquetes o envases que los contengan.*[49]

A mediados de noviembre se empiezan a abrir colegios siempre que no haya casos recientes en las familias de los alumnos. Así se describe en **El Pueblo Cántabro**[50] de 22 de noviembre:

- *El 25 de noviembre abre este centro de enseñanza (Asilo de San José) las clases para las alumnas gratuitas y externas de este centro. Para dar cumplimiento a lo dispuesto por la Junta de Sanidad, deberán presentar todas el certificado de revacunación y otro, que justifique no existe persona alguna en la familia con la gripe en éstos últimos días.*

A finales de noviembre de 1918 la epidemia va desapareciendo en España tal como se refleja en casi todos los periódicos y es el momento de rendir homenaje a los médicos que murieron como consecuencia de la epidemia, proporcionar una pensión a sus herederos y exigir responsabilidades.

En la Gaceta de Madrid se publica una Real orden circular para proporcionar *pensión a viudas y huérfanos de facultativos fallecidos a consecuencia de los servicios extraordinarios prestados contra la epidemia declarada oficialmente*[51].

En el **Noticiero de Soria**[52] de 29 de noviembre se informaba de lo siguiente:

- *La enfermedad llamada gripe ha desaparecido en nuestra provincia ya por completo en la mayoría de los pueblos epidemiados que sumaban el número de doscientos cincuenta y cinco.*

En el **Ideal Médico**[53] de Córdoba de 30 de noviembre se decía:

- *Trágico tributo ha rendido la clase médica a la epidemia gripal. 200 médicos han muerto, víctimas del deber. Descansen en paz.*
- **Nuevos remedios contra la gripe.** *El ayuntamiento de Valladolid, en sesión, acordó, días atrás, con motivo de los estragos que en la población hacía la epidemia reinante y, seguramente, para contrarrestarla, estos dos extremos: Unas rogativas a la Virgen patrona de Valladolid y un voto de censura para la Junta de Sanidad.*

42 https://n9.cl/ss5g5d
43 https://n9.cl/tg27o
44 https://n9.cl/s27ew
45 https://n9.cl/94ne6
46 https://n9.cl/pqy1u
47 https://n9.cl/91uyj
48 https://n9.cl/9zi8b
49 https://n9.cl/hc5or
50 https://n9.cl/88oi0
51 https://n9.cl/esrf2
52 https://n9.cl/2uxue
53 https://n9.cl/vbecb

El Pueblo Cántabro[54] de 1 de diciembre:

- *Continúa acentuándose, felizmente, el decrecimiento de la epidemia gripal. Durante el día de ayer sólo fueron registrados en toda la población cinco nuevas invasiones, todas de carácter leve.*

A mediados de diciembre de 1918, el ministro de la Gobernación da órdenes para hacer una estadística pormenorizada de los muertos por gripe y de los huérfanos ocasionados por la pandemia. Así se anunciaba en el **Boletín Oficial de la Provincia de Santander**[55] de 16 de diciembre:

Todos los señores alcaldes enviarán una estadística, en el plazo de cinco días, en la que se hagan constar los datos siguientes:

- *Primero. Nombre de cada pueblo de sus distritos donde hubieran habitado enfermos de gripe.*
- *Segundo. A continuación del nombre del pueblo se pondrá el número de habitantes, el número de enfermos invadidos de gripe y las defunciones ocurridas. Procurarán en estos datos la mayor exactitud posible y los datos de mortalidad serán tomados del Registro civil.*
- *Tercero. Se dará cuenta del número de niños huérfanos de padre y madre que haya dejado la epidemia en cada pueblo. Asimismo, se hará constar los huérfanos sólo de padre o madre que hubieran quedado, y de ser posible, la edad de los mismos siempre que sea menor de catorce años.*

A finales de 1918 se recogen en muchos periódicos la incidencia mundial de la gripe descrita en el periódico inglés "***The times***". Veamos cómo se contó en **La Correspondencia de España**[56] de 31 de diciembre:

- *Teniendo en cuenta los datos de las últimas doce semanas la gripe habría causado 108 millones de muertos. Solamente en la India ha causado más de tres millones de defunciones; en el sur de África ha azotado y sigue azotando cruelmente; sólo en la Ciudad del Cabo, más de mil niños han quedado sin familia. Australia tuvo que mandar un buque con socorros a Samoa, donde el 80 por 100 de la población había caído, y los pocos blancos que quedaban no bastaban para alimentar a los enfermos ni enterrar a los muertos. En América, el desastre es horroroso. En Ontario y regiones del Oeste, no menos de 108 médicos han fallecido hasta ahora de la epidemia. En Ontario, sólo en noviembre ha habido 5000 muertos; Francia, Alemania, Suiza y Austria han sido también azotadas por la epidemia, de la cual España ha sido una de las peores víctimas, especialmente Barcelona.*

VII. **Defunciones producidas por la gripe, y sus principales complicaciones durante el año 1918.**

Conjunto de provincias, sin capitales.

MESES	CIFRAS ABSOLUTAS							POR 1 000 HABITANTES						
	Gripe.	Tuberculosis pulmonar.	Enfermedades orgánicas del corazón.	Bronquitis crónica.	Neumonía.	Nefritis aguda y mal de Bright.	Total.	Gripe.	Tuberculosis pulmonar.	Enfermedades orgánicas del corazón.	Bronquitis crónica.	Neumonía.	Nefritis aguda y mal de Bright.	Total.
Enero	602	1 648	3 123	1 152	1 296	891	8 712	0,04	0,10	0,18	0,07	0,08	0,05	0,51
Febrero	529	1 585	2 756	858	894	681	7 293	0,03	0,09	0,16	0,05	0,05	0,04	0,42
Marzo	874	1 876	2 920	1 056	1 314	824	8 864	0,05	0,11	0,17	0,06	0,08	0,05	0,52
Abril	695	1 742	2 850	814	1 079	725	7 714	0,04	0,10	0,15	0,05	0,06	0,04	0,45
Mayo	602	1 684	2 384	699	915	656	6 940	0,03	0,10	0,14	0,04	0,05	0,04	0,40
Junio	2 214	1 963	2 429	709	998	605	8 918	0,13	0,11	0,14	0,04	0,06	0,04	0,52
Julio	1 508	1 828	2 050	554	687	507	7 323	0,09	0,11	0,12	0,03	0,04	0,03	0,43
Agosto	895	1 721	2 391	463	568	604	6 342	0,05	0,10	0,12	0,03	0,03	0,04	0,37
Septiembre	7 090	1 801	2 269	631	971	676	13 438	0,41	0,11	0,11	0,04	0,06	0,04	0,78
Octubre	71 504	3 093	4 331	1 851	3 390	1 042	85 220	4,16	0,18	0,25	0,11	0,20	0,06	4,96
Noviembre	37 937	2 483	3 359	1 433	1 840	956	48 179	2,19	0,14	0,21	0,08	0,11	0,06	2,78
Diciembre	8 915	1 892	2 705	1 005	1 053	855	16 515	0,52	0,11	0,16	0,06	0,06	0,05	0,96
TOTALES	133 455	23 316	33 336	11 225	15 014	9 112	225 458	7,76	1,36	1,94	0,65	0,87	0,53	13,11

Figura 3. *Defunciones producidas por la gripe y sus principales complicaciones durante el año 1918. Fondo documental del Instituto Nacional de Estadística. Datos del Anuario de 1918.*

En ese mismo artículo del corresponsal de "The times" sentencia de manera categórica e interesada que:

- *La epidemia empezó en España el verano último de forma muy benigna, y que produjo muy pocas defunciones. En esta forma se extendió por Europa, llegando a Londres en junio. El público lo trató como cosa de broma, y los enfermos sanaban prontamente. La epidemia se extendió a América, y en agosto y septiembre -dice el articulista- empezamos a recibir noticias desagradables de su virulencia.*

Datos demográficos de la pandemia

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística[57] en 1918 hubo 160.552 víctimas mortales directas de la gripe desglosadas en 147.060 en provincias y 13.492 en capitales de provincia. Barcelona fue la capital española con más muertos de gripe (1.557), seguida de Valencia (1.087) y Madrid (948). Las capitales menos afectadas fueron Cáceres (17 muertos), Cuenca (22) y Teruel (29).

Las provincias más afectadas, sin tener en cuenta los datos de las capitales, fueron La Coruña (7.673), Almería (5.661) y Burgos (5.210) y las que tuvieron menos casos de gripe fueron Canarias (309), Álava (898) y Sevilla (1279).

En la provincia de Cáceres, el número de muertos por gripe en 1918 fue de 2.563 y en mi pueblo natal, Torrejoncillo, durante 1918 y 1919 murieron 374 personas de las cuales 124 fueron por gripe. Este dato sitúa a Torrejoncillo entre los pueblos más afectados por la pandemia ya que en sólo cinco localidades se sobrepasó el 2,5% de fallecimientos por gripe: Carcaboso (3,45%), Aliseda (2,85%), Malpartida de Plasencia (2,85%), Torrejoncillo (2,69%) y Zorita (2,63%). Las dos grandes poblaciones de la provincia Plasencia y Cáceres tenían unos valores más bajos (1,51% y 0,96% respectivamente) (Muñoz and Neila, 2021).

Los grupos de edad más afectados fueron los adolescentes y los adultos jóvenes.

En la Fig. 3 puede observarse que el número de muertes por gripe alcanzó un pico máximo en el mes de octubre de 1918 cuando murieron 71.504 personas en un país de poco más de 20 millones de habitantes, es decir una tasa de incidencia de 4,16 por 1000 habitantes durante el mes de octubre.

54 https://n9.cl/59bjr
55 https://n9.cl/b8pr2
56 https://n9.cl/nuj7p
57 https://n9.cl/4sbjo

VI. Oscilaciones de los precios de algunos artículos de primera necesidad en España desde agosto de 1914 a marzo de 1918.

ARTÍCULOS	UNIDAD	Agosto 1914.	Octubre 1916.	Octubre 1917.	Marzo 1918.	Junio 1919.	Alza de 1914 a 1919.	Alza por 100.
		Pesetas.						
Trigo.....	100 kilogramos	30,26	40,91	47,40	48,00	50,84	20,58	68,00
Harina de trigo.	Idem	44,22	49,62	57,00	58,50	64,00	19,78	45,00
Cebada	Idem	23,00	29,75	39,00	45,00	35,20	12,20	53,00
Maíz.....	Idem	23,25	33,27	40,00	49,50	50,74	27,49	118,00
Arroz.....	Idem	62,00	64,00	70,00	82,00	90,36	28,36	46,00
Patatas.....	Kilogramo	0,15	0,20	0,25	0,20	0,34	0,19	126,00
Carbón mineral.	Tonelada	34,00	145,00	230,00	390,00	140,00	106,00	312,00
Azúcar.....	100 kilogramos	79,00	110,00	117,00	129,00	164,00	45,00	57,00

Figura 4. *Oscilaciones de los precios de algunos artículos de primera necesidad en España desde agosto de 1914 a junio de 1919. Fondo documental del Instituto Nacional de Estadística.*

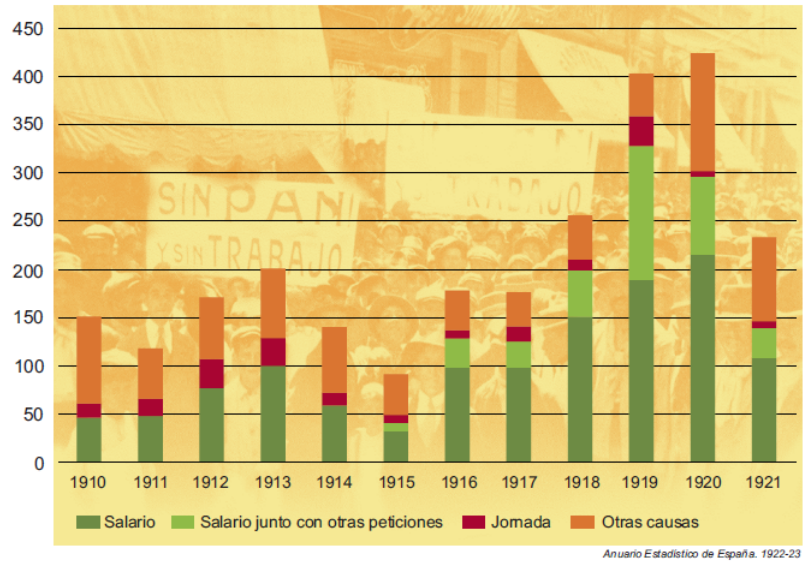


Figura 5. *Huelgas en España desde 1910 a 1921. Fondo documental del Instituto Nacional de Estadística. Anuario Estadístico de España 1922-23.*

Indicadores macroeconómicos de la pandemia

En esa época no se dispone de suficientes indicadores macroeconómicos para hacer una valoración exhaustiva del impacto económico de la pandemia de gripe en España, pero sí podemos rastrear en los *Anuarios* su repercusión social a través de las cifras del coste de la vida, el consumo o la actividad laboral. Son particularmente importantes las subidas de precios de los productos básicos como el carbón (312%), patatas (126%) y maíz (118%) (Fig. 4). En la Fig. 5 se puede observar el incremento de las huelgas en 1919 y 1920, reivindicando principalmente salarios que se ajustaran a los nuevos precios.

Hoy en día, los precios de los productos de la cesta de la compra, la energía eléctrica y los combustibles están alcanzando unos valores a los que una gran parte de la ciudadanía no puede hacer frente y la inflación supera el 10%. ¿Veremos huelgas como las que ocurrieron después de la pandemia de la gripe de 1918?

Bibliografía

Brüssow, H. (2022) The beginning and ending of a respiratory viral pandemic-lessons from the Spanish flu. *Microb Biotechnol* **15**: 1301–1317.

Erkoreka, A. (2010) The Spanish influenza pandemic in occidental Europe (1918-1920) and victim age. *Influenza Other Respi Viruses* **4**: 81–89.

Muñoz, J.A., and Neila, C.M. (2021) La epidemia de gripe de 1918 y 1919 en la provincia de Cáceres (Extremadura). *Rev Demogr Histórica-Journal Iberoam Popul Stud.* **39**: 175–204.

Trilla, A., Trilla, G., and Daer, C. (2008) The 1918 "Spanish flu" in Spain. *Clin Infect Dis* **47**: 668–673.

XIII Reunión del grupo de Microbiología del Medio Acuático (XIII MMA2022)

INMACULADA LLAMAS, ANA DEL MORAL, FERNANDO MARTÍNEZ-CHECA, INMACULADA SAMPEDRO, AMALIA ROCA, ALBA AMARO, PATRICIA SÁNCHEZ, AZAHARA NAVARRO, MÓNICA CABEO Y VICTORIA BÉJAR

Departamento de Microbiología. Facultad de Farmacia. 18071. Granada.
Laboratorio de Microbiología. Instituto de Biotecnología. Centro de Investigación Biomédica. Parque Tecnológico de Ciencias de la Salud. Universidad de Granada. 18016 Granada.

illamas@ugr.es

La XIII Reunión del grupo de Microbiología del Medio Acuático (XIII MMA2022) (*https://www.granadacongresos.com/xiiimma*) se ha celebrado por primera vez en Granada durante los días 22 y 23 de septiembre. Su organización corrió a cargo del grupo Exopolisacáridos Microbianos (BIO 188) de la Universidad de Granada (*https://www.bio188.es*), que contó con el apoyo de la Universidad de Granada y del Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR). Era un congreso muy esperado ya que, como otros, estaba programado para celebrarse en octubre del año 2020 pero debido a la situación de pandemia por la COVID-19, tuvo que cancelarse a última hora.

La reunión bienal **XIII MMA2022** ha tenido como sede el moderno Auditorio del Centro de Congresos y Convenciones CASA ZAYAS, un edificio situado en el centro histórico de la ciudad, que permitió el fácil desplazamiento de los 65 asistentes.

El congreso ha congregado a docentes, investigadores y profesionales de empresas relacionadas con el medio acuático. El acto de inauguración del congreso estuvo presidido por el director de la Oficina de Proyectos Internacionales de la Universi-

N.º 74 DICIEMBRE 2022

Foto 1. Mesa inaugural del congreso. *Alicia Estévez, presidenta del grupo especializado de Microbiología del Medio Acuático SEM, Miguel Ángel Guardia, director de la Oficina de Proyectos Internacionales e Inmaculada Llamas, responsable del comité organizador del congreso.*

Foto 2. *Comité organizador del congreso.*

Foto 3. *Jóvenes investigadores premiados en el congreso MMA2022. de izqda. a drcha: Marta Royo (premio tesis doctoral bienio 2020-21), Hector Carmona-Salido (premio MMA2022), Inmaculada Llamas (responsable del comité organizador del congreso), Alicia Estévez, presidenta del grupo especializado de Microbiología del Medio Acuático SEM, Elisenda Ballesté (premio MMA2022), Juan Gémez (premio MMA2022) y Alba Vázquez (premio ASM).*

dad de Granada, D. Miguel Ángel Guardia López, la presidenta del Grupo Especializado de Microbiología del Medio Acuático, Dª Alicia Estévez Toranzo y la responsable del comité organizador del congreso, Dª Inmaculada Llamas Company. La conferencia inaugural, sobre "*Productos naturales y microorganismos del medio acuático*" fue impartida por la Dra. Olga Genilloud, directora científica del Centro Fundación Medina. A lo largo de las dos jornadas se presentaron treinta y siete comunicaciones orales, la mayoría defendidas por los jóvenes investigadores, quienes fueron los protagonistas de la reunión. Siguiendo la iniciativa de congresos anteriores de la SEM, no hubo presentaciones tipo posters. Las sesiones se dividieron en tres grandes temáticas: "La taxonomía y biodiversidad del medio acuático", "La contaminación del medio acuático" y "La patología de especies acuícolas". Se trataron los problemas actuales relacionados con la contaminación del agua y las enfermedades infecciosas de origen bacteriano y vírico, destacando los problemas que están apareciendo en nuestras costas debido al preocupante cambio climático. Se han compartido los avances e innovaciones en las estrategias para prevenir y combatir estas enfermedades, incluyendo la utilización y la mejora en el diseño de vacunas,

Foto 4. *Foto familiar de los asistentes al congreso MMA2022 en Granada.*

el uso de probióticos, así como técnicas alternativas al uso de antibióticos. Durante las sesiones se presentaron trabajos de una gran calidad científica y disfrutamos de enriquecedores debates entre ponentes y asistentes. Para cerrar el programa científico, la conferencia de clausura corrió a cargo de los dos premios a la mejor tesis doctoral en los bienios 2018-19 *("Influence of anthropogenic pollution on the prevalence, maintenance and spread of antibiotic resistance in aquatic microbial communities"*, Jessica Subirats, Universitat de Girona) y 2020-21 ("*Ecogenómica de procariotas marinos no cultivados*", Marta Royo, Universidad Autónoma de Barcelona). Finalmente, se hizo la entrega de premios; el grupo especializado del Medio Acuático SEM concedió 3 premios a las mejores comunicaciones y la ASM otorgó un premio consistente en un diploma, la suscripción a dicha sociedad durante un año y un *e-book* de la editorial a elegir por el premiado. En la reunión de la junta directiva del Grupo se fijó que el próximo encuentro sería en el año 2024 aunque aún no está decidido el lugar de celebración.

Como parte del programa social, el jueves se organizó una visita guiada por el Albaicín y el centro histórico de Granada donde los asistentes pudieron deleitarse con las magníficas vistas a la Alhambra. El viernes nos despedimos con una cena en el restaurante Asador de Castilla, un lugar muy recomendable para terminar con un buen sabor de boca.

Gracias a todos los ponentes y asistentes por haber compartido con nosotros estos dos días de gran calidad científica y personal. Nos vemos en la próxima reunión en 2024.

N.º 74 DICIEMBRE 2022

VIII Congreso Nacional de Microbiología Industrial y Biotecnología Microbiana

VICENTE MONEDERO

Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC); Valencia.

btcmon@iata.csic.es

Del día 1 al 3 de junio de este año tuvo lugar en Valencia el **VIII Congreso Nacional de Microbiología Industrial y Biotecnología Microbiana** (CMIBM2022), promovido por el grupo especializado de Microbiología Industrial y Biotecnología Microbiana de la SEM y organizado en esta ocasión por el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA), el Instituto de Biología Integrativa de Sistemas (I2SysBio) y el Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CIB). Como otros congresos y reuniones de los grupos especializados de la SEM, el CMIBM estaba originalmente programado para el 2020, pero la situación excepcional resultante de la pandemia COVID-19 obligó a su aplazamiento hasta el 2022, para no coincidir así con el XXVIII Congreso de la Sociedad Española de Microbiología, que se celebró en el 2021. Ante la nueva situación y para poder dar oportunidad de asistencia a la mayor cantidad de congresistas posible, en esta ocasión el CMIBM se organizó con un formato mixto, presencial y online. Podemos decir que la asistencia fue un éxito, con más de 160 participan-

Grupo de congresistas después de la comida del día 3 de junio.

Acto inaugural CMIBM2022.

tes en las dos modalidades, aunque cabe destacar la alta participación presencial (más de 130 participantes), el alto porcentaje de investigadores jóvenes y la asistencia de investigadores de instituciones internacionales de Brasil, Uruguay, Perú, Méjico, Colombia y Bélgica, que participaron tanto presencialmente como online. El evento presencial se desarrolló en las instalaciones de la Fundación Universidad-Empresa de la Universidad de Valencia, en pleno centro de la ciudad. El acto inaugural fue presidido por el Director General de Ciencia e Investigación de la Generalitat Valenciana (Dr. Ángel Carbonell), la Vicepresidenta de Organización y Relaciones Institucionales del CSIC (Dra. Rosina López-Alonso), el Vicerrector de Investigación de la Universidad de Valencia (Dr. Carlos Hermenegildo) y el Presidente del Grupo de Microbiología Industrial y Biotecnología Microbiana de la SEM (Dr. José A. Gil).

El congreso contó con cinco sesiones científicas en las temáticas de **microbiota y biotecnología**, **biotecnología farmacéutica**, **biotecnología de alimentos**, **biotecnología ambiental-agrícola** y **biotecnología enzimática**, donde se trataron muy diversos aspectos sobre el uso de los microorganismos en estos ámbitos, tanto por representantes del mundo académico como por participantes de la industria. Se presentaron 71 pósteres en la sede y 16 online. Se impartieron 14 ponencias y 15 charlas cortas seleccionadas a partir de los trabajos presentados. Destacaron a su vez las conferencias inaugural y de clausura de dos científicos con una gran proyección: el Dr. Toni Gabaldón (BSC-CNS e IRB, Barcelona) que habló sobre "Una perspectiva microbiana para la medicina de precisión" y el Dr. Daniel López (CNB-CSIC, Madrid), con su charla "Compartimentos en la membrana bacteriana y su papel en la resistencia a antibióticos". El programa detallado, así como los resúmenes de las presentaciones y pósteres pueden encontrarse en la página del grupo especializado (https://www.semicrobiologia.org/grupos-especializados/microbiologia-industrial-y-biotecnologia-microbiana).

El programa científico del CMIBM2022 se completó con un programa social que incluyó una visita guiada por el centro histórico de Valencia, finalizando con un cóctel de bienvenida en el Jardín Botánico de la Universidad de Valencia y una cena del congreso en el marco del Palacio de las Artes Reina Sofía.

Durante el desarrollo del CMIBM2022 se decidió que la sede para el próximo IX Congreso Nacional de Microbiología Industrial y Biotecnología Microbiana fuera el Centro de Investigaciones Biológicas-Margarita Salas, así que os esperamos en Madrid para el CMIBM2024.

N.º 74 DICIEMBRE 2022

Microbiología: Más Allá de la COVID-19

V Reunión de Docencia y Difusión de la Microbiología

JESSICA GIL SERNA Y VÍCTOR J. CID, COORDINADORES DEL COMITÉ ORGANIZADOR

Facultades de CC. Biológicas y Farmacia, Universidad Complutense de Madrid.

jgilsern@ucm.es | vicjcid@ucm.es

Organizadores y voluntarios en la mesa de entrega de documentación del congreso.

La V Reunión del Grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología se celebró en la Universidad Complutense de Madrid (UCM) los días 14 y 15 de julio. Más de 170 asistentes nos dimos cita en las instalaciones de las Facultades de Ciencias Biológicas y Geológicas para compartir dos días de reflexión y debate sobre los grandes retos que hemos de afrontar los microbiólogos en los campos de la docencia y la comunicación. La organización corrió a cargo de profesores e investigadores de la propia universidad, así como del Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CIB-CSIC) y del Centro Nacional de Microbiología (CNM-ISCIII). Tras la crisis pandémica que llevamos sufriendo los últimos años, teníamos muchas ganas de volvernos a ver las caras fuera de las pantallas y queríamos dimensionar la importancia de la Microbiología a todos los niveles, así que se eligió el lema "Microbiología: más allá de la COVID-19" para encuadrar esta reunión. Uno de los aspectos más destacados es que entre los participantes no solo se encontraban profesores e investigadores en el campo de la Microbiología. La reunión también atrajo a un buen número de estudiantes de doctorado, másteres y grados universitarios, e incluso de niveles pre-universitarios interesados en la comunicación de la ciencia. Para incentivar la participación de los miembros más jóvenes de nuestra "comunidad microbiológica" se utilizó la ayuda concedida por FEMS para 40 becas de matrícula para jóvenes, incluidos los asistentes al Curso de Iniciación a la Investigación Julio Rodríguez Villanueva, que se celebró en el Museo Nacional de Ciencias Naturales justo los días anteriores. Una de las innovaciones de esta edición consistió en integrar ambos eventos, de forma que el último día de curso para los alumnos implicase su participación en la jornada dedicada a la divulgación de la Microbiología.

La mesa inaugural estuvo compuesta por las autoridades correspondientes: Antonio Ventosa (Presidente de la SEM), Ignacio López-Goñi (Presidente del Grupo Especia-

La mesa redonda de Comunicación de la Ciencia a la Sociedad, con Ignacio López Goñi, Pepa Sierra, Malema Martínez Cañamero y Toni Gabaldón.

Evento social con vino, cerveza, alimentos fermentados y aceite de oliva cedidos por los patrocinadores.

lizado de Docencia y Difusión), y Domingo Marquina (Vicedecano de Estudiantes de la Facultad de Ciencias Biológicas, también microbiólogo). La Microbiología juega un papel fundamental en muchos aspectos que día a día están en los medios de comunicación y todos los participantes estuvieron de acuerdo en que en nuestra sociedad hiperconectada es imprescindible trasmitir mensajes contrastados y de calidad. En la inauguración, además, se destacó la importancia de foros como este en los que se reúnen profesionales de la ciencia, la docencia y la divulgación para debatir cómo fomentar el interés de la sociedad por la Microbiología.

La primera jornada del programa del congreso, diseñado por el comité organizador sobre la sólida base de una acertada propuesta de Nacho Belda, se estructuró en tres *workshops*/mesas redondas sucesivas centradas en los distintos enfoques que exige la comunicación de la ciencia a distintas categorías de público objetivo: compañeros científicos, organismos financiadores o la sociedad en general. En el primer *workshop*, moderado por nuestra editora de NoticiaSEM, Inmaculada Llamas, se comentaron aspectos relevantes sobre cómo realizar una comunicación de calidad en revistas especializadas dirigidas a otros investigadores. La primera charla vino de la mano de César Sánchez, responsable del área de Microbiología en *Nature Communications,* que proporcionó una serie de directrices sobre lo que las revistas especializadas esperan de los trabajos científicos y qué aspectos debemos que tener en cuenta a la hora de planificar nuestros artículos si queremos que sean aceptados en revistas de alto impacto bajo la perspectiva de lo que se conoce como "ciencia abierta", una tendencia que se consolida. Posteriormente, disfrutamos de la intervención de Diego Megías, microscopista del Instituto de Salud Carlos III, que aportó consejos sobre las buenas prácticas que se deben tener a la hora de presentar datos y micrografías en los artículos científicos, sacando el máximo partido de la imagen sin perder rigor. Finalmente, nuestro editor de SEM@foro, Manuel Sánchez Angulo, mostró la evolución de la revista en los últimos años y las estrategias utilizadas para contar la microbiología a los propios microbiólogos en nuestra Sociedad.

Óscar Zaragoza moderó una segunda sesión muy constructiva centrada en la comunicación de la ciencia a los organismos financiadores en la que los ponentes nos intentaron transmitir las claves de su éxito a la hora de conseguir financiación para sus propios proyectos de investigación. Auxi Prieto, investigadora del CIB-Margarita Salas, veterana en comisiones evaluadoras, dejó claro el esfuerzo que conllevan las tareas de gestión y coordinación de un grupo de investigación y cómo es necesario adecuar las líneas para poder concurrir a los programas diseñados por las agencias financiadoras. Posteriormente, José Antonio Escudero (Facultad de Veterinaria, UCM) compartió con nosotros consejos y trucos destilados de su experiencia a la hora de escribir proyectos de investigación, de modo que sean claros, directos y con impacto, para así aumentar las probabilidades de éxito en la obtención de financiación.

Tras la pausa de la comida, vivimos uno de los debates más intensos de todo el congreso. Moderada por Malema Martínez Cañamero, la mesa redonda sobre comunicación de la ciencia a la sociedad contó con la participación de expertos que han sido la cara visible de distintas institucio-

Uno de los temas que se trataron en la mesa de comunicación fue cómo combatir el alarmismo causado por brotes epidémicos informando con rigor y objetividad.

Fernando Valladares expone las causas y consecuencias del cambio climático en la mesa redonda sobre Microbiología y ODS, en la también participan Asunción de los Ríos y Víctor de Lorenzo.

Montse Llagostera, Pilar Calvo, Sofía Martín, Jordi Barbé y Marta López en la mesa sobre Microbiología en el currículo preuniversitario.

nes durante la pandemia. En primer lugar, Ignacio López Goñi, Presidente del grupo especializado en Docencia y Difusión de la SEM, nos contó sus claves a la hora de transmitir mensajes claros a la sociedad, haciendo especial hincapié en aquellos casos que implican temas relacionados con la salud de las personas. Además, nos comentó cómo funcionan los medios de comunicación y la importancia de que los científicos estén disponibles para aclarar sus dudas y así evitar que los informadores transmitan mensajes confusos o recurran a personas que realmente no son expertas en el tema. A continuación, intervino María José Sierra, representante del Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias (CCAES), y que ha sido una de las responsables de la comunicación a la sociedad desde el Ministerio de Sanidad sobre distintas alertas de salud pública. María José nos hizo reflexionar sobre la importancia de la comunicación a los ciudadanos en situaciones de crisis sanitaria y cuáles son los aspectos que se deberían mejorar de cara a futuras alertas que pudieran producirse. Por último, Toni Gabaldón del Instituto de Investigación Biomédica (IRB) de Barcelona y líder del proyecto de Ciencia Ciudadana para el estudio de la microbiota "Saca la lengua", explicó cómo se pueden llevar a la sociedad conceptos complejos de Microbiología estimulando la participación activa de la sociedad.

Para rematar la jornada del jueves, Víctor de Lorenzo y Fernando Valladares, de la mano de Asunción de los Ríos como moderadora, protagonizaron una sesión trepidante sobre los desafíos de la Microbiología y la Biotecnología Microbiana frente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que generó un debate polémico, pero muy constructivo, sobre si la solución para los grandes desafíos del planeta, como el cambio climático o la contaminación con plásticos, xenobióticos, etc. debe pasar o no por intervenciones a escala global. Fernando expuso magistralmente los desafíos más urgentes y Víctor propuso soluciones concretas para abordar algunos de ellos mediante proyectos ambiciosos que el conocimiento de frontera en Biotecnología

Foto "de familia" de los participantes en el congreso a la puerta de la sede, la Facultad de Ciencias Biológicas y Geológicas de la Universidad Complutense.

y Biología Sintética nos permite plantear en nuestros días. A la audiencia nos quedó claro que la magnitud de los problemas medioambientales que nos acechan nos conmina a abordar con urgencia soluciones con una mayor amplitud de miras. Para aportar nuestro granito de arena a la solución de los problemas medioambientales, el congreso se realizó en el marco de la iniciativa Ecomplutense, con pequeños gestos como la reducción del uso de plásticos, la utilización de materiales reciclables, etc, siendo la adalid de esta iniciativa nuestra compañera María José Valderrama. Con este espíritu de sostenibilidad, a esta sesión siguió la "beer poster session" en la que, gracias a nuestros patrocinadores, diversos alimentos y bebidas fermentadas fueron degustados por los congresistas, estimulando la interacción social en un ambiente distendido.

La segunda jornada estuvo dedicada a la docencia de la Microbiología en los distintos niveles educativos y se estructuró con un programa *top-down*. La primera mesa redonda estuvo centrada en el currículo de enseñanza superior universitaria. Kika Colom (Universidad Miguel Hernández) profundizó en las guías europeas para la elaboración de programas docentes y mostró cómo las distintas propuestas deben asegurar la calidad de la enseñanza y la aplicación de unos sistemas de evaluación adecuados. En este sentido, Dolo Vidal, de la Universidad de Castilla-La Mancha, continuó con una reflexión sobre la necesidad de la renovación permanente de las guías docentes y las dificultades que ello supone. Finalmente, Fernando Santos, profesor de la Universidad de Alicante, mostró como se pueden aplicar sistemas para la evaluación de la adquisición de competencias en el estudiantado.

La mesa redonda dedicada a la enseñanza secundaria y bachillerato estuvo moderada por Monserrat Llagostera y contó con la participación de Pilar Calvo, Sofía Martín y Marta López, profesoras de estos niveles con diversos grados de responsabilidad en la elaboración, desarrollo e impartición de currículos. Más allá de poner sobre la mesa los contenidos en Microbiología o su peso específico en dichos currículos, las ponentes presentaron a su juicio las virtudes y carencias del sistema, poniendo sobre la mesa los márgenes realistas de mejora. Tras ello, Jordi Barbé (Universidad Autónoma de Barcelona) presentó los resultados de largos años de trabajo revisando la calidad de los contenidos microbiológicos que se imparten en nuestros institutos y que reflejan los libros de texto, clamando por una necesidad de mejora y actualización urgente de los currículos. Conceptos inaceptables para la microbiología moderna, como la persistencia del Reino "Monera" o las bacterias "macho y hembra" siguen presentes mientras que los temas que rigen las principales líneas y retos de la microbiología en nuestros días están ausentes.

La última mesa redonda de la segunda jornada estuvo dedicada a la presentación de estrategias novedosas de enseñanza activa, incluyendo proyectos de Ciencia

	PREMIO A LA MEJOR INICIATIVA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA	PREMIOS A LA MEJOR INICIATIVA DOCENTE
PRIMER PREMIO	Esto va de micro. El pódcast de Microbiología de los estudiantes de la Universidad Complutense Jessica Gil Serna UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	"Adopta un microorganismo. Método de aprendizaje pautado con uso de referencias bibliográficas" Beatriz Santos Romero UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
SEGUNDO PREMIO	Cine en compañía: un proyecto que deja huella Paula Verneuil Carnerero UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	"Microbios en el huerto y ¡en todas partes!" Mercedes Jiménez Sarmiento CIB-MARGARITA SALAS
TERCER PREMIO	MicroMundo@UIB en "Ciència per a tothom": la versión lúdica del proyecto María Dolores Álvarez Díaz UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES	"Juegos interactivos como herramienta innovadora para la mejora del aprovechamiento de prácticas de Microbiología" Juan Carlos García Mauricio UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Ciudadana y de Aprendizaje-Servicio (ApS). Los moderadores Víctor J. Cid y María José Valderrama, de la UCM presentaron las iniciativas que están llevando a cabo en este sentido para acercar a la sociedad distintos aspectos de la microbiología como el proyecto MicroMundo o "Ciencia y Cine". Por otro lado, Ana García Laso explicó cómo desde hace años en la Universidad Politécnica de Madrid aplican de manera exitosa la metodología ApS en la enseñanza de la ingeniería. Finalmente, Laura Marcos destacó cómo la Ciencia Ciudadana puede involucrar de manera activa a la sociedad y explicó su excelente proyecto #PictureYourMicrobes en el que se quiere motivar a la población para implementar hábitos de vida saludables. En esta sesión se vivió uno de los momentos más emotivos del congreso cuando una de las profesoras presentes en la audiencia remarcó la importancia de proyectos de Ciencia Ciudadana y Aprendizaje Servicio para motivar, e incluso transformar, a los estudiantes pre-universitarios. La profesora destacó la labor del proyecto MicroMundo, que nació desde el grupo de Docencia y Difusión de la SEM, que ha influido en la inclusión de la problemática de la resistencia a antibióticos en el currículum de enseñanza secundaria.

El colofón final lo puso una charla plenaria a cargo de Kenneth Timmis en la que presentó su excelente propuesta *The International Microbiology Literacy Initiative*. Quedó claro que es necesario que la sociedad sea consciente de la microbiología que está detrás de las cosas más cotidianas y generar curiosidad hacia los microorganismos desde la edad infantil. Hasta el momento, esta iniciativa ha publicado más de 150 temas que ya están disponibles para contribuir a la alfabetización sobre microbiología de nuestra sociedad.

Aparte de las distintas sesiones, se presentaron 74 comunicaciones en formato póster, diez de las cuales fueron seleccionadas por el comité científico para su exposición oral por sus innovadoras propuestas. La calidad y variedad de temáticas de los trabajos presentados fue excelente y se ha podido comprobar como el periodo de actividades no presenciales que hemos sufrido forzosamente en los últimos años, ha instigado una ola de innovación en los microbiólogos. Se presentaron proyectos de innovación docente, así como actividades de divulgación científica dirigidas tanto a estudiantes de colegios e institutos como a la sociedad en general. Tras una difícil deliberación por parte de un jurado formado por miembros de la Junta Directiva del grupo especializado, se otorgaron tres galardones en las categorías de Innovación Docente y Divulgación Científica.

Desde el comité organizador queremos dar las gracias a todos los participantes por asistir y presentar sus trabajos en esta reunión y esperamos que el éxito de este congreso incentive a los socios de la SEM que aún no son miembros del Grupo de Docencia y Difusión a participar de este foro tan inspirador. Son muchas las reflexiones que nos deja este "regreso a la presencialidad" de nuestro congreso, entre ellas la necesidad de educar sobre lo esencial de la vida invisible desde la edad escolar y mantener una cultura científica en la Sociedad a todos los niveles. Solo de esta manera la Microbiología tendrá la fuerza necesaria para enfrentarse a los retos a los que apuntan los Objetivos de Desarrollo Sostenible, algunos de los cuales, si no todos, solo podremos lograr con la ayuda de los microorganismos. Al fin y al cabo, como dijo Pasteur, ellos tendrán la última palabra. De momento, quedamos emplazados para una nueva edición en Valencia en 2024.

XIII Reunión del Grupo Especializado de Microbiología Molecular

Mª TRINI GALLEGOS, SILVIA MARQUÉS, MAXIMINO MANZANERA, JOSÉ IGNACIO JIMÉNEZ-ZURDO, MARIAN LLAMAS Y JUAN L. RAMOS

maritrini.gallegos@csic.es

Entre los días 7 y 9 de septiembre celebramos en Granada la XIII Reunión del grupo de Microbiología Molecular de la SEM (MicroMol2022), organizada en esta ocasión por la Estación Experimental del Zaidín (EEZ-CSIC) y la universidad de Granada (UGR). Todas las actividades científicas tuvieron lugar en el hotel Abades Nevada Palace, que nos proporcionó un excelente marco en el que disfrutamos una vez más de la atmósfera de diálogo, intercambio de ideas y cordialidad que es habitual en las reuniones del grupo. Cabe destacar la alta participación, con 180 participantes, y la asistencia de investigadores de Alemania, Reino Unido, Argentina y Colombia. Todo esto refleja las ganas por volver a la normalidad y participar de nuevo en vivo en estas reuniones científicas. Siguiendo con la filosofía habitual de nuestras reuniones, se facilitó la participación de los investigadores más jóvenes estableciendo una cuota reducida para estudiantes. De esta forma pudimos contar con la asistencia de 72 jóvenes investigadores para los que esperamos que la Reunión haya resultado especialmente provechosa.

El acto inaugural fue presidido por el decano de la Facultad de Farmacia de la universidad de Granada (Manuel Sánchez), el director de la Estación Experimental del Zaidín (Alfonso Clemente), el vicepresidente de la junta directiva de la SEM y miembro de nuestro grupo (Rafael Giraldo) y, en nombre de la presidenta del grupo de Microbiología Molecular, la tesorera y una de las organizadoras de la reunión (Mª Trini Gallegos).

Como muchos de vosotros sabéis, a principios de agosto falleció repentinamente

Foto de grupo de los asistentes

nuestro compañero y amigo Josep Casadesús Pursals, catedrático de Genética en la Universidad de Sevilla, impulsor y primer presidente de este Grupo de Microbiología Molecular de la SEM. Estaba previsto que Pepe asistiera a la Reunión y dedicara una pequeña charla a la celebración del 25 aniversario del Grupo, que se cumplió el pasado 2020. Durante la inauguración de la reunión rendimos un sencillo homenaje a su figura y quisimos que esta edición fuera en su recuerdo.

La conferencia inaugural corrió a cargo del Profesor Claudio Valverde, de la Universidad Nacional de Quilmes (Argentina), con una interesante conferencia titulada "Desentrañando la función biológica de una banda de Northern blot de 80 nucleótidos de *Sinorhizobium meliloti*". Agradecemos a Claudio que viniera desde Argentina, dando a muchos de nuestros investigadores más jóvenes la ocasión de conocerlo y charlar con él. Se presentaron 138 comunicaciones en formato panel, de las que 50 se seleccionaron además para exposición oral en charlas breves de 10 minutos de duración. Las presentaciones orales se distribuyeron en 7 sesiones temáticas: Antimicrobianos y resistencia a antibióticos, Regulación génica, Señalización celular, Genómica comparada y comunidades microbianas, Interacción planta-bacteria, Patogénesis y Biotecnología. De entre todas ellas se premiaron tres comunicaciones en formato panel, presentadas por Nahiara Garmendia Antoñana, Alba Cabrera Fisac y Andrea Jiménez, y tres comunicaciones orales, presentadas por Elena Campos Pardos, Mª Pilar Velasco Amo y Ana Sánchez Jiménez. Agradecemos la inestimable colaboración de los jurados que asumieron la siempre difícil tarea de elegir las comunicaciones premiadas. Nuestra más sincera enhorabuena a todos los seleccionados y nuestra felicitación a todos los participantes por la calidad de sus presentaciones. Todas las comunicaciones presentadas están disponibles en la página web de la Reunión (*https://micromol2022.eez.csic.es/*).

En este resumen también queremos mostrar nuestro agradecimiento al CSIC y

Panorámica de las comunicaciones presentadas en la reunión.

a nuestro patrocinador E.KAMIR, que nos facilitaron material para los participantes. Asimismo, queremos agradecer el apoyo recibido por la Universidad de Granada, que nos concedió una ayuda para organización de reuniones científicas del plan propio de investigación, y a Viajes el Corte Inglés, nuestra secretaría técnica.

Para la clausura de la reunión se entregaron los premios MicroMol2022 y los ganadores tuvieron la oportunidad de presentar sus trabajos. Arancha Catalán-Moreno sobre "RNA thermoswitches modulate *Staphylococcus aureus* adaptation to ambient temperaturas" (Nucleic Acids Res. 2021 49(6):3409-3426; *https://doi.org/10.1093/nar/gkab117*) y Jerónimo Rodríguez-Beltrán, sobre "Genetic dominance governs the evolution and spread of mobile genetic elements in bacteria" (Proc. Natl. Acad. Sci. USA 2020 117(27):15755-15762; *https://doi.org/10.1073/pnas.2001240117*). La Reunión concluyó, como viene siendo costumbre, con la Asamblea del Grupo de Microbiología Molecular

El programa científico se completó con un programa social que incluyó un cóctel de bienvenida en el hotel Abades Nevada Palace de Granada, una visita guiada por el Albaicín y una cena de clausura en el Carmen de la Victoria (UGR) con unas bonitas vistas a la Alhambra y (sin estar previsto por los organizadores) una luna espectacular.

Nuestro más sincero agradecimiento a todos los que habéis contribuido al éxito de nuestra Reunión, desde los entusiastas voluntarios hasta los moderadores de las sesiones. Ha sido un placer participar en la organización de nuestro encuentro bienal. Esperamos que lo hayáis disfrutado tanto como nosotros.

¡Nos vemos en Santander!

N.º 74 DICIEMBRE 2022

XIX reunión bianual del Grupo de Taxonomía, Filogenia y Diversidad de la SEM

MARGARITA GOMILA, ELENA GARCÍA-VALDÉS, JORGE LALUCAT, RAFAEL BOSCH, BALBINA NOGALES, MAGDALENA MULET Y ANTONIO BUSQUETS

Comite organizador Microbiologia (Dpto. Biologia), Universitat de les Illes Balears.

marga.gomila@uib.es

Asistentes a la XIX Reunión del Grupo de Taxonomía, Filogenia y Diversidad en la puerta del oratorio de Santa Catalina de Alexandria, sede del congreso.

Del 13 al 15 de octubre de 2022 se celebró la decimonovena reunión bianual del Grupo de Taxonomía, Filogenia y Diversidad de la SEM, con la denominación Taxon XIX.

Son diecinueve las ediciones del congreso, durante 38 años y se ha celebrado en 10 sedes diferentes. La *Universitat de les Illes Balears* es la tercera ocasión en que lo organiza. La primera vez fue en 1998 en Calvià, la segunda en 2020 teniéndose que realizar en línea debido a la pandemia, siguiendo las recomendaciones de las autoridades sanitarias y académicas que no nos permitieron realizar el congreso de forma presencial. Esta ocasión ha sido especial porque hemos vuelto a recuperar el congreso de forma presencial, tras haber realizado la reunión anterior en línea.

La reunión se celebró en el oratorio de Santa Catalina d'Alexandria, sede del Museo Marítimo de Mallorca en el Puerto de Sóller (Mallorca). El templo fue construido en el siglo XIII, siendo destruido en 1542 por un ataque pirata y reconstruido posteriormente en 1550. El mirador de Santa Catalina ofrece unas vistas panorámicas del Puerto de Sóller y de los impresionantes acantilados de la Sierra de Tramunta-

Homenaje al Dr. Jorge Lalucat, catedrático emérito de Universitat de les Illes Balears.

na, convirtiéndolo en un marco excelente para la realización de reuniones científicas.

El acto lo inauguraron la Dra. Margarita Gomila, profesora titular del área de microbiología y directora del comité organizador de la reunión de la *Universitat de les Illes Balears*, el Dr. Jorge Lalucat catedrático emérito de Microbiología de la misma universidad, el Dr. Antonio Ventosa, presidente de la Sociedad Española de Microbiología, el Dr. Jesús López Romalde, presidente del grupo de Taxonomía, Filogenia y Biodiversidad, el Dr. Carles Mulet, vicerrector de Economía e Infraestructuras de la Universidad de las Islas Baleares y por último, el señor Sebastián Aguiló, regidor de Promoción Económica y Turismo del Ayuntamiento de Sóller.

El congreso tuvo una duración de tres días, con sesiones distribuidas en mañana y tarde. Asistieron 40 participantes. Además de la conferencia inaugural, impartida por el Dr. Jorge Lalucat (*Universitat de les Illes Balears*), se organizaron 32 comunicaciones orales distribuidas en cinco sesiones distintas agrupadas por temáticas, las dos primeras sesiones de diversidad y las tres últimas de taxonomía y filogenia. Tras cada una de las comunicaciones se realizaron pequeñas discusiones. En la sesión del viernes durante el *coffee-break* se realizó una discusión abierta sobre la iniciativa Seqcode. El congreso se clausuró con la conferencia impartida por Raúl Riesco Jarrin (Universidad de Salamanca), que obtuvo el premio a la mejor tesis doctoral defendida en la temática del grupo durante el bienio 2020-2021.

Cabe mencionar que tristemente en la sesión del viernes se informó del fallecimiento del profesor de Microbiología el Dr. César Nombela de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid. Tuvo un papel relevante cómo presidente de la SEM y de FEMS, siendo una persona muy apreciada por todos nosotros. Se mantuvo un minuto de silencio en su memoria.

Resaltar que se concedieron 4 premios a las mejores comunicaciones que se entregaron en la cena de clausura. Estos cuatro premios patrocinados por la ASM (American Society for Microbiology), por el IJSEM (International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology) y por el grupo y la organización, se otorgaron a Ibai Cano Jimenez de la *Universitat de les Illes Balears*, Alan Omar Granados-Casas de la *Universitat Rovira i Virgili*, Pilar Órtiz Sandoval de la Universidad de Granada y Cristina Galisteo Gómez de la Universidad de Sevilla, respectivamente.

En la cena de clausura también se rindió un pequeño homenaje a la Dra. María del Carmen Fusté, de la Universidad de Barcelona, por su dedicación, desde la creación del grupo especializado, y al Dr. Jorge Lalucat, catedrático emérito de la Universidad de las Islas Baleares, con una dilatada trayectoria científica y calidad humana, que ha colaborado activamente como miembro de la Junta Directiva de la SEM y con el grupo de Taxonomía, Filogenia y Biodiversidad, que presidió desde el 2004 al 2012.

Como parte del programa social, el viernes se organizó una visita guiada por el centro histórico de Sóller seguido de la cena de clausura y el último día del congreso se realizó una visita cultural en barco a Sa Calobra y Cala Tuent, que permitió recuperar el contacto directo entre todos los asistentes al congreso y la esencia de las reuniones del grupo.

Como es habitual en estas reuniones, se celebró también la junta plenaria del grupo, donde se trataron los temas relativos a las acciones llevadas a cabo, la situación económica, altas y bajas, así como la preparación del próximo congreso de la SEM previsto en Burgos en junio de 2023.

Para más información se puede consultar la página web:

https://agenda.uib.es/83143/detail/xix-reunion-del-grupo-de-taxonomia-filogenia-y-biodiversidad.html

El congreso ha sido organizado por el grupo de Microbiología de la *Universitat de les Illes Balears*. El comité organizador estaba formado por Margarita Gomila como directora, Elena García-Valdés, Jorge Lalucat, Rafael Bosch, Balbina Nogales, Magdalena Mulet y Antonio Busquets. El comité organizador quiere agradecer a todas las personas que han colaborado para que la

Entrada de la sede del congreso en el Puerto de Sóller.

Imagen del interior del oratorio de Santa Catalina de Alexandria donde se celebró el congreso.

reunión se haya celebrado con éxito, tanto a la *Universitat de les Illes Balears* como a Fundación Universidad-Empresa de las Islas Baleares a través de UIB-Congrès y a la Sociedad Española de Microbiología y al grupo especializado. Agradecer también al Museu de la Mar del Puerto de Sóller por cedernos el oratorio de Santa Catalina, así como al Ayuntamiento de Sóller y la Asociación Hotelera de Sóller por su colaboración en la organización del congreso. Finalmente queremos agradecer la ayuda recibida por parte de las empresas Labbox, Biolinea y Vidrafoc.

Pero sobre todo queremos agradecer de todo corazón al Grupo Especializado de Taxonomía, Filogenia y Biodiversidad, a su junta directa y a todos los ponentes y asistentes al congreso su participación en este. Los tres días han sido de gran calidad no sólo científica, sino también personal lo que ha permitido que esta reunión sea inolvidable, permitiendo recuperar el contacto y la esencia de las reuniones de grupo. Gracias a todos y nos vemos en la próxima reunión 2024.

XXII Congreso Nacional de Microbiología de los Alimentos

MAGDALENA MARTÍNEZ CAÑAMERO, ANTONIO COBO MOLINOS, Mª JOSÉ GRANDE BURGOS, ROSARIO LUCAS LÓPEZ, ELENA ORTEGA MORENTE, RUBÉN PÉREZ PULIDO, ANTONIO GÁLVEZ

Área de Microbiología. Departamento de Ciencias de la Salud. Universidad de Jaén. Jaén.

canamero@ujaen.es | agalvez@ujaen.es

El XXII Congreso Nacional de Microbiología de los Alimentos (XXII CMA2020) ha tenido lugar en la Universidad de Jaén (Jaén) del 12 al 15 de septiembre de 2022. Tras cuatro años de preparativos y aplazamientos, el enfoque "One Health", que inspiraba el programa desde su planificación, ha demostrado su inmensa relevancia, como hemos podido comprobar durante estos tres últimos años.

El evento ha congregado a 120 profesionales y comenzó con una excelente charla inaugural a cargo de Luca Cocolin de la Universidad de Turín, sobre el Microbioma de Alimentos. Le siguieron otras 10 ponencias invitadas y 36 ponencias seleccionadas a orales de un total de 114 comunicaciones a póster presentadas y repartidas entre ocho sesiones, cubriendo desde la biodiversidad microbiana de los alimentos y las fermentaciones alcohólicas a probióticos y microbiota intestinal, pasando por nuevas tecnologías, resistencias a antibióticos y toxiinfecciones alimentarias, para terminar con análisis de riesgos, microbiología predictiva y transferencia en la industria alimentaria. El congreso se cerró en la ceremonia de clausura presidida por el Rector de la Universidad de Jaén, Juan Gómez, con la entrega de los premios a las mejores tesis y para investigadores jóvenes en Microbiología de los Alimentos. El hecho de que estos premios no pudieran haber sido entregados en los últimos años hizo que se congregaran

Figura 1. *Charla inaugural a cargo de Luca Cocolin.*

Figura 2. *Concierto de jazz durante el coctel de bienvenida.*

Figura 3. *Visita a la catedral y a los baños árabes.*

Figura 4. *Asistentes a la cena de clausura.*

ocho galardonados en el mismo acto. Los premiados a las mejores tesis doctorales fueron Alberto Garre Pérez (Universidad Politécnica de Cartagena) en 2018, Narciso Martín Quijada (Universidad de Burgos) en 2019, Marta Selma Royo (Universitat Politècnica de València) en 2020 y Daniel Verdejo Martínez (Universidad de Zaragoza) e Irene Falcó Ferrando (Universitat Politècnica de València) en 2021. Finalmente se entregó el Premio Especial para Investigadores Jóvenes que recayó en Joaquín Bautista Gallego (Universidad de Extremadura) para la edición de 2020, que nos habló de la mejora genética de levaduras, y en Elisa Gayán Ordás (Universidad de Zaragoza) e Ignacio Belda Aguilar (Universidad Complutense de Madrid) para la edición de 2022, que nos deleitaron con sus investigaciones sobre resistencia a altas presiones hidrostáticas de *E. coli* y la ecología de comunidades fermentativas de levaduras vinícolas, respectivamente.

El programa cultural comenzó con un cóctel de bienvenida alrededor del estanque de la Plaza de los Pueblos del campus, amenizado por integrantes del grupo de jazz de la UJA. Continuó al día siguiente con una ruta guiada por el centro histórico, visitando la catedral y los baños árabes, sumiéndonos en sus leyendas y misterios, y terminó el penúltimo día con una visita al Museo de la Cultura del Olivo en Baeza, donde aprendimos los usos y costumbres de este cultivo que es la base de la economía de nuestra provincia. También sobre un cerro entre olivos y con unas bonitas vistas entre colinas de la ciudad y su castillo, tuvo lugar la cena de clausura.

El congreso ha estado organizado por el equipo de investigación "Microbiología de los Alimentos y del Medio Ambiente" de la Universidad de Jaén y ha contado con la colaboración de la propia UJA (Facultad de Ciencias Experimentales, Departamento de Ciencias de la Salud, Escuela de Doctorado, y el apoyo de Infraestructuras, Espacios, Protocolo y Comunicación), la Federación de Sociedades de Microbiología (FEMS), el Ayuntamiento, la Diputación y el Colegio Oficial de Médicos de Jaén, el Colegio Oficial de Biólogos de Andalu-

cía y la empresa Bruker. Pero sobre todo queremos agradecer de corazón al Grupo Especializado de Microbiología de los Alimentos y a su Junta Directiva, así como a todos los asistentes al congreso por su interés, su participación activa y su apoyo, haciendo que esta reunión haya sido un momento muy especial. Muchas gracias a todos, ya estamos contando los días para encontrarnos otra vez en Cartagena en el XXIII CNMA 2024.

Figura 5. *Equipo organizador.*

Figura 6. *Foto de familia de los asistentes al congreso.*

N.º 74 DICIEMBRE 2022

Celebración de la XXV edición del Curso de Iniciación a la Investigación en Microbiología "Profesor J.R. Villanueva" de la SEM

(Madrid, 11-14 de julio de 2022)

IGNACIO BELDA AGUILAR Y ÓSCAR ZARAGOZA HERNÁNDEZ

Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología (Universidad Complutense de Madrid).
Centro Nacional de Microbiología. Instituto de Salud Carlos III. Madrid.

ignaciobelda@ucm.es | ozaragoza@isciii.es

Tras las celebraciones que tuvieron lugar en el año 2021, por el 75 aniversario de la SEM, en 2022 tocaba el turno de celebrar el 25 aniversario de una de las actividades con mayor solera de nuestra Sociedad: el Curso de Iniciación a la Investigación en Microbiología "Profesor J.R. Villanueva". Como bien indicó María Molina (UCM) en una magnífica charla introductoria sobre la historia del Curso, éste celebró su primera edición en 1990 en La Fuencisla (Segovia), organizada por Ernesto García (CIB-CSIC). Aquellos, fueron años de cambio y modernización de la SEM (primer logo de la SEM, inicio de la publicación de la revista "Microbiología SEM), siendo presidente de la SEM nuestro compañero, lamentablemente fallecido pocos días antes de la redacción de este texto, César Nombela. Sirvan estas palabras para agradecer todo su trabajo por la Microbiología en general y por los jóvenes microbiólogos en particular.

El número de alumnos que ha participado a lo largo de las 25 ediciones de estos cursos supera ya los 700, y, como signo de la madurez, cabe destacar que algunos de ellos han tenido ya la posibilidad (y el placer) de cerrar el ciclo, habiendo participado como alumnos, ponentes y organizadores del mismo. Este Curso ha recorrido la mayor parte de la geografía española, habiendo sido celebrado en 11 comunidades autónomas distintas. Sin embargo, y sirva esto de guía para la ubicación de futuras ediciones, las comunidades que aún no han acogido el curso son: Aragón, Baleares, Canarias, Cantabria, Murcia y Navarra. Desde su edición en Barcelona (2013), organizada por Montserrat Llagostera, el número de estudiantes participantes, becados por la SEM, se ha limitado a 20 por edición, aunque en ocasiones se permite la entrada como oyentes a jóvenes investigadores de la institución que acoge el Curso. Aunque originalmente el curso se dirigía a estudiantes de los últimos 2 cursos de Licenciatura, y, con la entrada de los Grados, al último Curso de Grado y primero de Máster, desde su edición de 2021 el Curso está dirigido a estudiantes de los dos últimos cursos de Grados relacionados con Ciencias de la naturaleza y la salud, con la intención de suscitar vocaciones investigadoras en microbiología en etapas tempranas de la formación universitaria. El principal criterio de selección es el expediente académico de los estudiantes, manteniendo un criterio de distribución regional en la que se limita el número de estudiantes procedentes de la misma institución (Universidad) a 2, pudiendo ser un máximo de 3 si provienen de Grados distintos. Desde la edición de 2019 el proceso de selección queda en manos del grupo de Jóvenes Investigadores de la SEM, aligerando la tarea de selección del organizador/a del Curso e incrementando la transparencia y homogeneidad de criterios del proceso.

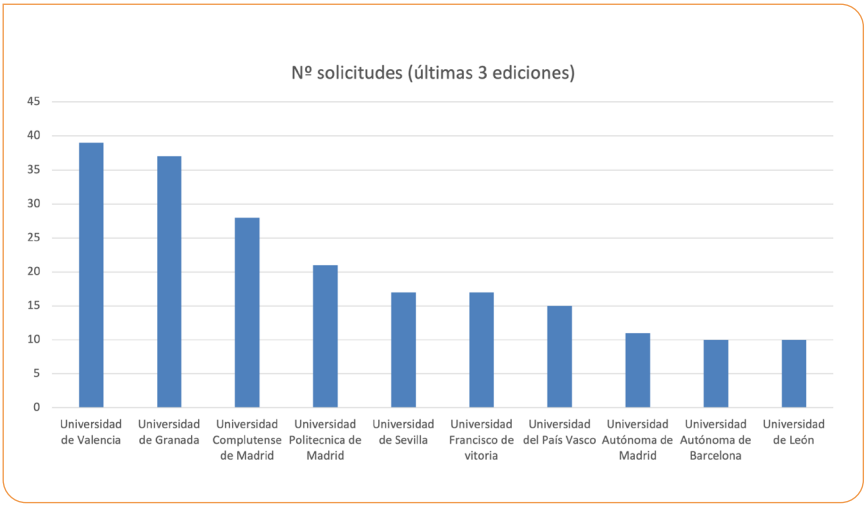


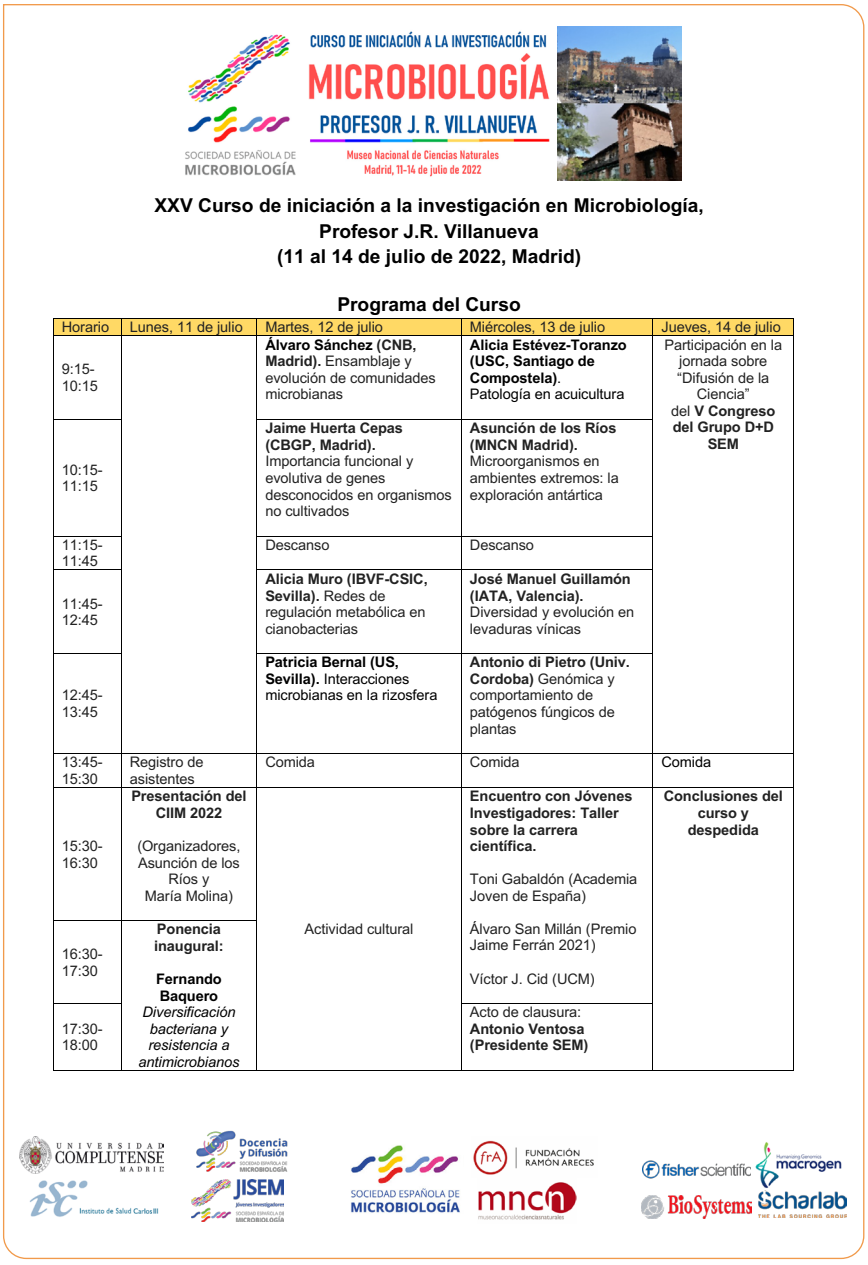
Figura 1. *Número de solicitudes presentadas en las últimas 3 ediciones (Málaga 2019, Albacete 2021 y Madrid 2022) del Curso de Iniciación a la Investigación en Microbiología por las 10 universidades con mayor nº de solicitudes presentadas. Del total de 340 solicitudes presentadas, procedentes de 42 instituciones distintas, estas 10 universidades representan el 60%.*

Analizando los datos de las 3 últimas ediciones (2019-Málaga, 2021-Albacete y 2022-Madrid), se han recibido un total de 340 solicitudes, provenientes de 42 Univer-

sidades diferentes. Las 10 instituciones de las que se han recibido más solicitudes en los últimos 3 años se muestran en la Figura 1. En esta edición de 2022, han asistido 20 estudiantes, que fueron seleccionados entre un total de 136 solicitantes (88 fueron mujeres y 48 hombres). De los 20 estudiantes seleccionados 12 fueron mujeres y 8 hombres (presentando un expediente académico promedio de 8,9) y provenían de un total de 13 universidades y 8 grados diferentes, siendo Biología, Biotecnología, Bioquímica y Farmacia los principales (pueden encontrarse datos detallados en la reseña publicada en la edición de julio de 2022 del boletín NoticiaSEM).

El curso se celebró del 11 al 14 de julio de 2022 en el Museo Nacional de Ciencias Naturales – CSIC. Entre otras experiencias, los estudiantes podrán siempre recordar que asistieron al curso a pocos metros de la medalla del Nobel de D. Santiago Ramón y Cajal y de algunos de sus famosos grabados originales. Además, los estudiantes del curso se alojaron en la histórica Residencia de estudiantes del CSIC, fundada en 1910 por la Junta de Ampliación de Estudios. Dicha Residencia es historia viva de la cultura en nuestro país, y por ella han pasado personalidades como Federico García Lorca, Juan Ramón Jiménez, María Zambrano, Ernestina de Champourcí, Luis Buñuel y Severo Ochoa, entre otros.

El curso fue introducido por Asunción de los Ríos (MNCN-CSIC), quien expuso la historia del Museo y las líneas de investigación que se desarrollan en esta institución, especialmente aquellas relacionadas con la microbiología. También participó en esta primera sesión María Molina (Facultad de Farmacia, UCM), quien hizo un fantástico repaso de la historia de la SEM y del Curso de Iniciación a la Investigación en Microbiología, gracias a la cual los estudiantes pudieron aprender sobre aquellas personas que han sido de especial relevancia en la organización y éxito del curso desde su creación, como César Nombela, y, como no, Julio Rodríguez Villanueva. Mención especial tuvo la conferencia inaugural, impartida por el Dr. Fernando Baquero, quien dio una clase magistral sobre la evolución de las poblaciones microbianas y la relación con la evolución de la resistencia a los antibióticos, la cual estuvo llena de apuntes filosóficos y consejos para jóvenes investigadores.



XXV Curso de iniciación a la investigación en Microbiología, Profesor J.R. Villanueva (11 al 14 de julio de 2022, Madrid)

Programa del Curso

Horario	Lunes, 11 de julio	Martes, 12 de julio	Miércoles, 13 de julio	Jueves, 14 de julio
9:15-10:15		**Álvaro Sánchez (CNB, Madrid).** Ensamblaje y evolución de comunidades microbianas	**Alicia Estévez-Toranzo (USC, Santiago de Compostela).** Patología en acuicultura	Participación en la jornada sobre "Difusión de la Ciencia" del **V Congreso del Grupo D+D SEM**
10:15-11:15		**Jaime Huerta Cepas (CBGP, Madrid).** Importancia funcional y evolutiva de genes desconocidos en organismos no cultivados	**Asunción de los Ríos (MNCN Madrid).** Microorganismos en ambientes extremos: la exploración antártica	
11:15-11:45		Descanso	Descanso	
11:45-12:45		**Alicia Muro (IBVF-CSIC, Sevilla).** Redes de regulación metabólica en cianobacterias	**José Manuel Guillamón (IATA, Valencia).** Diversidad y evolución en levaduras vínicas	
12:45-13:45		**Patricia Bernal (US, Sevilla).** Interacciones microbianas en la rizosfera	**Antonio di Pietro (Univ. Cordoba)** Genómica y comportamiento de patógenos fúngicos de plantas	
13:45-15:30	Registro de asistentes	Comida	Comida	Comida
15:30-16:30	**Presentación del CIIM 2022** (Organizadores, Asunción de los Ríos y María Molina)	Actividad cultural	**Encuentro con Jóvenes Investigadores: Taller sobre la carrera científica.** Toni Gabaldón (Academia Joven de España) Álvaro San Millán (Premio Jaime Ferrán 2021) Víctor J. Cid (UCM)	**Conclusiones del curso y despedida**
16:30-17:30	**Ponencia inaugural:** **Fernando Baquero** *Diversificación bacteriana y resistencia a antimicrobianos*			
17:30-18:00			Acto de clausura: **Antonio Ventosa (Presidente SEM)**	

Figura 2. *Programa completo del Curso de Iniciación a la Investigación en Microbiología de la SEM (Madrid, 2022).*

El programa ha contado con ponentes de excelencia reconocida, y que han abordado con sus temáticas múltiples áreas de la microbiología, como microorganismos patógenos y de plantas, ecología y evolución de comunidades microbianas, metabolismo, biotecnología, o control de enfermedades infecciosas en diferentes áreas, como agricultura y piscifactorías (ver programa en Figura 2). La diversidad de las charlas reflejó y representó las temáticas de las que se encargan los diferentes grupos especializados que componen la SEM. Para cerrar el curso, se organizó un taller sobre la carrera científica, donde Álvaro San Millán (CNB, Madrid), Toni Gabaldón (IRB-BSC, Barcelona) y Víctor J. Cid (Facultad de Farmacia, UCM) compartieron su carrera investigadora de manera personal y emotiva, y que dio la oportunidad a lo/as alumno/as a preguntar sus dudas e inquietudes sobre la carrera científica.

Figura 3. *Foto de familia tras la entrega de los diplomas a los estudiantes becados del Curso, en ceremonia celebrada durante la VI Reunión del grupo especializado de Docencia y Difusión de la Microbiología de la SEM.*

Finalmente, el curso tuvo como colofón final la participación del Presidente de la SEM, Antonio Ventosa, quien cerró oficialmente el curso.

Como actividades culturales, se realizó una visita guiada al Museo de Ciencias Naturales, y otra al Real Jardín Botánico de Madrid, en la cual pudimos disfrutar de la enorme biodiversidad vegetal que alberga, al tiempo que luchábamos por sobrevivir al calor madrileño que nos acompañó durante la semana.

Los estudiantes del curso disfrutaron también de su participación (subvencionada por FEMS) en el congreso del grupo de Docencia y Difusión de la SEM, que se celebró en Madrid los dos días siguientes tras el curso. Asimismo, como beneficios adicionales tradicionalmente unidos a este curso, también tendrán un año de inscripción gratuita en la SEM, incluyendo los gastos de inscripción al próximo Congreso Nacional de la SEM que se celebrará en Burgos en 2023.

Los organizadores del curso consideramos que el desarrollo del mismo ha sido muy positivo en todos los aspectos, más allá del programa de ponencias. Asimismo, los organizadores queremos agradecer a aquellas entidades que han hecho posible la celebración de esta edición del curso. En primer lugar, a Asunción de los Ríos y Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, ya que han ofrecido todo tipo de facilidades para organizar el curso es esta sede. También queremos agradecer a los patrocinadores (Fundación Ramón Areces y Sociedad Española de Microbiología) y las casas comerciales colaboradoras (Fisher, Biosystems, Scharlab y Macrogen) que han ayudado económicamente al desarrollo de este curso. También queremos hacer una mención especial a todos los ponentes, a los que estamos agradecidos y en deuda, no solo por impartir ponencias innovadoras, claras y divulgativas, sino también por hacerlo de manera desinteresada y entusiasta y que han servido de ejemplo para organizadores y estudiantes.

Finalmente, queremos dar las gracias a las alumnas y alumnos del curso por su demostrada implicación, participación, motivación y compresión con los organizadores por aquellos desajustes que se hayan producido. Creemos que han entendido muy bien cuál ha sido su papel en el curso y que el éxito del evento se debe en gran parte a su implicación. Esperamos que, asimismo, este curso haya sembrado la semilla de la futura red de contactos de estos jóvenes investigadores, a los cuales les deseamos todo el éxito en sus carreras (la Figura 3 muestra la foto de familia tras el acto de clausura del curso).

Para terminar, queríamos destacar y defender incansablemente el enorme valor de este Curso para la SEM, que es garante de su cantera, y desear otros 25 años de salud y éxitos que podamos celebrar en su 50 aniversario, que volverá a coincidir con la resaca de la celebración de los 100 años de la SEM.

Celebración del Décimo aniversario del Instituto de Biología Funcional y Génomica (Salamanca)

RAMÓN SANTAMARÍA, BEATRIZ SANTOS, MARGARITA DÍAZ Y CARLOS R. VÁZQUEZ DE ALDANA

Instituto de Biología Funcional y Genómica (IBFG) (CSIC/USAL), Salamanca.

santa@usal.es | cvazquez@usal.es

Cada suelo tiene sus propios micro-habitantes. *En esta foto se puede ver las* **colonias de microorganismos aisladas de una muestra de suelo** *en las que además de distintos tipos de bacterias, encontramos una colonia de hongos (la estructura algodonosa blanca a la derecha). El suelo es* **un sistema biológico complejo y dinámico,** *y en muchas ocasiones es difícil determinar la composición de sus comunidades microbianas, ya que muchos de sus habitantes no pueden ser cultivados en el laboratorio. Las poblaciones de bacterias del suelo dependen de* **múltiples factores ambientales,** *como el pH.*

Los hongos pueden cambiar de aspecto según el ambiente. *En la imagen vemos el micelio de un hongo con una* **diferencia de color muy marcada inducida por un cambio brusco de temperatura durante su crecimiento.** *Aunque el color de las hifas suele ser blanco (depende de la especie) diferentes condiciones ambientales o nutricionales inducen la formación de micelio de diferentes colores. Esto está relacionado con la producción de una serie de productos llamados* **metabolitos secundarios.** *La mayoría se producen cuando el hongo ha completado su fase de crecimiento y comienza a formar esporas.*

El Instituto de Biología Funcional y Genómica (IBFG) es un Centro de investigación de titularidad compartida entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad de Salamanca (USAL). Fundado en los años 70 como Instituto de Microbiología-Bioquímica (IMB) por el Prof. Julio R. Villanueva se trasladó en 2012 a una sede propia en la calle Zacarías González de Salamanca y cambió a su denominación actual de Instituto de Biología Funcional y Genómica (IBFG).

Actualmente cuenta con 21 grupos de investigación y su objetivo principal consiste en estudiar el funcionamiento de las células y los procesos biológicos fundamentales que las regulan, a través de aproximaciones metodológicas avanzadas de biología celular, molecular y genómica (*https://ibfg.usal-csic.es/*).

Con motivo del décimo aniversario de la nueva sede se han realizado tres actividades en el mes de octubre.

1. **EXPOCIENCIA:** Para que la población salmantina pudiera conocer el IBFG y sus líneas de investigación, se ha realizado una **Feria de la Ciencia** (**EXPOCIENCIA**) en el patio de la Casa de las Conchas (días 14 y 15). La feria estuvo organizada en varias mesas divulgativas en las que los visitantes aprendieron, de forma sencilla y amena a través de talleres, qué se investiga en el IBFG. Este evento ha tenido mucho éxito y la visitaron más de 1000 personas entre estudiantes y público en general.

2. **Exposición Fotográfica** "*El mundo microbiano en 90 mm: bacterias, hongos y sus interacciones*"**.** En esta exposición, que se desarrolló en el Claustro inferior de la Casa de las Conchas entre los días 14 y 23 de octubre de 2022, se mostraron 24 imágenes de placas de cultivo con bacterias y hongos y algunas de sus interacciones realizadas por los investigadores del IBFG Ramón Santamaría y Carlos R. Vázquez de Aldana. Las imágenes, de gran belleza visual, estaban acompañadas de un breve texto explicativo en el que han colaborado las profesoras Margarita Díaz y Beatriz Santos. La exposición ha permitido que los numerosos visitantes de todas las edades se asombren ante la belleza del mundo microbiano. Para mas información enviar un correo a *santa@usal.es* o *cvazquez@usal.es*

3. **Congreso científico:** Los días 27 y 28 de octubre tuvo lugar en el IBFG el "II Simposio Internacional sobre la División Celular y Dinámica del Genoma", que reunió a investigadores de gran relevancia a nivel mundial para discutir los últimos avances en el campo de la regulación de la división celular y sus implicaciones en salud (*https://gendyn2022ibfg.net/*).

N.º 74 DICIEMBRE 2022

El Grupo de Microbiología del Medio Acuático (MMA)

JUNTA DIRECTIVA DEL GRUPO ESPECIALIZADO EN MMA DE LA SEM

alicia.estevez.toranzo@usc.es

https://www.semicrobiologia.org/grupos-especializados/microbiologia-del-medio-acuatico

El Grupo especializado de MMA se comenzó a gestar en 1993 por iniciativa del presidente de la SEM Francisco Ruiz Berraquero, creándose como grupo especializado en 1995. El principal objetivo del Grupo es impulsar el desarrollo de la Microbiología del medio acuático en sus múltiples aspectos básicos y aplicados, con la voluntad de ser un foro de diálogo entre los profesionales del sector y así estrechar la colaboración y relación entre sus miembros. Desde su creación el Grupo de MMA ha contado con los siguientes Presidentes: Juan Iriberri, Albert Bosch, Juan José Borrego y Alicia Estévez-Toranzo.

En la actualidad cuenta con 198 socios entre biólogos, farmacéuticos, químicos, veterinarios y médicos los cuales ejercen su labor en Universidades, Centros de investigación y Empresas y que trabajan al más alto nivel en áreas temáticas tan diversas como :

- Contaminación microbiana del medio acuático y su implicación para la salud humana y animal, incluyendo el estudio de la presencia y diseminación de genes de resistencias a antimicrobianos.
- Estudios taxonómicos, filogenéticos, de biodiversidad y ecológicos de la microbiota ambiental y patógena del medio acuático, incluyendo ambientes de agua dulce, marinos e hipersalinos.
- Papel de los microorganismos en la degradación de materia orgánica y en los ciclos de la materia en el agua.
- Patología de especies acuícolas y estudio de los mecanismos de virulencia implicados en el proceso infeccioso con el fin de desarrollar estrategias de prevención y control.
- Efecto de factores bióticos y abióticos en la supervivencia microbiana en ambientes acuáticos.
- Influencia del calentamiento global en la biodiversidad de las poblaciones microbianas acuáticas y en la expresión de genes implicados en su fisiología, virulencia así como en la respuesta inmune del hospedador.
- Aplicaciones biotecnológicas de microorganismos acuáticos.

En todas estas líneas se han ido incorporando los grandes avances científico-tecnológicos y metodológicos que en los últimos años han supuesto un cambio revolucionario en la disciplina de la Microbiología del medio acuático, un campo en crecimiento exponencial a nivel internacional.

Un gran interés del Grupo ha sido siempre dar protagonismo especial a los jóvenes investigadores en las Reuniones Científicas del Grupo. Desde su creación, el grupo de MMA ha organizado 13 reuniones científicas bianuales. La última, XIII reunión del grupo, prevista para el 2020, y que quedó aplazada por motivo de la pandemia del SARS-CoV2, se celebró presencialmente en septiembre de 2022 en Granada donde tuvimos la oportunidad de retomar la tan deseada interacción social entre los socios fuera de los entornos virtuales. Además, desde 1995 el grupo de MMA ha organizado Mesas Redondas específicas en diferentes Congresos Nacionales de la SEM así como colaborado activamente en dichos Congresos proponiendo ponentes y temáticas de interés transversal.

Con este número especial de SEM@foro, que complementa a 2 números monográficos anteriores publicados en 2010 (Actualidad SEM) y 2016 (SEM@foro), queda patente el interés actual de las diferentes temáticas de investigación que llevan a cabo nuestros socios y la extraordinaria calidad científica y prestigio internacional de la investigación en Microbiología del medio acuático en España.

Grupo AquaCOV: uso de probióticos para acuicultura

ALMA HERNÁNDEZ DE ROJAS, M. DEL CARMEN CASTRO PÉREZ, MONTSERRAT HERRERO, MARIANA SAVLOSCHI

Grupo de Investigación AQUACOV – Gijón, CN Instituto Español de Oceanografía (CN IEO -CSIC). Avda. Príncipe de Asturias 70bis, 33212 Gijón (Asturias).

alma.hernandez@ieo.csic.es

Miembros del Grupo. *Integrantes del grupo del C.O. de Gijón, de izquierda a derecha: M. del Carmen Castro Pérez, Alma Hernández de Rojas, Montserrat Herrero Ríos y Mariana Savloschi.*

El grupo de investigación AquaCOV (Acuicultura del Centro Oceanográfico de Vigo), creado este año en el CN Instituto Español de Oceanografía y dirigido por la Dra. Montserrat Pérez Rodríguez, se encuentra distribuido en tres Centros Oceanográficos: C.O. de Vigo (COV), C.O. de Gijón (COG) y C.O. de Santander (COS), lo que le permite ser un grupo totalmente multidisciplinar, tanto en técnicas como en el cultivo de especies marinas. Este grupo de investigación tiene como línea de trabajo resolver los retos de la acuicultura desde una aproximación multidisciplinar, siguiendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y en el marco de la "Economía Azul" europea. Formando parte del grupo de investigación AquaCOV se encuentra el grupo del Centro Oceanográfico de Gijón integrado por Alma Hernández de Rojas, Carmen Castro Pérez, Montserrat Herrero y Mariana Savloschi. Desde 2016 este grupo está especializado en el aislamiento y uso de microorganismos probióticos en acuicultura.

Debido al crecimiento de la población humana, así como al incremento de la demanda de productos de origen acuático, se espera que en 2030 la producción del sector de la acuicultura haya crecido un 23 % (FAO 2022). Sin embargo, existen una serie de retos que deben de abordarse para que este crecimiento sea sostenible y respetuoso con el medio ambiente. El aumento de la resistencia de las poblaciones bacterianas a los antibióticos, así como el aumento de sus residuos en el medio ambiente ha dado lugar a la búsqueda de alternativas a las terapias tradicionales para el control de los patógenos bacterianos en la acuicultura. Entre estas alternativas se encuentran el empleo de microorganismos probióticos capaces

de modular la microbiota intestinal y generar ventajas fisiológicas en el hospedador (Abdel-Gawad et al. 2021). Además de este reto, existe una gran demanda en el sector acuícola de productos terapéuticos que garanticen la sostenibilidad en lo referente a la prevención de la aparición de enfermedades nuevas y/o emergentes. Estos dos aspectos hacen imprescindible el desarrollo de enfoques proactivos basados en el uso de nutracéuticos y preventivos naturales que promuevan la salud y el bienestar animal.

En el grupo de investigación del COG, esta línea de investigación implica abordar:

- a) Búsqueda de nuevos microorganismos de origen marino procedentes de diferentes ecosistemas marinos: animales (vertebrados e invertebrados), macroalgas y fondos marinos.

- b) Análisis de la aptitud probiótica de estos microorganismos, en base a diferentes parámetros adaptados a su futuro uso como probióticos en acuicultura.

- c) Estudio *in vivo* de microorganismos y microalgas (con propiedades probióticas) en cultivos marinos en sus diferentes etapas de crecimiento y en los diferentes alimentos que requieren estas etapas.

- d) Analizar los beneficios que el uso de estos probióticos confiere a los animales, en su salud, nutrición, crecimiento y bienestar.

Todo ello se realiza desde un punto de vista multidisciplinar, mediante el uso de técnicas de microbiología clásicas, bioquímicas, biotecnológicas, zootécnicas y de fabricación de alimento vivo y piensos.

Desde su creación, el grupo del COG ha participado en diferentes proyectos que han permitido aislar más de 2.000 microorganismos a partir de muestras de origen. Tras su evaluación probiótica *in vitro*, se han identificado dos cepas de bacterias lácticas (BAL): *Lactococcus lactic* subsp. *lactis* IEO13 y *Lactobacillus plantarum* IEO4, que cumplían todas las condiciones necesarias para su aplicación en cultivos marinos marino (Alonso et al. 2019, Hernández de Rojas et al. 2021).

Estas dos cepas, se han aplicado *in* vivo en cultivos larvarios, preengorde y engorde de peces marinos. En estudios se analizan, en primer lugar, parámetros zootécnicos que permiten comprobar la aptitud e inocuidad de estas BAL en el cultivo de peces marinos. En segundo lugar, se estuda el efecto de estas cepas en la salud, nutrición, crecimiento y bienestar de los animales a diferentes niveles: macroscópico (integridad del intestino), bioquímico (metabolitos y enzimas metabólicas y digestivas), biotecnológico (expresión de genes y metagenómica intestinal).

Otra de las alternativas empleadas en la actualidad es el empleo junto con los probióticos de macro- y/o microalgas (Idenyi et al. 2022). Las microalgas se utilizan como probióticos en acuicultura, en primer lugar, porque cuando son digeridas por la microbiota del intestino de los animales, se liberan productos con capacidad inhibitoria de microorganismos patógenos. Y, en segundo lugar, los compuestos no digeribles que poseen (fibra, polisacáridos y oligosacáridos) poseen un efecto prebiótico. El uso conjunto de probióticos y prebióticos se denomina simbióticos, y tienen la capacidad de aunar las ventajas de ambos, principalmente debido a un efecto sinérgico. En este sentido, el grupo de investigación del COG se encuentra estudiando la formulación de dietas para peces marinos de acuicultura, a las que se incluyen macroalgas y microalgas de diferentes especies y procedencias, junto con bacterias potencialmente probióticas.

Así pues, la finalidad última de nuestra línea de investigación es la de formular piensos funcionales para el cultivo de animales de acuicultura, que sean sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

Bibliografía

Abdel-Gawad FKh, Bassem SM and el Enshasy H 2021 Probiotics in Aquaculture Applications. *Probiotics, the Natural Microbiota in Living Organisms* pp. 292–314. CRC Press, Boca Raton

Alonso S, Carmen Castro M, Berdasco M, de la Banda IG, Moreno-Ventas X and de Rojas AH 2019 Isolation and Partial Characterization of Lactic Acid Bacteria from the Gut Microbiota of Marine Fishes for Potential Application as Probiotics in Aquaculture. *Probiotics and Antimicrobial Proteins 11*: 569–579. *https://doi.org/10.1007/s12602-018-9439-2*

FAO 2022 The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. *Hacia la transformación azul* p. FAO, Roma

Hernández De Rojas A, Castro Pérez DC and Rodríguez Rodríguez C 2021 Probiotic isolation and application in marine aquaculture. In: Maroto J and Abollo E (eds) *Potential use of probiotics and micro/macro algae as additives and major ingredients in aquafeeds* pp. 229–248. Centro Tecnológico del Mar - Fundación CETMAR

Idenyi JN, Eya JC, Nwankwegu AS and Nwoba EG 2022 Aquaculture sustainability through alternative dietary ingredients: Microalgal value-added products. *Engineering Microbiology*: 100049. *https://doi.org/10.1016/J.ENGMIC.2022.100049*

Biocontrol y Prevención de Enfermedades en Acuicultura

MIGUEL ÁNGEL MORIÑIGO, Mª CARMEN BALEBONA, SILVANA TAPIA-PANIAGUA, SALVADOR ARIJO, EDUARDO MARTÍNEZ-MANZANARES

Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga.

morinigo@uma.es

Miembros del grupo PAIDI RNM 295 de la UMA.

El grupo de Biocontrol y Prevención de Enfermedades en Acuicultura se encuentra en el Departamento de Microbiología de la Universidad de Málaga (PAIDI RNM 295). El grupo está integrado por los catedráticos D. Miguel Angel Moriñigo y D. Eduardo Martínez Manzanares, y los profesores Dña. Mª Carmen Balebona, D. Salvador Arijo y Dña. Silvana Tapia, así como actualmente cuenta con cinco investigadores predoctorales y un técnico de laboratorio. El grupo cuenta con más de 30 años de experiencia siendo sus principales líneas de investigación: (1) la selección de microorganismos probióticos (2) estudiar el efecto de dietas funcionales sobre la microbiota de peces y (3) estudios "-ómicos" de las interacciones microbiota-hospedador

Selección de microorganismos probióticos

El equipo tiene amplia experiencia en el aislamiento y selección de cepas probióticas, destacando la cepa Shewanella *putrefaciens* Pdp11 (SpPdp11), que se aisló a partir de la piel de dorada sana (*Sparus aurata*) y que ha sido ampliamente estudiada por el grupo, así como sus efectos sobre el hospedador. Entre los resultados más prometedores destacan la capacidad antagónica frente a *patógenos piscícolas*, efectos positivos sobre el crecimiento de juveniles de dorada y lenguado, y capacidad para modular beneficiosamente la microbiota intestinal bajo condiciones de estrés (Cámara *et al.,* 2021). Además, presenta unos genes específicos que codifican proteínas implicadas en los procesos de colonización intestinal, en la resistencia a sales biliares y para la inhibición de la adhesión de patógenos (Seoane *et al.,* 2019), que su administración a larvas de *Solea senegalensis* induce cambios en la transcripción de genes implicados en el crecimiento y en la respuesta al estrés y la inmunidad (Jurado *et al.,* 2018). Igualmente, la administración oral de células inactivadas de SpPdp11, modula la microbiota intestinal de los peces de forma similar a las descritas por la administración de células viables del probiótico (Dominguez-Maqueda *et al.,* 2021). Estos

resultados han derivado en tres patentes (números de aplicación 2390428, 2389364 y P201300741) relacionadas con la forma de administración del probiótico

Perspectivas futuras de la línea

Cabe destacar los estudios basados en la evaluación del potencial postbiótico de los productos extracelulares (ECP) de SpPdp11 obtenidos en diferentes medios de cultivo y condiciones ambientales

Efecto de dietas funcionales sobre la microbiota de los peces

La necesidad de disminuir el uso de fármacos en acuicultura, así como de reforzar la salud de los peces ha desembocado en el desarrollo de las dietas funcionales para ser utilizadas con otras herramientas preventivas y terapéuticas. En este contexto, la incorporación de distintos componentes como sustitutivos de la harina de pescado o como aditivo funcional es una necesidad. La microbiota intestinal es un ecosistema dinámico con importantes efectos en la fisiología e inmunidad de su hospedador, pero que es muy susceptible a muchos factores, entre los que las dietas funcionales deben ser consideradas. Este aspecto constituye el otro objetivo de investigación en nuestro equipo.

Los trabajos realizados han demostrado que la administración oral a ejemplares de dorada de plasma porcino durante un corto tiempo moduló la diversidad y riqueza de la microbiota intestinal, con un incremento de *Lactobacillus* y una reducción de *Vibrio* (Tapia-Paniagua *et al.,* 2020). Igualmente, hemos podido constatar la capacidad de modular la microbiota intestinal de ejemplares de dorada por parte de dietas en las que se había sustituido parte de la harina de pescado por la macroalga *Gracilaria cornea*, incremento la abundancia de *Lactobacillus delbrueckii* (Rico *et al.*, 2016). Por otra parte, cuando esa sustitución en la dieta de doradas se hizo con *Ulva rigida*, los resultados mostraron también una modulación de la microbiota intestinal que se correspondió con un estado de inmunoestimulación además de una mayor resistencia a la infección con *Photobacterium damselae* subsp *pisicida* (Abdala-Díaz *et al.,* 2021) El empleo de algas como *Ulva ohnoi*, como suplemento dietético más que como sustitutivo de la harina de pescado, también ha mostrado ejercer un efecto sobre la microbiota intestinal del lenguado senegalés habiéndose observado que los cambios se correlacionaron con diferencias en la potencial funcionalidad de la microbiota, incrementándose la abundancia de genes implicados en el metabolismo y en la degradación de xenobióticos (Cerezo et al., 2022). Por el contrario, el empleo de dietas suplementadas con *Nannochloropsis gaditana*, un microalga interesante por contener nutraceúticos, no indujo cambios significativos en la microbiota de las doradas que recibieron esa alimentación (Cerezo-Ortega *et al.* (2021).

Perspectivas futuras de la línea

Búsqueda de productos extracelulares bacterianos con potencial postbiótico y aplicación mediante nanopartículas funcionalizadas en piensos suplementados con algas

Estudios "-ómicos" de las interacciones microbiota-hospedador

Los estudios realizados en el grupo de investigación también se enfocan en el estudio del efecto directo del probiótico, o indirecto mediante cambios en la microbiota, analizando a través de las distintas tecnologías ómicas, su efecto en el hospedador. Caben destacar los últimos proyectos basados en el estudio de los efectos del probiótico SpPdp11 sobre la transcriptómica de genes intestinales, así como su efecto en la cicatrización de úlceras producidas por daños mecánicos, en la piel de *Solea senegalensis*.

Bibliografía

Abdala-Díaz R, García-Márquez J, Rico RM. Gómez-Pinchetti JL, Mancera JM, Figueroa FL, Alarcón FJ, Martínez-Manzanares E, Moriñigo MA. (2021) Effects of a short pulse administration of Ulva rigida on innate immune response and intestinal microbiota in Saprus aurata juveniles. Aquacutl Reserach, 52; 3038-3051

Cámara-Ruiz M, Balebona MC, Moriñigo MA, Esteban MA. Probiotic *Shewanella putrefaciens* (SpPdp11) as a fish health modulator: A review. Microorganisms 8: 1990.

Cerezo IM, Fumanal M, Tapia-Paniagua ST, Bautista R, Anguis V, Fernández-Díaz C, Alarcón FJ, Moriñigo MA, Balebona MC. (2021) *Solea senegalensis* bacterial intestinal microbiota is affected by low sietary inclusión of *Ulva ohnoi.* Front Microbiol., 12:801744.

Cerezo-Ortega IM, Di Zeo-Sánchez DE, García-Márquez J, Ruiz-Jarabo I, Sáez-Casado MI, Balebona MC, Moriñigo MA, Tapia-Paniagua ST. (2021) Microbiota composition and intestinal integrity remain unalterated after the inclusión of hydrolysed *Nannochloropsis gaditana* in *Sparus aurata* diet. Scient Rep, 11: 18779..

Dominguez-Maqueda M, cerezo MI, Tapia-Paniagua ST, García de la Banda I, Moreno-Ventas X, Moriñigo MA, Balebona MC. (2021). A tentative study of the effects of heat-inactivation of the probiotic strain *Shewanella putrefaciens* Pdp11 on Senegalese sole (*Solea senegalensis*) intestinal microbiota and immune response. Microorganisms 9: 808.

Jurado J, Villasanta-González A, Tapia-Paniagua ST, Balebona MC, García de la Banda I, Moriñigo MA, Prieto-Álamo MJ (2018) Dietary administration of the probiotic Shewanella putrefaciens Pdp11 promotes transcriptional changes of genes involved in growth and immunity in *Solea senegalensis* larvae Fish Shellfish Immunol. 77: 350-363.

Tapia-Paniagua ST, Baleboma MC, Firmino JP, Rodríguez C, Polo J, Moriñigo MA, Gisbert E. (2020) The effect of spray-dried porcine plasma on gilthead seabream (Sparus aurata) intestinal mmicrobiota. Aqucult Nutr, 00:1-11.

Seoane P, Tapia-Paniagua ST, Bautista R, Alcaide E, Esteve C, Martínez-Manzanares E, Balebona MC, Claros MG, Moriñigo MA (2019). TarSynFlow, a workflow for bacterial genome comparisons that revealed genes putatively involved in the probiotic character of *Shewanella putrefaciens* strain Pdp11. PeerJ 7:e6526.

Bluephage, un caso de transferencia del conocimiento

JULIA MARTÍN-DÍAZ[1,2], MIRIAM PASCUAL-BENITO[1,2], ANICET R. BLANCH[1,2]

[1]Departamento de Genética, Microbiología y Estadística. Universitat de Barcelona (UB).
[2]Bluephage, S.L.

julia.martin-diaz@ub.edu

Miembros del equipo Bluephage: *De izquierda a derecha: Julia Martín (Directora de desarrollo), Mireia Azuara (Responsable de comunicación), Núria Guilera (Directora comercial), Enric Queralt (CEO), Anicet R. Blanch (Asesor científico), Ariadna Jorba (Técnica de laboratorio), Miriam Pascual (Directora de calidad).*

Historia

En 2016, Joan Jofre, Francisco Lucena y Anicet R. Blanch, del grupo de investigación MARS (Microbiología de Aguas Relacionada con la Salud) de la Universitat de Barcelona, fundan la biotecnológica Bluephage, basándose en la amplia experiencia en análisis, detección y cuantificación de colifagos acumulada en el grupo a lo largo de décadas.

La empresa surge como una spin-off de la Universitat de Barcelona, y el objetivo es facilitar la detección y cuantificación de los grupos más relevantes de colifagos (indicadores víricos de contaminación fecal) en muestras de diferentes tipos de agua, biosólidos, sedimentos y alimentos.

Todo comienza con el desarrollo, por parte de MARS, de la cepa *E. coli* CB10, capaz de detectar colifagos somáticos tras un corto periodo de incubación con la muestra, ofreciendo resultados dentro de la misma jornada laboral, en contraposición al método ISO 10705-2, que requiere una incubación *overnight* (Muniesa *et al.* 2018; Méndez *et al.* 2020). En dicha cepa se ha modificado el sistema de la β-glucuronidasa para generar una sobreexpresión de la enzima a la vez que se bloquea el transporte del sustrato (glucurónido) al interior de la bacteria. Por otro lado, el medio de cultivo contiene sustrato marcado con un cromógeno. De esta forma, cuando un colifago somático infecta a la bacteria y la lisa, provoca la liberación al medio de grandes cantidades de β-glucuronidasa que romperán la unión glucurónido-cromógeno, generando así un cambio de color del medio de amarillo a azul-verdoso y permitiendo la detección colorimétrica del indicador vírico (Figura 1).

A partir de ese momento, empieza un intenso proceso de transferencia del conocimiento entre universidad y empre-

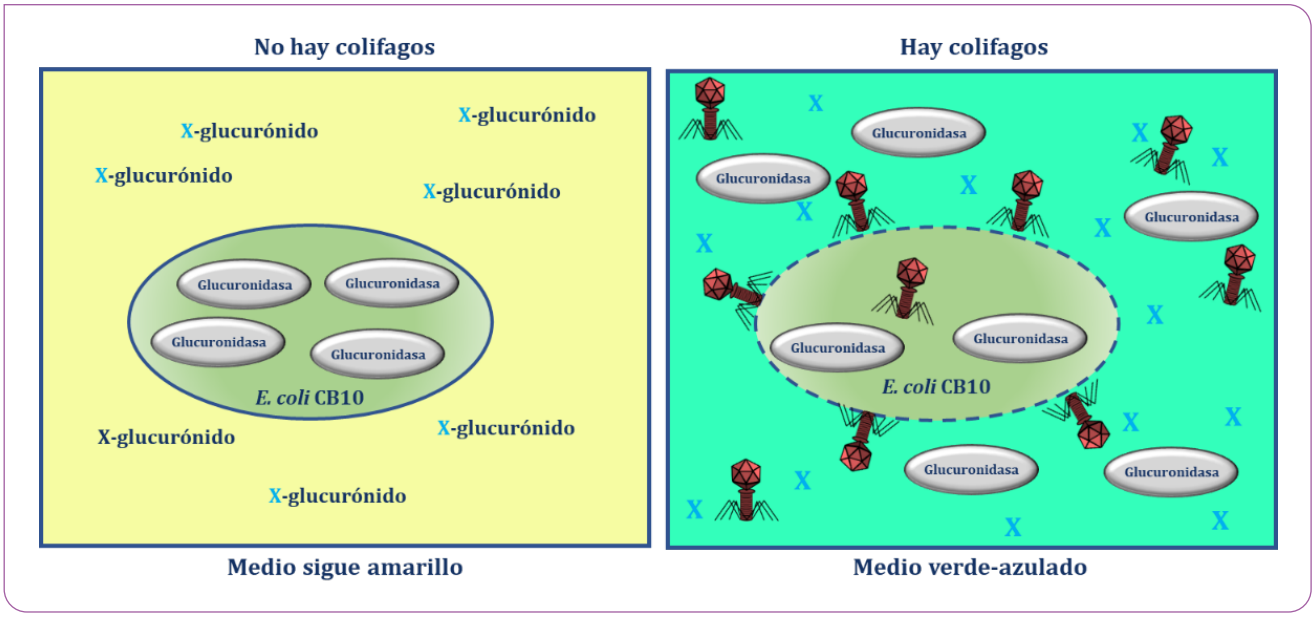


Figura 1. *Detección de colifagos somáticos mediante la cepa E. coli CB10.*

sa, mediante el cual MARS continúa explorando la creación de nuevas cepas de detección de colifagos, concretamente F-específicos (*E. coli* CB14) y totales (*E. coli* CB12) (Toribio-Avedillo *et al.* 2019; Toribio-Avedillo *et al.* 2020) y Bluephage se encarga del desarrollo de productos que empleen esa tecnología para un análisis fácil y rápido de las muestras (*https://bluephage.com/es/productos/*; Pascual-Benito *et al.* 2022).

Momento presente y perspectivas de futuro

A día de hoy, la empresa ya ha puesto en el mercado un kit rápido para analizar colifagos somáticos en muestras de 100 ml, el cual, utilizando la *E. coli* CB10, ofrece resultados de presencia/ausencia en 6 h y está trabajando para desarrollar un nuevo producto que permita la cuantificación. Por otro lado, dispone de kits cuantitativos que detectan colifagos somáticos en muestras de 1-10 ml, utilizando la técnica de la doble capa de agar (DAL) descrita en la norma ISO 10705-2, o en muestras de 100 ml mediante la técnica de la capa de agar sencilla (SAL). Basándose en las normativas estadounidenses de detección de colifagos somáticos y F-específicos (Métodos U.S. EPA 1642 y 1643), ha desarrollado también kits que cuantifican ambos grupos de bacteriófagos en muestras de 100 ml mediante la técnica SAL y las cepas *E. coli* CN13 y HS.

Las líneas de investigación y desarrollo planteadas para un futuro contemplan la creación de productos que, utilizando las cepas CB14 y CB12, permitan la detección y cuantificación de colifagos F-específicos y totales sin necesidad de la incubación *overnight* requerida en las técnicas actuales.

Mientras tanto, la importancia de los colifagos como indicadores de contaminación fecal vírica, no deja de crecer, siendo incluidos cada año en más y más normativas a lo largo del mundo, como las recientes Directivas europeas de calidad de aguas de consumo y de aguas reutilizadas, publicadas en 2020.

Bibliografía

Méndez J, Toribio-Avedillo D, Mangas-Casas R y Martínez-González J. (2020). *Bluephage*, a method for efficient detection of somatic coliphages in one hundred milliliter water samples. Sci. Rep. UK 10(1):2977.

Muniesa M, Ballesté E, Imamovic L, Pascual-Benito M, Toribio-Avedillo D, Lucena F, Blanch AR y Jofre J. (2018). Bluephage: a rapid method for the detection of somatic coliphages used as indicators of fecal pollution in water. Water Res. 128:10-19.

Pascual-Benito M, Jorba-Plassa A, Casas-Mangas R, Blanch AR y Martín-Díaz J. (2022). Comparison of methods for the enumeration of coliphages in 100 mL water samples. Sci. Total Environ. 838:156381.

Toribio-Avedillo D, Díaz JM, Jofre J, Blanch AR y Muniesa M. (2019). New approach for the simultaneous detection of somatic coliphages and F-specific RNA coliphages as indicators of fecal pollution. Sci. Total Environ. 655:263-272.

Toribio-Avedillo D, Martín-Díaz J, Blanco-Picazo P, Blanch AR y Muniesa M. (2020). F-specific coliphage detection by the Bluephage method. Water Res. 184:116215.

Comunicación celular *quorum sensing* y su interrupción en bacterias marinas patógenas

VICTORIA BÉJAR, ANA DEL MORAL, FERNANDO MARTÍNEZ-CHECA, INMACULADA SAMPEDRO, MARTA TORRES, JOSÉ CARLOS REINA, AMALIA ROCA, MIGUEL RODRÍGUEZ, INMACULADA LLAMAS

Departamento de Microbiología. Facultad de Farmacia. 18071. Granada.

Laboratorio de Microbiología. Instituto de Biotecnología. Centro de Investigación Biomédica. Parque Tecnológico de Ciencias de la Salud. Universidad de Granada. 18016 Granada.

illamas@ugr.es

Miembros del grupo BIO 188 de la UGR. *Foto superior: Inmaculada Sampedro, Ana del Moral, Inmaculada Llamas, Victoria Béjar, Fernando Martínez-Checa y Amalia Roca. Foto inferior: Marta Torres y José Carlos Reina.*

El grupo de investigación Exopolisacáridos Microbianos BIO 188 (*https://www.bio188.es*) se creó en los años noventa siendo IP responsable Emilia Quesada y posteriormente, Victoria Béjar. Desde septiembre de 2022, el grupo lo dirige Inmaculada Llamas y está integrado por cinco profesores, un contratado Ramón y Cajal, un técnico de laboratorio y cuenta además con la colaboración de estudiantes de Grado y Máster, realizando TFG y TFM.

La investigación de nuestro grupo se ha enfocado desde sus inicios al estudio de bacterias halófilas, concretamente aspectos relativos a la taxonomía y biodiversidad de ambientes salinos, genética, producción de exopolisacáridos y sus potenciales aplicaciones biotecnológicas. En el año 2005 comenzamos los estudios de comunicación bacteriana tipo ***quorum sensing*** **(QS)**, y describimos por primera vez la existencia de un sistema QS que dependía de moléculas *N*-acil homoserina lactonas (AHLs) en bacterias halófilas del género *Halomonas*. En 2009, describimos la presencia de estos sistemas en bacterias marinas patógenas de peces y moluscos pertenecientes al género *Vibrio.* Así, se caracterizaron las moléculas señal tipo AHLs producidas por cepas virulentas pertenecientes a las especies *V. mediterranei, V. coralliilyticus* y *V. owensii* Se demostró asimismo su papel regulador sobre funciones celulares tales como la movilidad y la producción de enzimas hidrolíticas, muchas de ellas consideradas factores de virulencia. Estos resultados se confirmaron en los ensayos de virulencia *in vivo* en almejas infectadas con mutantes afectados en la síntesis de AHLs.

En los últimos años, parte de nuestra investigación se ha orientado al desarrollo y explotación de las aplicaciones biotecnológicas de las bacterias que inhiben la comunicación celular de bacterias patógenas como una nueva alternativa de lucha contra las enfermedades que merman la acuicultura y agricultura. En relación con la acuicultura, actualmente contamos con 20 bacterias marinas con demostrada capacidad de interrumpir la comunicación celular, y con ello, la expresión de factores de virulencia. Un grupo de estas bacterias es capaz de hidrolizar enzimáticamente, mediante acilasas o lactonasas, un amplio rango de moléculas AHLs, estrategia conocida como ***quorum quenching*** **(QQ)**. Estas bacterias proceden de criaderos de bivalvos situados en Lugo y Granada y de la microbiota de anémonas y holoturias que la empresa iMARE (Motril, Granada) cultiva para su exportación. Pertenecen a los géneros *Alteromonas, Pseudoalteromonas, Stenotrophomonas, Acinetobacter, Ruegeria, Microbulbifer* y *Rheinheimera* y han sido ensayadas en cocultivo con las especies patógenas del género *Vibrio,* demostrando la capacidad de degradación de las AHLs y la reducción de algunos factores de virulencia, sin afectar a su crecimiento. En base a estos resultados, se han llevado a cabo ensayos de virulencia *in vivo* en cultivos larvarios de almejas infectados con *V. tubiashii*; en el coral *Oculina patagonica* infectado con *V. mediterranei* y en *Artemia salina* infectada con *V. coralliilyticus*, demostrándose que la virulencia de los patógenos disminuye de forma signi-

ficativa en presencia de las bacterias QQ. Siguiendo un enfoque molecular, se ha identificado y caracterizado una nueva enzima QQ, no descrita anteriormente, con actividad lactonasa HqiA a partir de una librería metagenómica de una muestra de suelo de un ambiente hipersalino en Murcia. La expresión de dicha enzima en especies patógenas de *Vibrio*, entre otras, produjo la disminución de la expresión de factores de virulencia regulados por QS. Dada la importancia de los mecanismos de degradación de tipo QQ, también se ha realizado el análisis bioinformático de diferentes metagenomas de libre acceso para determinar la abundancia de las enzimas QQ en numerosos ambientes de orígenes muy diversos. Se ha demostrado la abundancia de las enzimas QQ en los mismos, confirmando además que las lactonasas suelen ser más abundantes que las acilasas, si bien por técnicas clásicas se suelen identificar más acilasas.

Otra de las estrategias para la interrupción de los sistemas QS es la producción de moléculas análogas a las AHLs o ***quorum sensing inhibitors*** **(QSI)** que compiten con el receptor e impiden la activación del mismo. En este sentido, a partir de la misma colección de bacterias marinas anteriormente mencionada, hemos seleccionado una cepa perteneciente a *V. alginolyticus* que produce tiramina y N-acetiltiramina responsables de la actividad QSI y reduce factores de virulencia como la movilidad y la síntesis de pioverdina en *Pseudomonas aeruginosa*. Estos resultados vienen a confirmar el enorme **potencial biotecnológico** de las bacterias de ambientes salinos.

Para su financiación, el grupo ha contado de forma ininterrumpida con varios proyectos del Ministerio, Junta de Andalucía, Universidad de Granada, así como ayudas a grupos de investigación. Actualmente desarrollamos dos proyectos, uno de ellos orientado a la acuicultura financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2019-106704RB-100) y otro basado en la misma estrategia *quorum quenching*, orientado a la agricultura subvencionado por el Programa Operativo FEDER (B-AGR-222-UGR20). Esta financiación ha permitido formar a una veintena de doctores, algunos de los cuales continúan su carrera profesional en la Universidad, mientras que otros ocupan puestos relevantes a nivel nacional y fuera de España. Dos de ellos, Marta Torres, becaria posdoctoral Marie Curie (Zurich) y José Carlos Reina, que se está preparando para ser Farmacéutico Titular del Estado, han contribuido de manera relevante en los logros científicos de nuestro grupo en el área de la acuicultura.

En cuanto a la actividad de transferencia de la investigación, algunos miembros del grupo BIO-188 impulsaron, junto a profesionales de otros campos, la creación en 2013 de la *spin-off* Xtrem Biotech S.L. (*www.xtrembiotech.com*), con la que colaboran mediante asesoramiento científico para dar salida al potencial de los microorganismos extremófilos. Además, el grupo ha desarrollado 3 patentes nacionales y 2 internacionales. Una de ellas está en explotación por Xtrem Biotech S.L. y genera royalties a la Universidad de Granada desde 2017 (EP3178325A1). Asimismo, a través de varios contratos de transferencia de resultados, dos de los exopolisacáridos producidos por bacterias halófilas de nuestra colección han sido patentados por la empresa Lipotec-Lubrizol, la cual los comercializa como los cosméticos CELLYNKAGE™ y NOCTURSHAPE™. Estas patentes igualmente generan royalties a la Universidad de Granada desde 2015.

Nuestro grupo colabora con investigadores de diferentes centros, universidades y empresas, tanto nacionales como internacionales (véase página web del grupo *https://www.bio188.es*) y forma parte de la Red Nacional de Microorganismos Extremófilos desde su fundación a principios de los noventa.

Publicaciones seleccionadas

Reina JC, Pérez P y Llamas, I. (2022). Quorum quenching strains isolated from the microbiota of sea anemones and holothurians attenuate *Vibrio corallilyticus* virulence factors and reduce mortality in *Artemia salina*. Microorganisms 10: 631. *https://doi.org/10.3390/microorganisms10030631*

Reina JC, Romero M, Salto R, Cámara M y Llamas I. (2021). AhaP, a quorum quenching acylase from *Psychrobacter* sp. M9-54-1 that attenuates *Pseudomonas aeruginosa* and *Vibrio corallilyticus* virulence. Mar Drugs 19: 16. *https://doi.org/10.3390/md19010016*

Reina JC, Pérez-Victoria I, Martín J y Llamas I. (2019). A quorum-sensing inhibitor strain of *Vibrio alginolyticus* blocks QS-controlled phenotypes in *Chromobacterium violaceum* and *Pseudomonas aeruginosa*. Mar Drugs 17: 494. *https://doi.org/10.3390/md17090494*

Reina JC, Torres M y Llamas M. (2019). *Stenotrophomonas maltophilia* AHL-degrading strains isolated from marine invertebrate microbiota attenuate the virulence of *Pectobacterium* and *Vibrio corallilyticus*. Mar Biotechnol 21: 276-290. *https://doi.org/10.1007/s10126-019-09878-w*

Torres M, Dessaux Y y Llamas I. (2019). Saline environments as a source of potential quorum sensing disruptors to control bacterial infections: a review. Mar Drugs 17: 191 (*https://doi.org/10.3390/MD17030191*).

Torres M, Reina JC, Fuentes-Monteverde JC, Fernandez G, Rodriguez J, Jimenez C y Llamas I. (2018). AHL-lactonase expression in three marine emerging pathogenic *Vibrio* spp. reduces virulence and mortality in brine shrimp (*Artemia salina*) and manila clam (*Venerupis philippinarum*). PLoS ONE 13: e0195176.

Torres M, Hong K-W, Chong T-M, Reina JC, Chan K-G, Dessaux Y y Llamas I. (2018). Genome analyses of two *Alteromonas stellipolaris* strains reveal different traits with potential biotechnological applications. Sci Rep 9: 1215. *https://doi.org/10.1038/s41598-018-37720-2*

Torres M, Uroz S, Salto R, Fauchery L, Quesada E y Llamas I. (2017). HqiA, a novel quorum-quenching enzyme which expands the AHL lactonase family. Sci Rep 7: 943. *https://doi.org/10.1038/s41598-017-01176-7*

Torres M, Rubio Portillo E, Antón J, Ramos-Esplá AA, Quesada E y Llamas I. (2016). Selection of the N-acylhomoserine lactone-degrading bacterium *Alteromonas stellipolaris* PQQ-42 and its potential for biocontrol in aquaculture. Front Microbiol 7:1-13. *https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00646*

Torres M, Romero M, Prado S, Dubert J, Tahrioui A, Otero A y Llamas I. (2013). *N*-acylhomoserine lactone-degrading bacteria isolated from hatchery bivalve larval cultures. Microbiol Res 66: 297-311. *https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.04.011*

Biotecnología para el diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades infecciosas en acuicultura

YSABEL SANTOS[1,2], ÁNGELES MUÑOZ CREGO[3], RAFAEL SEOANE PRADO[4], VIRGINIA SAINZ[1], ANTONIO AGUILERA GUIRAO[4], BENITO REGUEIRO[5], ANA OTERO[3,6]

Departamento de Microbiología y Parasitología, Universidade de Santiago de Compostela (USC): [1]Facultad de Farmacia, [2]Instituto de Investigación en Análisis Químicos y Biológicos (IAQBUS), [3]Facultad de Biología-Centro de Investigaciones Biológicas (CIBUS), [4]Facultad de Medicina, [6]Instituto de Acuicultura (IA), [5]Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IIS Galicia Sur), Vigo, España.

ysabel.santos@usc.es | anamaria.otero@usc.es

Historial del Grupo

El grupo de Investigación Biotecnología para el diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades infecciosas nace de la fusión de los grupos consolidados Acuicultura y Biotecnología (GI-1209 AQUABIOTEC) y Diagnóstico, Tratamiento y Prevención de Enfermedades Infecciosas (GI-1218-DITAPREIN) de la Universidade de Santiago de Compostela (USC). El grupo, coordinado por la Profesora Ana María Otero Casal, está constituido por seis profesores del Departamento de Microbiología y Parasitología de la USC, investigadores en formación y colaboradores externos pertenecientes a centros públicos y privados. Los miembros del grupo que realizan actividades de investigación relacionadas con el medio acuático son los profesores Ángeles Muñoz Crego, Rafael Seoane Prado, Ysabel Santos y Ana Otero (Profesores de Universidad), alumnos en formación y un número variable de técnicos de Formación Profesional y alumnos de las Facultades de Biología y Farmacia que realizan en nuestros laboratorios prácticas externas, trabajos fin de grado y trabajos de iniciación a la investigación.

Algunos miembros del grupo. *De Izquierda a derecha, arriba: Profesores Ángeles Muñoz Crego, Rafael Seoane Prado, Ysabel Santos, Antonio Aguilera Guirao y Ana Otero. Abajo: Investigadores en formación.*

Desde su creación el grupo ha centrado su actividad en el análisis de las patologías de etiología bacteriana que afectan a las especies de peces y moluscos en cultivo y el diseño de métodos para su prevención y control y en el estudio de mecanismos de patogenicidad bacteriana. En los últimos años hemos ampliado el ámbito de nuestra investigación orientándolo al estudio de las biopelículas bacterianas, identificación de las señales de detección e interceptación de la comunicación bacteriana, y el análisis de los mecanismos implicados en la respuesta inmune de los peces y en la resistencia bacteriana a antimicrobianos y su regulación. El grupo cuenta también con una amplia experiencia en el campo de la biotecnología de microorganismos fotosintéticos (microalgas y cianobacterias) para su aplicación en acuicultura y para la producción de distintos compuestos de elevado valor añadido como carotenoides y biopolímeros.

Actualmente nuestra investigación se centra en cuatro líneas básicas: i) Desarrollo y validación de técnicas para el diagnóstico de enfermedades bacterianas, ii) Estudio de la interacción hospedador-patógeno y desarrollo de vacunas para la prevención de enfermedades bacterianas en acuicultura. iii) Producción de microalgas y sustancias bioactivas de origen marino con aplicación industrial y iv) evaluación de fitobióticos, probióticos y simbióticos en la prevención y control de enfermedades infecciosas.

Entre los resultados más interesantes dentro de la primera línea cabe destacar el diseño y validación de métodos proteómi-

cos basados en espectrometría de masas MALDI-TOF para la identificación de bacterias patógenas de peces pertenecientes a las especies *Flavobacterium psychrophilum*, *Tenacibaculum maritimum Tenacibaculum* spp., *Aeromonas salmonicida*, *Streptococcus parauberis*, *Streptococcus iniae*, *Vagococcus salmoninarum* y *Lactococcus garvieae*. Estos estudios han permitido además definir biomarcadores de hospedador, serotipo, y resistencia a antimicrobianos de utilidad para el tipado de estos microorganismos con fines epidemiológicos. También se han diseñado y validado métodos de diagnóstico basados en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR convencional y PCR en tiempo real) para la identificación y detección de estos patógenos en tejidos, sangre y moco de los peces, así como en el agua y sedimento de los tanques de cultivo, lo que ha facilitado el diagnóstico precoz de las enfermedades que causan. Los métodos de PCR diseñados por nuestro grupo permiten además la identificación de los patógenos a nivel de subespecie y/o serotipo y la detección de genes de resistencia a antimicrobianos de uso común en acuicultura.

En relación con la segunda línea de investigación se han realizado avances considerables en la caracterización de los mecanismos de virulencia de bacterias patógenas de relevancia tanto para el ser humano como en acuicultura. Entre los mecanismos de virulencia analizados se encuentran la capacidad para formar biopelículas y la de inhibir la actividad bactericida de los macrófagos, factores que contribuyen a la supervivencia de los patógenos en el medio ambiente y en el hospedador. Además, se ha evaluado el papel de las señales de *quorum sensing* en el control de la expresión de estos factores. Con respecto a los métodos de prevención y control (líneas ii y iv), se han diseñado y evaluado nuevas vacunas bivalentes para la prevención de la tenacibaculosis, causada por *Tenacibaculum* spp. y de la vibriosis y furunculosis atípica, causadas por *Vibrio anguillarum* y *A. salmonicida* subsp *achromogenes* en peces marinos. Nuestro grupo ha demostrado la utilidad de enzimas de *quorum quenching* para el control de enfermedades infecciosas de etiología bacteriana, incluidas algunas de las más relevantes en el campo de la acuicultura. Se está explorando también la aplicación de estos enzimas para el control de enfermedades infecciosas que afectan a seres humanos, y de forma más específica, en el campo de la salud bucodental, campo en el que el grupo posee una amplia experiencia. También se están evaluando la actividad de probióticos, fitobióticos y simbióticos, como inmunomoduladores y en la prevención de infecciones bacterianas en Acuicultura.

Dentro de la línea de investigación enfocada a la producción de microalgas y sustancias bioactivas se está trabajando en la utilización de microalgas marinas en esquemas de acuicultura multitrófica integrada con el objetivo de valorizar los efluentes de granjas de peces para mejorar la fase de pre-engorde de cultivos de moluscos. Además, el grupo mantiene colaboraciones internacionales para la aplicación de biopolímeros de cianobacterias filamentosas en biomedicina y el desarrollo de nuevos compuestos anti-bioincrustantes.

Desde su creación, el equipo de investigación ha obtenido financiación a través de planes europeos, nacionales y autonómicos y mantiene un ritmo activo de transferencia de resultados a través de publicaciones científicas y patentes (vacunas sistemas de diagnóstico, medios de cultivo y uso de enzimas de *quorum quenching*) que han sido licenciadas por la Universidad para su explotación industrial. El grupo cuenta con una amplia red de colaboraciones nacionales e internacionales y constituye un entorno favorable y acogedor para investigadores postdoctorales y predoctorales, así como para estudiantes de grado y máster. Por último, el trabajo realizado a lo largo de todos estos años se ha consolidado en el establecimiento de una oferta de servicios encaminados a la evaluación y solución de los problemas encontrados en las empresas y organizaciones públicas y privadas en el ámbito de la acuicultura.

Publicaciones relevantes del grupo en los últimos años

Álvarez Montero, X., Alves A, Ribeiro M, Lazzari M, Coutinho P, Otero A. (2021) Biochemical characterization of *Nostoc* spp. exopolysaccharides and evaluation of potential use in wound healing. Carbohydr Polym 254:17303.

Coutinho, P., Freire, I., Ferreira, M., Otero A. (2020) Enriching rotifers with "Premium" microalgae *Rhodomonas lens*. Mar Biotechnol. 22(1):118-129.

Maneiro, V., Santos, Y., Pazos, A.J., Silva, A.,Torres-Corral, Y., Sánchez, J.L., Pérez-Parallé, M.L. (2020). Effects of food ration, water flow rate and bacteriological levels of broodstock on the reproductive conditioning of the European flat oyster (*Ostrea edulis*, Linnaeus 1758). Aquacult Report 18:100412

Muras, A., Larroze, S., Teixeira, T., Mayer, C., Wengier, R., Benayahu, Y., Otero, A. (2021) Evaluation of the Anti-fouling Efficacy of *Bacillus licheniformis* Extracts Under Environmental and Natural Conditions. Front Mar Sci 8:711108.

Torres-Corral, Y, Santos Y. (2022). Predicting antimicrobial resistance of *Lactococcus garvieae*: PCR detection of resistance genes versus MALDI-TOF protein profiling. Aquaculture, 553: 738098

Torres-Corral, Y. , Girons, A., González-Barreiro, O., Seoane, R., Riaza, A., Santos, Y. (2021). Effect of bivalent vaccines against *Vibrio anguillarum* and *Aeromonas salmonicida* subspecie *achromogenes* on health and survival of turbot. Vacines, 9: 906.

Torres-Corral, Y, Santos Y. (2020).Comparative genomics of *Streptococcus parauberis*: new target for molecular identification of serotype III. Appl Microbiol Biotechnol 104(14):6211-6222.

De los paisajes idílicos del lago de Banyoles a la inmersión en el laboratorio de Biotecnología

LLUÍS BAÑERAS, CARLES BORREGO, LAURA CAMPS, PAOLA CHILUIZA, LAURA FELIU, FREDERIC GICH, XAVIER VILA

Grup d'Ecologia Microbiana Molecular, Institut d'Ecologia Aquàtica, Universitat de Girona.
Edificio LEAR/Aulari Comú. Ma Aurèlia Capmany, 40. 17003-Girona.

lluis.banyeras@udg.edu

La trayectoria vital se nutre de situaciones particulares, algunas gratificantes y otras decepcionantes pero que van forjando eso que llaman personalidad. Los grupos de investigación no son ajenos a este proceso y como si de un organismo vivo se tratara, mutan, se transforman, acumulan conocimientos y se adaptan para encarar nuevos retos. En definitiva, la trayectoria vital del grupo moldea su carácter y lo hace reconocible. A lo largo de sus más de 30 años de historia, el gEMM (*https://www.udg.edu/ca/grupsrecerca/gEMM*) es un ejemplo de ese cambio.

Fundado a principios de los 90 por los doctores Carles Abellà y Librado Jesús García-Gil dentro del Instituto de Ecología Acuática de la UdG (*https://www.udg.edu/ca/instituts/Ecologia-Aquatica*), el gEMM se ha dedicado principalmente a la microbiología de ecosistemas acuáticos anaeróbicos. En sus primeros años los proyectos se centraron en la ecología de las bacterias fotosintéticas del azufre en el sistema cárstico de Banyoles. Con el nuevo siglo, el gEMM abandonó su zona de confort (Banyoles) y diversificó sus líneas de investigación, cubriendo aspectos tan variados como la electrificación de bacterias para la remediación, la diseminación de resistencias a antibióticos en el medio ambiente, la biodegradación de contaminantes emergentes, la contribución de los microorganismos al efecto invernadero o la ecología microbiana de ambientes hipersalinos endorreicos. Esta transición se realizó, sin embargo, sin abandonar su sello diferencial que es la microbiología de ambientes anaeróbicos (Figura 1). A continuación, resumimos algunas de estas líneas de investigación que están financiadas mediante proyectos competitivos de investigación a nivel nacional o internacional.

Miembros actuales del grupo gEMM en el centro de Investigación en la Universitat de Girona. *De izquierda a derecha: Xavier Vila, Laura Feliu, Frederic Gich, Laura Camps, Lluís Bañeras, Paola Chiluiza y Carles Borrego.*

1. Dimensión ambiental de la resistencia a los antibióticos

La OMS considera que las resistencias a los antibióticos son un problema global y que si no ponemos manos a la obra será la próxima pandemia. De hecho, la estrategia "*One Health*" que amara todas las actividades gubernamentales relacionadas con la resistencia a los antibióticos ya incide en la idea que las resistencias no entienden de fronteras, y que humanos, animales y medio ambiente están interconectados. Nuestra investigación trata de entender como la contaminación causada por diferentes actividades humanas (efluentes de depuración, actividades agrícolas y ganaderas, vertederos, etc.) afecta la diversidad y abundancia del resistoma tanto en ambientes urbanos (alcantarillas y estaciones depuradoras) como naturales (ríos, acuíferos, entre otros). Esta línea está liderada por el Dr. Carles Borrego, miembro del grupo e investigador adscrito al Instituto Catalán de Investigación el Agua (ICRA, *https://www.icra.cat*).

Proyectos destacados:

- **DARABi**. Dissemination of Antibiotic Resistance by Aquatic Birds: disentangling the contribution of microbes, bird ecology and anthropogenic pollution. Ref. PID2019-108962GB-C22. AEI-MINECO. 2020–2023.

- **PhageLand**. Phage treatment and wetland technology as intervention strategy to prevent dissemination of antibiotic resistance in surface waters. JPIAMR, Ref. PCI2021-122109-2A. 2022–2025.

N.º 74 DICIEMBRE 2022

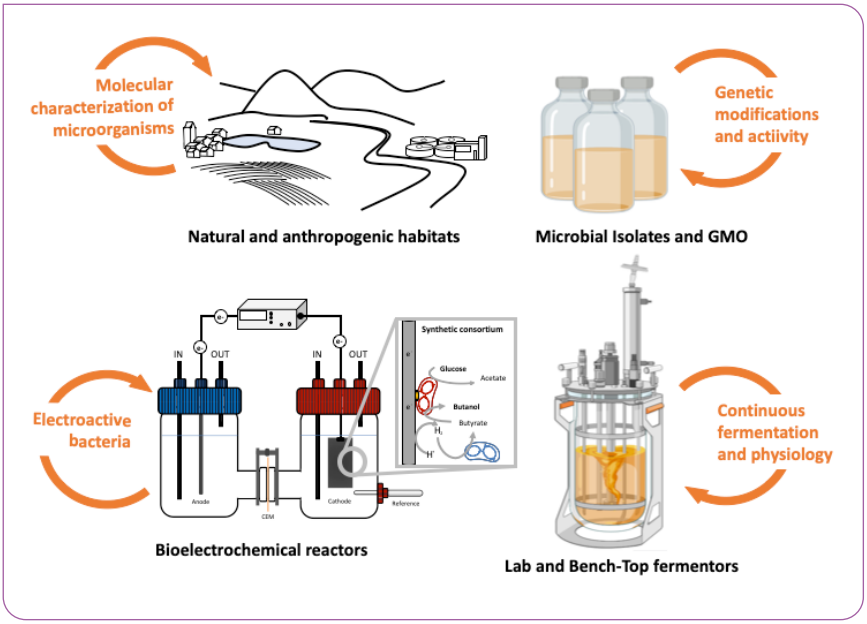


Figura 1. *Representación de algunas de las líneas de trabajo que desarrollamos en gEMM. Nuestra fortaleza reside en conocer los sistemas naturales y antropogénicos para obtener aislados bacterianos con potencial biotecnológico.*

2. Comunidades activas en ambientes endorreicos hipersalinos

El Dr. Frederic Gich forma parte del equipo de investigación del proyecto CARINSAL, coordinado por la Dra. Anna Romaní de la Universidad de Girona y la Dra. Rosa Gómez de la Universidad de Murcia. Este proyecto está centrado en los lagos de playa endorreicos hipersalinos someros distribuidos en regiones áridas y semiáridas de la península ibérica, del desierto de Atacama (Chile) y del este del valle del Rift (Kenia). Estos sistemas presentan sorprendentes y bruscas oscilaciones de salinidad y disponibilidad de agua que los convierten en eco-geosistemas complejos y dinámicos. Nuestra participación se centra en estudiar la fracción activa de la comunidad microbiana a nivel de diversidad taxonómica y de los genes funcionales implicados en el metabolismo del carbono, el azufre y el nitrógeno para comprender como afectan a los ciclos biogeoquímicos.

Proyecto destacado:

CARINSAL. El acoplamiento carbón-microbioma en aguas salinas endorreicas bajo la crisis climática actual: Ref. PID2021-123735OB-C2. AEI-MINECO 2022-2025.

3. Comunidades microbianas y GHG en (eco)sistemas gestionados antrópicamente

Las poblaciones microbianas relacionadas con la producción de gases de efecto invernadero (GHG) como el CH_4 o los NO_x pueden, en algunos ecosistemas, jugar un papel relevante en el incremento o la mitigación del cambio climático. En sistemas gestionados antrópicamente, su abundancia y actividad se ven alteradas por el tipo, intensidad o periodicidad de las manipulaciones a las que se ven sometidos. Estos factores afectan también a otros servicios ecosistémicos, como son el mantenimiento de la biodiversidad o la disponibilidad de nutrientes y de contaminantes, en cuya prestación intervienen también los microorganismos. Analizar las alteraciones de las comunidades microbianas en función de las formas de gestión que se aplican en distintos escenarios y sus consecuencias sobre las emisiones de GHG, así como otros servicios ecosistémicos, es el principal objetivo de esta línea de investigación, liderada por el Dr. Xavier Vila y desarrollada en un entorno de colaboración con los equipos de investigación del Dr. Xavier Domene (CREAF) y del Dr. Jordi Sierra (UB).

Proyecto destacado:

ECOFARMERS. Fomento de la adaptación al cambio global en sistemas agrícolas y forestales a largo plazo: multifuncionalidad como criterio. Ref. PID2020-114334RB-I00 2021-24.

4. "Electrificación" de bacterias acuáticas anaeróbicas

La capacidad de "electrificar" a algunos microorganismos para mejorar sus capacidades metabólicas es un campo de investigación en constante desarrollo y que ofrece múltiples posibilidades biotecnológicas. En el gEMM desarrollamos dos líneas aparentemente contrapuestas en el campo de la electromicrobiología y que se nutren de nuestra experiencia en el cultivo de bacterias anaeróbicas y explotan las capacidades anódicas (de oxidación) o catódicas (de reducción) de algunas bacterias y su capacidad de ceder o aceptar electrones a un sustrato inorgánico (electrodo). Nuestros estudios se centran en los ensayos de actividad (utilizando métodos moleculares) de degradación de contaminantes emergentes (plastificantes como ftalatos y ésteres organofosforados), o de producción de combustibles (metano, etanol y butanol) usando bacterias electroactivas. Esta línea está liderada por el Dr. Luis Bañeras, en colaboración con el Laboratorio de Ingeniería Química y Ambiental (LEQUIA *www.lequia.udg.edu*).

Proyectos destacados:

SynConsor4Butanol. Sustainable production of n-butanol by artificial consortia through synthetic and systems biology approaches. EraCoBiotech-2019 -Ref. PCI2019-111932-2. 2020–2023.

NYMPHE. New System-driven bioremediation of polluted habitats and environment. Horizon Europe Framework Programme (HORIZON), Ref. 101060625. 2023-2026.

Grupo de Patología en Acuicultura (GIPA)

ALICIA E. TORANZO, JUAN L. BARJA, MANUEL L. LEMOS, CARLOS P. DOPAZO, JESÚS L. ROMALDE, BEATRIZ MAGARIÑOS, ISABEL BANDÍN, CARLOS R. OSORIO, MIGUEL BALADO, JAVIER DUBERT, SANDRA SOUTO

Departamento de Microbiología y Parasitología. Instituto de Acuicultura y CIBUS/Facultad de Biología. Universidade de Santiago de Compostela.

alicia.estevez.toranzo@usc.es

Miembros del grupo GIPA.

El grupo de Investigación de Patología en Acuicultura (GIPA) de la Universidade de Santiago de Compostela (USC) comenzó su trayectoria en la década de los 80, en el diagnóstico, prevención y control de las principales patologías bacterianas y virales de gran repercusión económica en la acuicultura mundial de peces y moluscos. A partir de los años 2000, el Grupo incorporó otra línea de investigación centrada en la seguridad alimentaria y ambiental.

En la actualidad, el grupo GIPA está formado por 31 miembros: 8 IP (Catedráticos y Titulares), 11 Investigadores postdoctorales (3 en poceso de estabilización), 7 investigadores predoctorales, 4 técnicos de laboratorio y 1 técnico de administración. El grupo desarrolla su investigación en las instalaciones del Instituto de Acuicultura y en el Centro de Investigaciones Biológicas (CIBUS) de la USC.

Desde sus inicios, y con el esfuerzo de los primeros miembros, el grupo ha mantenido una producción continua en investigación, gestión, formación, transferencia, asesoramiento y oferta de servicios al sector productivo y veterinario, lo cual se ha plasmado en más de 800 publicaciones en revistas científicas de prestigio, participación en más de 150 proyectos de I+D+i y contratos con entidades públicas y privadas tanto de ámbito Nacional y Autonómico como Europeo así como la autoría de 12 patentes de invención (*https://investigacion.usc.gal/grupos/4525/detalle?lang=es*).

Los IP senior del grupo han facilitado siempre la promoción de investigadores/as nóveles que han aportado perspectivas científicas y técnicas novedosas a las líneas de investigación existentes, lo cual es fundamental para conseguir el relevo generacional del grupo. Desde el 2006 el grupo GIPA es reconocido como Grupo de Referencia Competitiva (GRC ED431C) de la Xunta de Galicia.

Hasta la actualidad, las líneas de investigación que el grupo desarrolla han dado lugar a resultados aplicados que se pueden resumir como:

- Diagnóstico rápido de bacterias y virus mediante nuevas herramientas de diagnóstico molecular lo cual ha permitido en muchos casos la detección incruenta de patógenos en peces portadores.
- Serotipado y genotipado de patógenos bacterianos y virales de animales acuáticos.

- Análisis filogenético y epidemiológico de poblaciones de patógenos mediante herramientas de secuenciación y bioinformática.

- Identificación de genes candidatos asociados con la virulencia de patógenos bacterianos como importantes dianas terapéuticas (i.e., sistema de captación del hierro, sistemas de secreción, síntesis de material capsular; producción de enzimas y toxinas...).

- Detección de marcadores de virulencia y de adaptación a la temperatura de virus, como herramientas para el diseño de vacunas antivirales y para el estudio de la interacción cambio climático-epidemiología.

- Desarrollo de vacunas (inactivadas, recombinantes y atenuadas) y estrategias de vacunación, muchas de las cuales han sido patentadas y transferidas a la industria.

- Detección de actividad antibacteriana y antivírica de sustancias naturales de origen marino.

- Conocimiento de la Incidencia/prevalencia de virus entéricos y virus de la COVID-19 en aguas residuales y moluscos destinados al consumo.

- Detección y diseminación de genes de resistencia a antibióticos en aguas residuales.

Aunque desde sus inicios el Grupo GIPA ha trabajado con una gran diversidad de patógenos bacterianos y virales de peces y moluscos, en los últimos años hemos centrado los esfuerzos de investigación en los patógenos de peces marinos *Vibrio anguillarum*, *Aeromonas salmonicida*, *Photobacterium damselae* subsp. *piscicida*, *Tenacibaculum maritimum* y los Virus de la Necrosis Nerviosa Viral (VNNV) y la Necrosis Pancreática Infecciosa (IPNV), así como en los patógenos de moluscos bivalvos *Vibrio europaeus* y *Vibrio neptunius*.

Perspectivas futuras

Los integrantes del grupo vamos a seguir avanzando en las diferentes líneas de investigación mencionadas, dedicando un especial esfuerzo en:

- El esclarecimiento de la base genética del proceso infeccioso de algunos patógenos de peces y moluscos.

- La evaluación de nuevos adyuvantes que potencien la inmunidad de los peces y con los mínimos efectos adversos.

- El desarrollo de vacunas antivirales basadas en la tecnología de mRNA.

- Determinar la Influencia de factores relacionados con el cambio climático en la expresión de genes de virulencia de patógenos, así como el efecto del mismo sobre la distribución geográfica de las poblaciones bacterianas y virales.

- El estudio de la inmunoestimulación en moluscos bivalvos como una alternativa sostenible en el control de patologías bacterianas en acuicultura.

- La detección de agentes emergentes y reemergentes en muestras del medio natural mediante metagenómica y transcriptómica con el fin de poder predecir riesgos potenciales para la acuicultura.

- El diseño de estrategias de diagnóstico avanzadas, de máxima fiabilidad y rapidez, y su adaptación para su transferencia a la industria.

Publicaciones seleccionadas de los últimos años

Abushattal S, Vences A y Osorio CR. (2022). A Highly Unstable and Elusive Plasmid That Encodes the Type III Secretion System Is Necessary for Full Virulence in the Marine Fish Pathogen *Photobacterium damselae* subsp. *piscicida*. Int J Mol Sci 23 (9): 4729; *https://doi.org/10.3390/IJMS23094729*

Aysha Hussain F, Dubert J, Elsherbini J, Murphy M, VanInsberghe D, Arevalo, P, Kauffman D, Kotska Rodino-Janeiro B, Gavin H, Gomez A, Lopatina A, Le Roux F y Polz MF. (2021). Rapid evolutionary turnover of mobile genetic elements drives bacterial resistance to phages . Science 374: 488-492; *https://doi.org/10.1126/science.abb1083*

Buján N, Balboa S, Romalde, JL, Toranzo AE y Magariños B. (2018). Population genetic and evolution analysis of controversial genus *Edwardsiella* by multilocus sequence typing. Mol Phylogenet Evol 127: 513-52; *https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.05.006*

Galvis F, Ageitos L, Rodríguez J, Jimenez C, Barja JL, Lemos ML y Balado M. (2021). *Vibrio neptunius* produces piscibactin and amphibactin and both siderophores contribute significantly to virulence for clams. Front Cel Infect Microbiol 11:750567; *https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.750567*

Levipan HA, Tapias-Cammas D, Molina V, Irgang, R, Toranzo AE, Magariños B y Avendaño-Herrera R (2019). Biofilm development and cell viability: an undervalued machanism in the persistence of the fish pathogen *Tenacibaculum maritimum*. Aquaculture 51, 734267; *https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734267*

Matanza XM, López-Suárez L, do Vale A y Osorio CR. (2021). The two-component system rstab regulates production of a polysaccharide capsule with a role in virulence in the marine pathogen *Photobacterium damselae* subsp. *damselae*. Environ Microbiol 23: 4859-4880; *https://doi.org/10.1111/1462-2920.15731*

Olveira JG, Souto S, Bandín I y Dopazo, CP. (2021). Development and validation of a SYBR green real time PCR protocol for detection and quantification of nervous necrosis virus (NNV) using different standards. Animals 11(4): 1100; *https://doi.org/10.3390/ani11041100*

Polo D, Quintela-Baluja M, Corbishley A, Jones DL, Singer AC, Graham DW y Romalde JL. (2020). Making waves: wastewater-based epidemiology for Covid-19 approaches and challenges for surveillance and prediction. Water Res 186:116404; *https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116404*

Rey-Varela D, Cisneros-Sureda J, Balado M, Rodríguez J, Lemos ML y Jiménez C. (2019) The outer membrane protein FstC of *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* acts as receptor for amonabactin siderophores and displays a wide ligand plasticity. structure-activity relationships of synthetic amonabactin analogues. ACS Infect Dis 5: 1936-1951; *https://doi.org/10.1021/acsinfecdis.9b00274*

Valero Y, Olveira JG, López-Vázquez C, Dopazo CP y Bandín I. (2021). BEI Inactivated Vaccine Induces Innate and Adaptive Responses and Elicits Partial Protection upon Reassortant Betanodavirus Infection in Senegalese Sole. Vaccines 9 (5): 458; *https://doi.org/10.3390/vaccines9050458*

Patología, Genética y Biotecnología de especies acuícolas cultivadas

JUAN J. BORREGO, DOLORES CASTRO, Mª CARMEN ALONSO, ESTHER GARCÍA-ROSADO, JULIA BÉJAR*, ALEJANDRO LABELLA, DANIEL ALVAREZ, PATRICIA MORENO, ROCIO LEIVA-REBOLLO***, JUAN GÉMEZ-MATA**

Departamento de Microbiología y *Departamento de Biología Celular, Genética y Fisiología, Instituto de Biotecnología y Desarrollo Azul (IBYDA), Universidad de Málaga.

**Instituto de Biotecnología y Desarrollo Azul (IBYDA), Universidad de Málaga.

***Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York, USA.

jjborrego@uma.es

Miembros del Grupo RNM-112.

Nuestro grupo de investigación está compuesto por investigadores de los Departamentos de Microbiología y Biología Celular, Genética y Fisiología (área de Genética) de la Universidad de Málaga. Se creó en 1990 como grupo de investigación consolidado del Plan Andaluz de Investigación (PAIDI) de la Junta de Andalucía (grupo RNM-112), centrado en la investigación de problemas patológicos y genéticos que afectaban a los cultivos piscícolas y de moluscos en los sistemas de acuicultura. Además, el grupo cuenta con una gran experiencia en análisis y evaluación de problemas de polución y salud pública del medio acuático (*https://www.uma.es/departamento-de-microbiologia/info/66287/grupo-patologias-de-especies-acuicolas-cultivadas/*).

Los trabajos de investigación que se llevan a cabo se pueden encuadrar actualmente en tres líneas: (i) Diagnóstico y detección de virus que afectan a peces cultivados; (ii) patologías de origen microbiano de peces, y (iii) estudio de inmunogenes de resistencia a enfermedades víricas en peces. En cuanto a la primera línea, el grupo se ha especializado en el desarro-

llo de métodos de detección y diagnóstico molecular de los principales virus que afectan a los peces cultivados en el área mediterránea, como son el virus de la enfermedad de linfocistis (LCDV), el virus de la necrosis nerviosa (NNV), el virus de necrosis pancreática infecciosa (IPNV), el virus del papiloma de peces (SaPV1) o el virus del polioma piscícola (SaPyV1). Estos virus producen brotes epizoóticos muy importantes que ocasionan cuantiosas pérdidas económicas al sector de la acuicultura mediterránea (Valverde et al., 2017; Labella et al., 2019).

La segunda línea de investigación aborda el estudio de aspectos patológicos de bacterias y virus que afectan a distintas especies de peces, incluyendo estudios taxonómicos, de factores de virulencia y, más recientemente, de medidas profilácticas, fundamentalmente vacunas. En este apartado es importante reseñar la descripción de tres nuevas especies patógenas de peces del género *Photobacterium*: *P. toruni*, *P. andalusiense* y *P. malacitanum* (Labella et al., 2017; 2018a), la determinación de factores de virulencia en betanodavirus (Moreno et al., 2019), o el desarrollo de una vacuna DNA frente a LCDV (Leiva-Rebollo et al., 2021) y una vacuna recombinante contra NNV (Thwaite et al., 2020).

La tercera línea se ha centrado en la valoración de la respuesta inmune de los peces frente a infecciones víricas, utilizando técnicas transcriptómicas y arrays de qPCR (Labella et al., 2018b; Gémez-Mata et al., 2021), así como en la caracterización funcional de los principales genes estimulados por interferón en diversas especies de peces de interés en acuicultura (Moreno et al., 2022).

En cuanto a la proyección futura del grupo, los estudios que se están abordando incluyen la caracterización a nivel molecular de factores de virulencia de patógenos bacterianos y víricos, el diseño de nuevas fórmulas vacunales frente a infecciones por LCDV y NNV, y la evaluación de inmunoestimulantes, a la vez que pretendemos profundizar en el conocimiento de la respuesta inmune del hospedador frente a infecciones víricas o tras la aplicación de medidas profilácticas.

Referencias

Gémez-Mata J, Labella AM, Bandín I, Borrego JJ y García-Rosado E (2021). Immunogene expression analysis in betanodavirus infected-Senegalese sole using an OpenArray platform. Gene 774: 145430.

Labella AM, Arahal DR, Lucena T, Manchado M, Castro D y Borrego JJ (2017). *Photobacterium toruni* sp. nov., a bacterium isolated from diseased farmed fish. Int J Syst Evol Microbiol 67: 4518-4525.

Labella AM, Castro D, Manchado M, Lucena T, Arahal DR y Borrego JJ (2018a). *Photobacterium malacitanum* sp. nov., and *Photobacterium andalusiense* sp. nov., two new bacteria isolated from diseased farmed fish in Southern Spain. Syst Appl Microbiol 41: 444-451.

Labella AM, García-Rosado E, Bandín I, Dopazo CP, Castro D, Alonso MC y Borrego JJ (2018b). Transcriptomic profiles of Senegalese sole infected with nervous necrosis virus reassortants presenting different degree of virulence. Front Immunol 9: 1626.

Labella AM, Leiva-Rebollo R, Alejo A, Castro D y Borrego JJ (2019). Lymphocystis disease virus (LCDV-Sa), polyomavirus 1 (SaPyV1), and papillomavirus 1 (SaPV1) in samples of Mediterranean gilthead seabream. Dis Aquat Org 132: 151-156.

Leiva-Rebollo R, Castro D, Moreno P, Borrego JJ y Labella AM (2021). Evaluation of gilthead seabream (*Sparus aurata*) immune response after LCDV-Sa DNA vaccination. Animals 11: 1613.

Moreno P, Souto S, Leiva-Rebollo R, Borrego JJ, Bandín I y Alonso MC (2019). Capsid amino acids at position 247 and 270 are involved in the virulence of betanodaviruses to European sea bass. Sci Rep 9: 14068.

Moreno P, Leiva-Rebollo R, García-Rosado E, Béjar J y Alonso MC (2022). Cytokine-like activity of European sea bass ISG15 protein on RGNNV-infected E-11 cells. Fish Shellfish Immunol 128: 612-619.

Thwaite R, Berbel C, Aparicio M, Torrealba D, Pesarrodona M, Villaverde A, Borrego JJ, Manchado M y Roher N (2020). Nanostructured recombinant protein particles raise specific antibodies against the nodavirus NNV coat protein in sole. Fish Shellfish Immunol 99: 578-586.

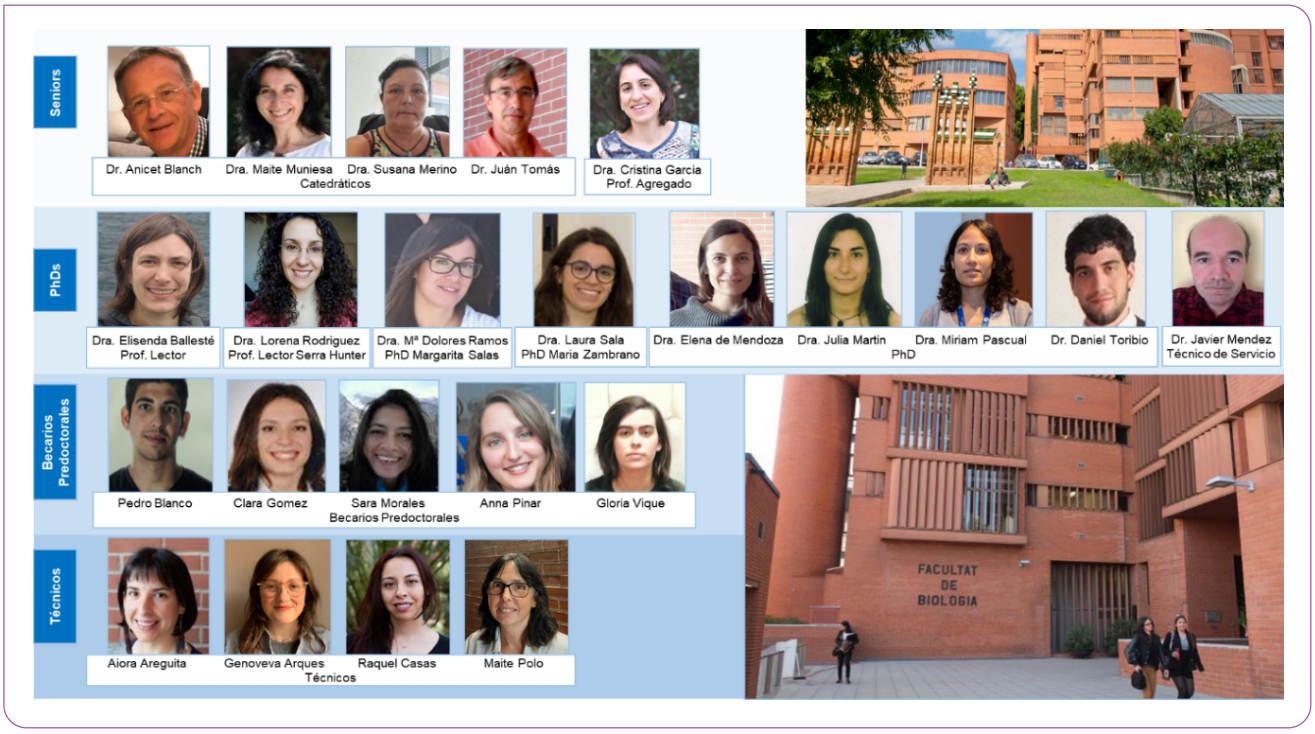
Valverde EJ, Cano I, Castro D, Paley RK y Borrego JJ (2017). Rapid and sensitive detection of Lymphocystis disease virus genotype VII by Loop-Mediated Isothermal Amplification. Food Environ Virol 9: 114-122.

Microbiología del agua relacionada con la salud (MARS)

S. MERINO, A. R. BLANCH, M. MUNIESA, J. TOMÀS, CR. GARCIA-ALJARO

Sección de Microbiología, Virología y Biotecnología. Departamento de Genética, Microbiología y Bioestadística. Facultad de Biología, Universidad de Barcelona

smerino@ub.edu



Miembros del Grupo MARS.

El grupo de Microbiología del Agua Relacionada con la Salud (MARS) tiene más de 30 años de antigüedad, se halla ubicado en el Departamento de Genética, Microbiología y Estadística de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona y su composición ha ido evolucionando con el tiempo. Actualmente, está formado por 23 miembros: 4 catedráticos, 1 profesor agregado, 2 profesores lectores (uno del programa Serra-Hunter), 7 investigadores postdoctorales (uno con contrato María Zambrano y otro, con contrato Margarita Salas), 5 estudiantes predoctorales y 4 técnicos de laboratorio.

Su actividad investigadora engloba diversos aspectos directa o indirectamente relacionados con la transmisión de infecciones a través del agua, centrándose en el estudio de diferentes microorganismos patógenos e indicadores en muestras ambientales y en alimentos. La diversidad en la formación y la experiencia en diferentes ámbitos de la microbiología, así como las colaboraciones establecidas con diferentes grupos, confieren al grupo MARS un carácter multidisciplinar. Esto, permite enmarcar su investigación dentro del concepto transversal de "One Health" para resolver problemas de salud global y ambiental.

Las líneas de investigación del grupo se centran tanto en investigación básica, que contribuye al conocimiento general y necesario para el avance de la ciencia, como en investigación aplicada, que tiene un impacto social directo. Los estudios desarrollados tienen como objetivo garantizar la calidad de las aguas de consumo, evaluar los tratamientos de depuración de muestras ambientales, biosólidos, aguas de baño y empleadas en acuicultura, realizar valoraciones de riesgos (QMRA), estudios de microorganismos patógenos o indicadores (bacterias, virus y parásitos) en muestras ambientales, así como ana-

lizar los factores de virulencia de bacterias Gram negativas (fundamentalmente *Enterobacteriaceas* y *Aeromonadaceas*) que interaccionan con humanos y peces para conocer como producen enfermedades e identificar sus determinantes de virulencia susceptibles de ser empleados como dianas en el desarrollo de vacunas o antimicrobianos que permitan su prevención.

El grupo tiene proyectos enfocados en el estudio de la movilidad de genes relacionados con la resistencia a antibióticos y virulencia bacteriana, trazabilidad de la contaminación fecal en las aguas y en alimentos, desarrollo de tecnologías para la detección de patógenos e indicadores, caracterización de biofilms de microplásticos y evaluación de su riesgo microbiológico, análisis de interacciones entre microorganismos (bacteria-protozoo y virus-bacteria), así como análisis de mecanismos de regulación génica de factores de virulencia, entre otros.

Durante el periodo 2017-2021 el grupo ha tenido diversas fuentes de financiación: 30% proyectos competitivos de administraciones públicas, 3% proyectos internacionales y 67% contratos con el sector privado. Además, ha colaborado con hospitales del área de Barcelona, institutos de investigación y departamentos de diferentes Universidades Nacionales e Internacionales, así como con diferentes empresas: Acuarios OceanWorld S.A.,Sociedad General de Aguas de Barcelona S.A., Barcelona Ciclo del Agua S.A., Aguas Ter-Llobregat, Consorcio de la Costa Brava, Cetaqua, Fertinagro Biotech, ANgelini S.A., Direcció General de Salut Pública de la Generalitat de Catalunya, Veolia, Rubinum S.A., Ecoprogres, entre otras. Además, dentro de las actividades de transferència de conocimiento y tecnología, el grupo MARS creó en 2016 la spin-off Bluephage S.A. para el desarrollo de kits de diagnóstico rápido de colifagos como indicadores víricos de la calidad microbiológica del agua, alimentos y biosólidos a partir de una tecnología previamente patentada.

Esta actividad científica ha permitido que en los últimos 10 años (2011-2022) el grupo MARS haya producido 225 publicaciones en revistas indexadas, con un total de 3.957 citaciones (3.803 citaciones excluyendo las propias). El grupo ha tenido durante este periodo un índice H de 40 y los miembros del grupo han sido citados en 5.570 artículos (4.968 excluyendo citas propias).

Publicaciones destacadas de los últimos años

Ballesté E, Belanche-Muñoz LA, Farnleitner AH, Linke R, Sommer R, Santos R, Monteiro S, Maunula L, Oristo S, Tiehm A, Stange C y Blanch AR. (2020). Improving the identification of the source of faecal pollution in water using a modelling approach: From multi-source to aged and diluted samples. Water Res 171:115392. *https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115392*

Ballesté E, Demeter K, Masterson B, Timoneda N, Sala-Comorera L y Meijer WG. (2020). Implementation and integration of microbial source tracking in a river watershed monitoring plan. Sci Total Environ 736: 139573. *https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139573*

Ballesté E, Pascual-Benito M, Martín-Díaz J, Blanch AR, Lucena F, Muniesa M, Jofre J y García-Aljaro C. (2019). Dynamics of crAssphage as a human source tracking marker in potentially faecally polluted environments. Water Res 155: 233-244. *https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.042*

Blanco-Picazo P, Gómez-Gómez C, Tormo M, Ramos-Barbero MD, Rodríguez-Rubio L, Muniesa M. (2022). Prevalence of bacterial genes in the phage fraction of food viromes. Food Res Int 156:111342. *https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111342*

Blanco-Picazo P, Gómez-Gómez C, Aguiló-Castillo S, Fernández-Orth D, Cerdà-Cuéllar M, Muniesa M, Rodríguez-Rubio L. (2022). Chicken liver is a potential reservoir of bacteriophages and phage-derived particles containing antibiotic resistance genes. Microb Biotechnol 15(9):2464-2475. *https://doi.org/10.1111/1751-7915.14056*

Di Guida R, Casillo A, Tomás JM, Merino S y Corsaro MM. (2022). Complete characterization of the O-antigen from the LPS of *Aeromonas bivalvium*. Int J Mol Sci 23(3): 1204. *https://doi.org/10.3390/ijms23031204*

Edwards R, Vega A, Norman H, Ohaeri M, Levi K, Dinsdale E, Cinek O, Aziz R, McNair K, Barr J et al. (2019). Global phylogeography and ancient evolution of the widespread human gut virus crAssphage. Nat Microbiol 4:1727–1736. *https://doi.org/10.1038/s41564-019-0494-6*

Forn-Cuní G, Fulton KM, Smith JC, Twine SM, Mendoza-Barberà E, Tomás JM y Merino S. (2021). Polar flagella glycosylation in *Aeromonas*: genomic characterization and involvement of a specific glycosyltransferase (Fgi-1) in heterogeneous flagella glycosylation. Front Microbiol 11: 595697. *https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.595697*

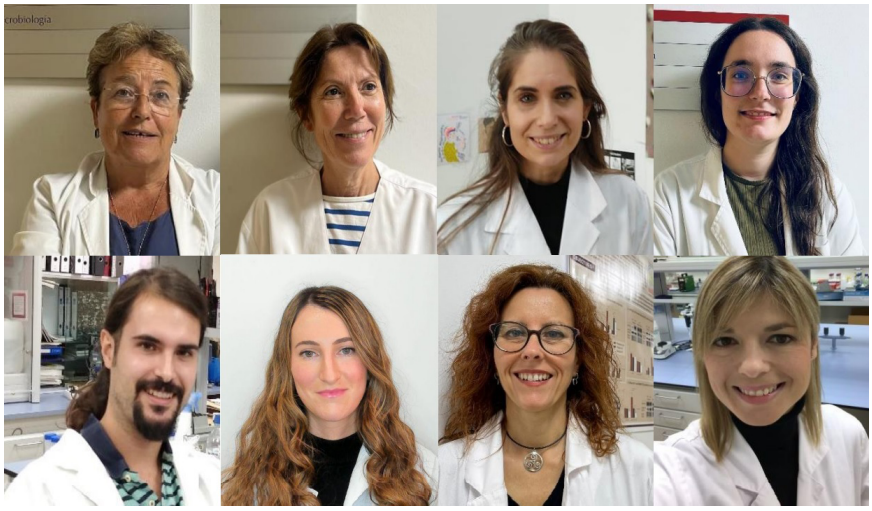
Toribio-Avedillo D, Martín-Díaz J, Jofre J, Blanch AR y Muniesa M. (2019) New approach for the simultaneous detection of somatic coliphages and F-specific RNA coliphages as indicators of fecal pollution. Sci Total Environ 655:263-272. *https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.198*

Grupo de investigación en Microbiología Ambiental de la Universidad Rovira i Virgili

MARÍA JOSÉ FIGUERAS SALVAT, ISABEL PUJOL BAJADOR, MARTA SANCHÍS TALÓN, ANA FERNÁNDEZ BRAVO, GEMA RECIO COMÍ Y ROBERTO MONLLOR GUERRA

Unidad de Micología y Microbiología Ambiental, Departamento de Ciencias Médicas Básicas, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, IISPV. Universidad Rovira i Virgili, Sant Llorenç 21, 43201 REUS

mariajose.figueras@urv.cat | ana.fernandez@urv.cat



Miembros del Grupo de investigación en Microbiología Ambiental. *De izquierda a derecha, arriba: Mª José Figueras, Isabel Pujol, Marta Sanchis y Ana Fernández; abajo: Roberto Monllor, Gema Recio, Carme Sanmartí y Núria Pilas.*

Un balance detallado de la actividad de nuestro grupo consta en el nº 50 de Actualidad SEM, 2010 dedicado a Microbiología de Aguas *https://www.semicrobiologia.org/?jet_download=6289*, y ésta se actualizó con la actividad sobre la *Taxonomía y epidemiología de los géneros Aeromonas y Arcobacter* en SEM@FORO (nº 65, 2018) *https://www.semicrobiologia.org/wp-content/uploads/2021/04/21-Aeromonas_Arcobacter.pdf*

El grupo de investigación en Microbiología Ambiental (vinculado al grupo de Micología) del Departamento de Ciencias Médicas Básicas de la URV, desde 1990 y durante 21 años fue el responsable del análisis de los indicadores de contaminación fecal dentro del programa de vigilancia e información del estado de las playas de la Agencia Catalana del Agua (Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña). Esta experiencia llevó al grupo a actuar como asesor científico de la Organización Mundial de la Salud, de la Comisión Europea y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (de la mano del Prof. Juanjo Borrego, de la Universidad de Málaga). Un ejemplo de la importancia de esta actividad de transferencia (I+D+I) ha sido la participación en los proyectos europeos AQUACHIP, EPIBATHE, HEALTHY-WATER, AQUAVALENS, JPI-METAWATER y en el proyecto nacional NEW-MICRORISK. En ellos pudimos colaborar con compañeros de la Universidad Miguel Hernández (Dr. Antonio Martínez-Murcia) y de la Universidad de Barcelona (Dr. Albert Bosch, Dras. Rosa Pintó, Rosina Gironès y Rosa Araujo) todos ellos miembros del grupo de Microbiología del Medio Acuático. Este último ha sido siempre un foro ideal para cuajar amistades y proyectos conjuntos.

Nuestros estudios sobre la epidemiología de *Aeromonas* requerían como primera herramienta métodos de identificación moleculares especie-específicos (16S rDNA-RFLP) que desarrollamos en colaboración con el Dr. Martínez-Murcia (tesis doctoral de la Dra. Nuria Borrell). Esto permitió revelar la gran diversidad de especies del género presentes en el medio acuático asociadas a infecciones humanas y patología de peces y se demostró que *Aeromonas hydrophila* no era la especie más importante del género. Posteriormente, la utilización de las secuencias de genes estructurales (*rpo*D, *gyr*B, etc.) con mayor resolución a nivel de especie que el gen 16S rRNA (tesis doctoral de la Dras. Lara Soler y Anabel Alperi), nos abrieron las puertas al descubrimiento de nuevas especies de los géneros *Aeromonas* (tesis de la Dra. Alperi y de la Dra Fadua Latif-Eugenín) y *Arcobacter* a través de las tesis doctorales de los Dres. Luis Collado, Arturo Levican, Nuria Salas-Massó y Alba Pérez-Cataluña (referencias en SEM@FORO 2018; Perez-Cataluña et al., 2019; Alonso et al., 2020). Con los estudios de metagenómica, se ha confirmado que ambos géneros tienen un papel relevante en aguas residuales como demuestra su elevadísima incidencia e impacto en salud *pública* como hemos puesto en evidencia en los capítulos sobre estos géneros preparados para el *Global Water Pathogen Project https://www.waterpathogens.org/printpdf/booktree* (referencias en SEM@FORO 2018; Rusiñol et al., 2020).

La utilización de distintos medios de cultivo en paralelo en los estudios de *Arcobacter* en bivalvos, realizados en colaboración con los Dres. Dolores Furones y Karl Andree del

IRTA y la adición a los medios de cultivo convencionales de sal, agua de mar artificial, liofilizado de ostras etc. son claros ejemplos de cómo se puede incrementar la diversidad de especies recuperadas del medio marino y su uso en epidemiologia (referencias SEM@FORO 2018; Rahman et al., 2020). Otro aspecto esencial es que determinadas especies de ambos géneros son considerados patógenos emergentes capaces de producir infecciones en humanos, y en este sentido las colaboraciones establecidas con los microbiólogos clínicos de diversos hospitales y en especial con la Dra. Isabel Pujol y el Dr. Frederic-Francesc Gómez de nuestros Hospitales Universitarios (San Joan de Reus y Joan XXII de Tarragona, respectivamente), nos han permitido reconocer la importancia clínica de las especies de estos géneros. En este ámbito, la identificación molecular también ha permitido reconocer identificaciones erróneas (referencias SEM@FORO 2018; Fernández-Bravo y Figueras, 2020; Fernández-Bravo et al., 2020). Hemos podido así, romper tópicos sobre la importancia clínica de *Aeromonas*, demostrado que tiene el mismo potencial enteropatógeno que *Salmonella* o *Campylobacter* (Teunis y Figueras, 2016).

Entre los estudios realizados en *Aeromonas* por la Dra. Ana Fernández-Bravo en su tesis doctoral destaca el que realizó con el grupo del Dr. Ashok K. Chopra, durante su estancia en la Universidad de Texas (Galveston), en el que investigó las infecciones mixtas producidas por dos cepas de *Aeromonas* responsables de generar una fascitis necrotizante en una paciente joven y sana que requirió la amputación de parte de sus extremidades superiores e inferiores (Fernández-Bravo et al., 2019a). Actualmente, continúan los estudios sobre las infecciones mixtas, analizando las dinámicas entre las bacterias causantes de la infección y evaluando la expresión de genes de virulencia relacionados con la respuesta inmune innata frente a la infección en líneas celulares mediante el análisis del transcriptoma (Fernández-Bravo et al., 2019b; Fernández-Bravo y Figueras, 2022). La Dra. Fernández-Bravo, actualmente profesora de la URV, ha liderado el capítulo de *Aeromonas,* preparado por el grupo, incluido en el libro "*Molecular detection of foodborne pathogens, 2nd Edition, Taylor and Francis CRC Press*" que esperamos que se publique próximamente y codirige las tesis doctorales de Gema Recio Comí sobre infecciones mixtas y de Roberto Monllor Guerra sobre alternativas al uso de antibióticos. Este último aspecto es muy relevante en las infecciones por *Aeromonas* ya que las especies del género muestran una resistencia casi universal a antibióticos β-lactámicos, tales como a penicilinas, aminopenicilinas y a cefalosporinas de primera generación; y una resistencia superior al 50% a amoxicilina/clavulánico, antibiótico de elección para el tratamiento empírico de una gran variedad de infecciones de piel y tejidos blandos. En este sentido, los objetivos planteados en la tesis que está desarrollando Roberto Monllor Guerra van dirigidos hacia i) Analizar la actividad antibacteriana de fármacos no catalogados como antibióticos (reposicionamiento de fármacos), ii) Caracterizar bacteriófagos aislados de plantas de tratamiento de aguas residuales para investigar su efecto lítico y su capacidad de eliminación de biofilms bacterianos, y iii) Estudiar la actividad antimicrobiana de nanopartículas basadas en nanocristales de celulosa. Los estudios con nanopartículas se realizan en colaboración con el Dr. Vladimir Baulin, investigador distinguido de la URV, dentro del proyecto "Acciones mecanobactericidas de las nanopartículas" (NANOPHOAM, PID2020-114347RB-C33). Para dar respuesta a los objetivos planteados se utilizan cepas de *Aeromonas* de origen clínico y multirresistentes a antibióticos y cepas de otros géneros bacterianos asociados al medio acuático, como *Escherichia*, *Salmonella* o *Pseudomonas*. Esperamos que los resultados aporten alternativas al tratamiento de las infecciones producidas por estas bacterias.

Finalmente, otra integrante del grupo, también profesora de la URV, es la Dra. Marta Sanchís Talón. En base a su experiencia en el análisis de *Legionella* en torres de refrigeración (RD 865/2003) está preparando un artículo que esperamos podamos publicar en breve, ya que guarda relación con la transformación legislativa (RD 487/2022) que deberá aplicarse a partir de enero 2023.

Referencias

Alonso R, Girbau C, Martinez-Malaxetxebarria I, Pérez-Cataluña A, Salas-Massó N, Romalde JL, Figueras MJ, Fernandez-Astorga A (2020) *Aliarcobacter vitoriensis* sp. nov., isolated from carrot and urban wastewater. Syst Appl Microbiol. *https://doi.org/10.1016/J.SYAPM.2020.126091*

Fernández-Bravo A, Figueras MJ (2020) An Update on the genus *Aeromonas*: taxonomy, epidemiology, and pathogenicity. Microorganisms. *https://doi.org/10.3390/Microorganisms8010129*

Fernández-Bravo A, Figueras MJ (2022) Immune response of the monocytic cell line THP-1 against six *Aeromonas* spp. Front Immunol. *https://doi.org/10.3389/FIMMU.2022.875689*

Fernández-Bravo A, Fort-Gallifa I, Ballester F, Pujol I, Gomez-Bertomeu F, Domínguez M, Micó M, Alcoceba E, Simó-Sisó JM, Figueras MJ (2020) A case of *Aeromonas trota* in an immunocompromised patient with diarrhea. Microorganisms 8:399

Fernández-Bravo A, Kilgore PB, Andersson JA, Blears E, Figueras MJ, Hasan NA, Colwell RR, Sha J, Chopra AK (2019a) T6SS and ExoA of flesh-eating *Aeromonas hydrophila* in peritonitis and necrotizing fasciitis during mono- and polymicrobial infections. Proc Natl Acad Sci U S A 116:24084–24092

Fernández-Bravo A, López-Fernández L, Figueras MJ (2019b) The metallochaperone encoding gene *hyp*A is widely distributed among pathogenic *Aeromonas* spp. and its expression is increased under acidic pH and within macrophages. Microorganisms 7:415

Perez-Cataluña A, Salas-Massó N, Figueras MJ (2019) *Arcobacter lacus* sp. nov. and *Arcobacter caeni* sp. nov., two novel species isolated from reclaimed water. Int J Syst Evol Microbiol 69:3326–3331

Rahman FU, Andree KB, Salas-Massó N, Fernandez-Tejedor M, Sanjuan A, Figueras MJ, Furones MD (2020) Improved culture enrichment broth for isolation of *Arcobacter*-like species from the marine environment. Sci Rep. *https://doi.org/10.1038/S41598-020-71442-8*

Rusiñol M, Martínez-Puchol S, Timoneda N, Fernández-Cassi X, Pérez-Cataluña A, Fernández-Bravo A, Moreno-Mesonero L, Moreno Y, Alonso JL, Figueras MJ, Abril JF, Bofill-Mas S, Girones R (2020) Metagenomic analysis of viruses, bacteria and protozoa in irrigation water. Int J Hyg Environ Health 224:113440

Teunis P, Figueras MJ (2016) Reassessment of the enteropathogenicity of mesophilic *Aeromonas* species. Front Microbiol 7:643

Microbios marinos. En busca de respuestas en el mar

ZURIÑE BAÑA[1,2], ITXASO ARTOLOZAGA[1], BEGOÑA AYO[1,2], MARIAN UNANUE[1], IÑIGO AZUA[1,2]

[1]Departamento de Inmunología, Microbiología y Parasitología - UPV/EHU.

[2]Centro de Investigación en Biología y Biotecnologías Marinas Experimentales - PiE-UPV/EHU.

zurine.bana@ehu.eus

Miembros del grupo Microbios Marinos, investigadores y alumnado. *Arriba, de izquierda a derecha: Marian Unanue, Iñigo Azua, Itxaso Artolozaga, Zuriñe Baña, Begoña Ayo. Abajo, de izquierda a derecha: Nerea Ventosa, Miriam Herrán, Nerea Gómez, Olatz Sainz, Helene Mendizabal, Amaia Hernández, Germán Barrueco.*

En el grupo de investigación **Microbios Marinos** del Dpto. Inmunología, Microbiología y Parasitología de la Universidad del País Vasco UPV/EHU llevamos más de treinta años intentando encontrar respuesta a muchas de las incógnitas sobre las comunidades microbianas de los sistemas acuáticos, especialmente marino, para lo cual estudiamos tanto sus componentes como sus funciones e interacciones. Liderado desde sus inicios por el profesor Juan Iriberri, es actualmente el profesor Iñigo Azua quien dirige el grupo de investigación.

Nuestros principales objetivos de investigación en los últimos años han sido: 1) Estudiar el bucle microbiano, con especial énfasis en el estudio de la abundancia, identidad, diversidad, actividades funcionales, velocidades de crecimiento e interacciones de la comunidad microbiana, tanto de vida libre como adherida a partículas; 2) Conocer el papel del bucle microbiano en el flujo de carbono y energía a través de la red trófica marina; y 3) Analizar el efecto del aumento de la temperatura de los océanos en el metabolismo de la comunidad bacterioplanctónica en un contexto de cambio global.

Nuestro trabajo se ha localizado principalmente en el Mar Cantábrico Oriental,

donde se encuentran las principales estaciones de muestreo analizadas (Getxo, Plentzia y Armintza, en la costa de Bizkaia). Especialmente en Armintza, hemos estudiado exhaustivamente en estudios plurianuales la relación entre los cambios ambientales y la composición de la comunidad bacteriana, y hemos detectado una alternancia estacional que se refleja en la predominancia de los grupos filogenéticos *Alphaproteobacteria* y *Bacteroidetes* durante invierno y verano, respectivamente (Baña *et al*., 2020), y cambios en los parámetros cinéticos de las actividades extracelulares bacterianas relacionados con los cambios en la abundancia de grupos filogenéticos específicos de la comunidad bacteriana fitoplanctónica (Abad *et al*., en revisión). Eventualmente, hemos recolectado y analizado muestras en el Mar del Norte, el Mar Adriático, el Mar Mediterráneo y el círculo polar antártico. Gracias al proyecto "Expedición de circunnavegación Malaspina 2010", tuvimos la oportunidad de recoger muestras a lo largo del Océano Global, a bordo del buque oceanográfico Hespérides. Con el objetivo de analizar la diversidad procariótica en la columna de agua, se estudiaron las capacidades metabólicas de las diversas comunidades procarióticas del océano global, donde encontramos variaciones en el uso de sustratos orgánicos con la profundidad (incremento en el uso de polímeros y disminución en el uso de aminoácidos en aguas batipelágicas (Sala *et al*., 2020). Con el objetivo de evaluar el impacto del cambio global en el océano y establecer una línea base de la situación actual, analizamos el efecto del aumento de la temperatura en las actividades enzimáticas extracelulares, y detectamos el efecto desequilibrante de un potencial incremento de la temperatura de la superficie marina en el reciclado de nutrientes derivado de la actividad enzimática extracelular (Ayo *et al*., 2017). En la actualidad, esta línea de investigación está enfocada a la comparación de la composición taxonómica de las comunidades bacterianas en 2 ecosistemas con diferentes características: un sistema costero exterior y un sistema estuarino con mayor aporte de aguas dulces, así como al análisis del efecto del cambio climático en las actividades de algunos aislados bacterianos representativos de ambos ecosistemas.

Además de mantener la línea de investigación mencionada, recientemente estamos desarrollando la exploración del enorme almacén de recursos con potencial biotecnológico que compone la biodiversidad microbiana marina, lo que se conoce como biotecnología marina o azul**.** Actualmente nuestro grupo Microbios Marinos cuenta con una amplia colección de bacterias y hongos marinos (más de 600), que proceden de las aguas superficiales de la zona costera del Mar Cantábrico Oriental, y que han sido aislados de muestras recogidas durante diferentes épocas del año y bajo diferentes condiciones de aislamiento. Esta colección representa una base sólida que nos permitirá explorar la capacidad de esas bacterias y hongos para producir sustancias de interés biotecnológico o llevar a cabo procesos beneficiosos para la sociedad y el medioambiente.

Bajo el objetivo global de bioprospección de la capacidad microbiana para producir sustancias de interés biotecnológico o llevar a cabo procesos beneficiosos para la sociedad y el medioambiente, estamos utilizando los microorganismos de la colección para: 1) detectar actividades enzimáticas de interés biotecnológico, como DNAsa, proteasa, amilasa, celulasa, xilanasa, lipasa, esterasa, lacasa y manganeso peroxidasa; 2) detectar la producción de compuestos antimicrobianos que puedan inhibir el crecimiento de especies bacterianas que son consideradas una amenaza para la salud pública mundial por su resistencia a los antibióticos; y 3) detectar la capacidad de degradación de compuestos de naturaleza recalcitrante como lignina, hidrocarburos y microplásticos. En resultados preliminares, algunas de estas bacterias aisladas han demostrado ser capaces de producir enzimas de interés industrial o compuestos antimicrobianos de interés sanitario, así como potencial para la degradación de contaminantes ambientales.

Referencias

Abad N, Uranga A, Ayo B, Arrieta JM, Baña Z, Azua I, Artolozaga I, Iriberri J, González-Rojí SJ y Unanue M. (2022). Kinetic modulation of bacterial hydrolases by microbial community structure in coastal waters. Env Microb (aceptado, diciembre 2022).

Ayo B, Abad N, Artolozaga I, Azúa I, Baña Z, Unanue M, Gasol JM, Duarte CM, Iriberri J. (2017). Imbalanced nutrient recycling in a warmer ocean driven by differential response of extracellular enzymatic activities. Glob Change Biol, 23: 4084-4093. *https://doi.org/10.1111/gcb.13779*

Baña Z, Abad N, Uranga A, Azúa I, Artolozaga I, Unanue M, Iriberri J, Arrieta JM y Ayo B. (2020). Recurrent seasonal changes in bacterial growth efficiency, metabolism and community composition in coastal waters. Env Microb 22(1): 369-380. *https://doi.org/10.1111/1462-2920.14853*

Sala MM, Ruiz-González C, Borrull E, Azúa I, Baña Z, Ayo B, Álvarez-Salgado XA, Gasol JM y Duarte CM. (2020). Prokaryotic capability to use organic substrates across the global tropical and subtropical ocean. Front Microbiol 11: 918. *https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00918*

Grupo de investigación PAFZP ("Pathogens in Aquaculture: Fish and Zoonotic Pathogens")

CARMEN AMARO Y BELÉN FOUZ

Instituto BIOTECMED y Departamento de Microbiología y Ecología de la Universidad de Valencia.

carmen.amaro@uv.es

Nuestro grupo de investigación (*https://patpeces.blogs.uv.es/*) pertenece al Instituto BIOTECMED de la Universidad de Valencia (UV). Nuestro objetivo es comprender la interacción patógeno-hospedador para poder diseñar nuevas estrategias de control de las principales enfermedades bacterianas en Acuicultura, especialmente las consideradas zoonóticas.

Miembros del grupo PAFZP-

Equipo

En la actualidad el grupo está formado por dos profesoras (Carmen Amaro, IP actual y Belén Fouz), una investigadora post-doctoral "senior" (Eva Sanjuán), un investigador post-doctoral junior (Rubén Salvador-Clavell), cuatro investigadores pre-doctorales (Héctor Carmona-Salido, Carla Molina, Arnau Pérez-Roig y Javier Barriga), dos técnicos del programa INVESTIGO (Pablo Ibáñez y Sofía López) y un oficial de laboratorio (Moisés de Jesús). El grupo cuenta, además, con el profesor emérito Rafael Borrás que es responsable de la Unidad de Microbiología del Hospital Clínico de la UV y está encargado de recopilar los casos de zoonosis relacionados con infecciones marinas.

Instalaciones

El equipo dispone de un laboratorio de Microbiología de riesgo biológico 2, autorizado para trabajar con microorganismos modificados genéticamente. Además, parte de la experimentación se lleva a cabo en las instalaciones del SCSIE-UV (Servicio Central de Soporte a la Investigación Experimental) entre las que destaca la Planta Piloto de Acuarios Experimentales. Precisamente, uno de los puntos fuertes del grupo es su experiencia en el trabajo con animales y en la elaboración de procedimientos para experimentación con distintas especies de peces.

Financiación

El grupo combina la investigación básica sobre interacción patógeno-hospedador y evolución de los patógenos acuáticos con la investigación aplicada a empresa por lo que contamos tanto con fondos públicos, obtenidos en convocatorias competitivas, como con fondos privados procedentes de empresas/instituciones multinacionales y nacionales. En la actualidad contamos con cinco proyectos con fondos públicos, tres para investigación básica (uno nacional, otro autonómico y otro con fondos europeos canalizados por la Generalitat Valenciana) y dos para investigación aplicada (programa de financiación de proyectos de I+D+I del CDTI) así como con dos convenios de investigación y otros dos de servicios con empresas.

Actividades investigadoras

Nuestro grupo es reconocido internacionalmente como experto en el patógeno zoonótico ligado a piscifactorías, *Vibrio vulnificus,* y en la enfermedad que causa, la vibriosis. Según SCOPUS, la IP ocupa la tercera y segunda posición mundial en número de publicaciones en *V. vulnificus* y en vibriosis, respectivamente. Además, la IP forma parte del Comité Científico y organizador de los congresos internacionales sobre *Vibrio* y es asesora para la OMS sobre vibriosis humanas. De la misma manera, el grupo es reconocido a escala internacional por su buen hacer y los resultados que ha obtenido en los trabajos de investigación y en la resolución de problemas para empresas, desde el diseño de estrategias de detección y control de enfermedades infecciosas hasta la puesta a punto de modelos de infección y protocolos de inmunoestimulación/vacunación para crustáceos/peces.

Como consecuencia de nuestro trabajo, hemos publicado más de 60 artículos de investigación en revistas de D1 y Q1 en los últimos 15 años así como 4 capítulos de libro en editoriales de excelencia. Nuestros resultados nos han permitido reconstruir el ciclo de vida de *V. vulnificus* y determinar qué señales ambientales y qué factores de virulencia son los determinantes para que el patógeno cause enfermedad en un pez o en un ser humano (Figura 1). En este momento estamos desarrollando dos tipos de vacunas, una acelular y la otra oral producida en plantas. El uso de estas vacunas en piscifactorías permitiría prevenir la enfermedad no solo en los peces sino también en los seres humanos (perspectiva ONEHEALTH).

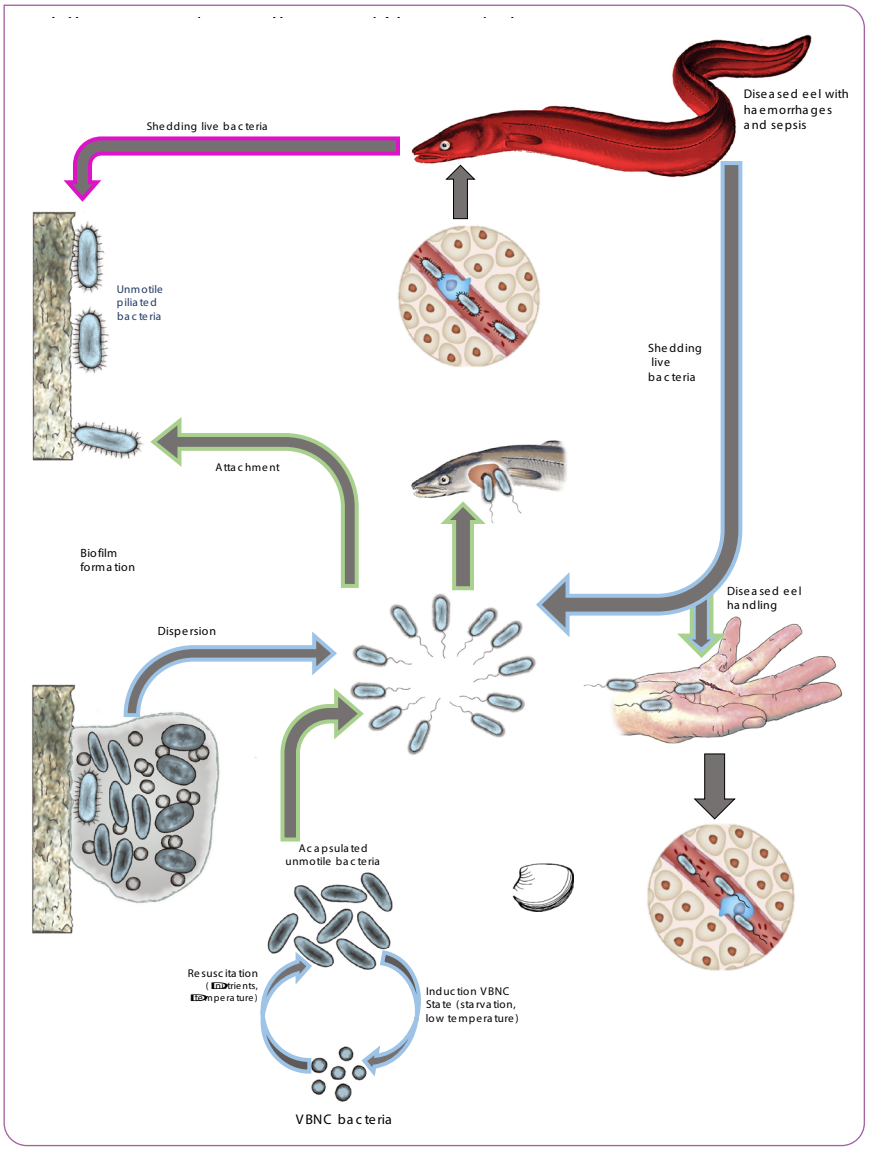


Figura 1: **Ciclo de vida de *V. vulnificus*.** *La concentración de hierro extracelular y la temperatura del agua determinan la estrategia y la virulencia de V. vulnificus. Los procesos controlados por la temperature están rodeados por una línea azul y los controlados por hierro por una verde. Un aumento de la temperatura incrementa la transcripción de genes metabólicos, de colonización y de resistencia a la inmunidad innata, mientras que el hierro controla los genes implicados en los mismos procesos, además de las dos toxinas principales VvhA y RtxA1 y la proteasa Vvp. Detalles en Pajuelo et al. (2014) Infection and Immunity 82 (2): 731-744 y Hernández-Cabanyero et al. (2019) Environmental Microbiology 21 (8): 3118-3139.*

Actividades formativas

En nuestro grupo se han formado investigadores postdoctorales de los programas Ramón y Cajal (una, en la actualidad profesora de Universidad), Juan de la Cierva (dos) y Torres-Quevedo (una) así como más de 10 doctorandos y 35 tesinandos, éstos últimos en los Másters de Acuicultura (UV), Investigación en Biología molecular, Celular y Genética (UV), Bioinformática (UV) y Microbiología (Universidad Autónoma de Madrid). Hemos formado a múltiples estudiantes ERASMUS prácticas de Universidades extranjeras y estudiantes de Prácticas Externas de Universidades nacionales, así como participado en el programa "Garantía Juvenil" con la formación de un técnico de laboratorio y un investigador junior. Es importante también nuestra labor de formación de profesionales del sector de la Acuicultura mediante la organización de cursos de formación y a través de la tutorización de estudiantes en empresa. Mención especial merece nuestra participación en un proyecto de formación de estudiantes de grado procedentes de EEUU financiado por la "USDA/NIFA INTERNATIONAL SCIENCE & EDUCATION COMPETITIVE GRANT)". Además, estamos involucrados en la formación de estudiantes de grado formativo mediante la firma de convenios con el IES Blasco Ibáñez de Valencia.

Innovación docente

Nuestro grupo participa en los programas de ciencia ciudadana "Small World Initiative", "Tiny Earth" y Micromon que han permitido formar más de 200 estudiantes universitarios y difundir la iniciativa en 40 centros de secundaria/bachillerato involucrando a más de 1000 personas como investigadores. También hemos llevado a cabo diversas actividades extramuros dirigidas a diferentes grupos de edad, desde una perspectiva de género, siendo la principal la exhibición de DivulSuperBugs en colegios de secundaria/bachillerato. La Universidad de Valencia y el consorcio europeo FORTHEM ha financiado parcialmente estas actividades a través de proyectos educativos innovadores de los que ha sido coordinadora Belén Fouz.

Actividades de divulgación

El grupo también participa en tareas de divulgación a la sociedad como ha sido su participación en Expociencia 2022 con las exitosas "Pokedex bacteriana" y "Micromundo".

Colaboraciones internacionales

Nuestro grupo ha recibido numerosos investigadores "senior" extranjeros desde profesores visitantes hasta directores de I+D de multinacionales como Skkreting o Pharmaq. Cuenta, además, con importantes colaboraciones internacionales entre las que destacan el Dr. Mattew Waldor de la Universidad de Harvard (USA), especialista en Biología Molecular y Evolución de *Vibrio*, el Dr. Gianaurelio Cuniberti, Director del "Institute for Materials Science and Max Bergmann Center of Biomaterials" de la TU de Dresden (Germany), especialista en biosensores, y la Dra. Snjezana Zrncic, Directora del "Laboratory for Fish and Molluscs diseases" del Instituto de veterinaria de Croacia (Zagreb), entre otros.

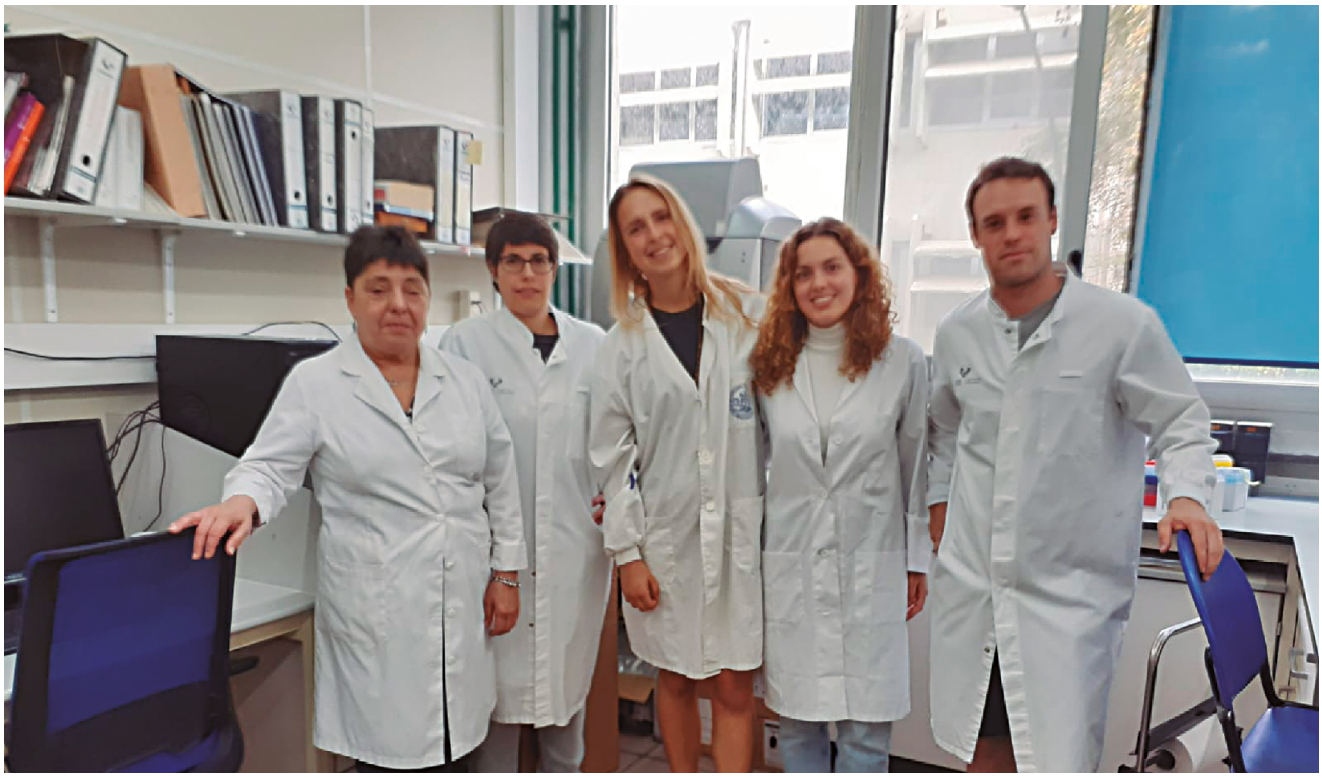
Respuesta bacteriana al estrés

INÉS ARANA[1,2], ARKAITZ ALMARAZ[1], ELIXABET OGAYAR[1], MAITE ORRUÑO[1,2]

[1]Departamento de Inmunología, Microbiología y Parasitología. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU).

[2]Plentziako Itsas Estazioa - Estación Marina de Plentzia (PIE-UPV/EHU).

ines.arana@ehu.eus | maite.orruño@ehu.eus



Miembros del grupo: *de izquierda a derecha: Inés Arana, Maite Ortuño, Lia Buenechea, Sofia Miranda y Arkaitz Almaraz.*

En los ecosistemas naturales las bacterias se enfrentan a cambios continuos en las condiciones ambientales que inducen el despliegue de diferentes estrategias de supervivencia que aseguren su éxito. Los factores abióticos más estresantes incluyen variaciones de la temperatura, limitación en la disponibilidad de nutrientes o exposición a la radiación solar. La presencia de la microbiota natural de dichos sistemas, que también está sujeta al efecto de los factores abióticos, es otro factor determinante del éxito de las poblaciones bacterianas. Nuestro grupo comenzó estudiando la respuesta de *Escherichia coli* a factores abióticos estresantes y su estrategia de supervivencia en diferentes sistemas acuáticos, que incluyeron los ambientes marino y lótico y las plantas de tratamiento de aguas residuales. Los resultados obtenidos mostraron que *E. coli*, bajo condiciones de estrés, adopta el estado Viable No Cultivable (VNC). En este estado, parte de la población pierde su cultivabilidad, si bien mantiene la integridad de la membrana citoplasmática y mantiene su actividad. Además, el estudio del subproteoma de la membrana externa indicó que la exposición de poblaciones de *E. coli* a condiciones ambientales adversas se acompaña del cambio en la expresión de proteínas tales como OmpA, TolC, o lipoproteína 28, entre otras. Sin embargo, a pesar que se ha indicado la importancia de la capacidad de resucitación (recuperación de la cultivabilidad) cuando revierten las condiciones estresantes, lo que permitiría la recolonización del sistema; *E. coli* no revertió el estado VNC, aunque una fracción de la subpoblación cultivable remanente fue

capaz de crecer. Estos resultados confirman que, para *E. coli*, la inducción del estado VNC supone una estrategia de supervivencia orientada a asegurar la permanencia de la fracción cultivable.

Actualmente, el género *Vibrio* constituye nuestro objeto de interés. Así, en el contexto de los previsibles cambios originados por el calentamiento global y, considerando la escasez de estudios sobre la distribución del género *Vibrio* en la costa vasca, hemos realizado campañas anuales orientadas a la detección de bacterias de este género con la colaboración de AZTI. Para ello hemos puesto a punto la técnica de CARD-FISH utilizando la sonda VIB572a (Ogayar *et al*. 2021), encontrando diferencias en las densidades de *Vibrio* totales atribuibles a la actividad antropogénica en zonas estuarinas. Además, utilizando una cepa modelo (*V. harveyi* CECT 525) y cepas ambientales hemos verificado la inducción del fenotipo VNC por efecto de la temperatura, la salinidad y/o la luz visible. Para *V. harveyi*, el estado VNC en sí mismo es un mecanismo de perdurabilidad de la especie en situaciones adversas, aunque hemos encontrado diferencias en el patrón de inducción de este estado de las cepas ambientales respecto a la cepa patrón. Todas las cepas estudiadas experimentaron una reducción del tamaño celular, pasando de una morfología bacilar a cocoide. Esta respuesta es independiente de la adopción del estado VNC y está inducida por la escasez de nutrientes; si bien, otros factores abióticos como temperatura o radiación visible, tienen un efecto acumulativo en el aumento de la fracción de la población correspondiente a las células de menor tamaño. Por otra parte, los análisis comparados de la variación del subproteoma de las membranas externas de *V. harveyi* mostraron que, tanto la cepa modelo como una cepa de la misma especie aislada a partir de agua de mar, conservan proteínas relacionadas con el mantenimiento de la estructura celular, el transporte y la conservación de la energía, aunque experimentan extensos cambios que afectan, por ejemplo, a la respuesta a estímulos químicos y la movilidad.

Además, *V. harveyi* es capaz de colonizar organismos filtradores como *Mytillus galloprovincialis* que podrían actuar como reservorios. Utilizando una cepa modificada para expresar la proteína GFP (Orruño *et al.* 2019) estudiamos la colonización de diferentes órganos en mejillones expuestos a *V. harveyi*. Para ello se utilizan mesocosmos con agua de mar o una simulación de agua estuarina, inoculados con *V. harveyi*, y mantenidos a temperaturas similares a los del entorno de la Bahía de Plentzia durante las épocas fría y cálida (12ºC y 20ºC, respectivamente). Periódicamente se recogen mejillones para su disección y los órganos son analizados tanto por nuestro grupo como por el del profesor Beñat Zaldibar (Biología Celular Animal). Nuestros resultados muestran que *M. galloprovincialis* acumulan *V. harveyi* GFP en sus tejidos, registrándose los valores más altos en las glándulas digestivas. Esta bioacumulación sucede de forma rápida, ya en los primeros minutos tras el inicio del experimento, y decae a medida que transcurre el tiempo (hasta 144 h). En respuesta a la ingestión y acumulación de microorganismos en sus órganos, los mejillones activan un sistema inmunológico eficiente, que suele relacionarse con la actividad bactericida de los componentes de la hemolinfa, hemocitos y granulocitos, y de algunos tejidos blandos como la glándula digestiva y el manto-gónada. Aunque tras 24 h, se detectan muy pocas bacterias intactas en los órganos y la emisión de fluorescencia incrementa indicando lisis bacteriana, las cuantificaciones de *V. harveyi* indican que parte de la población escapa al sistema inmune de los mejillones pudiendo persistir en los diferentes órganos Por otra parte, las densidades de *V. harveyi* GFP que se alcanzan en las branquias, gónadas y glándulas digestivas y en el agua circundante no están afectadas por la temperatura y/o la salinidad.

Dado que, en el entorno de la Bahía de Plentzia, *M. galloprovinciallis* está siendo desplazado por *Crassostrea angulata*, hemos iniciado estudios comparativos del comportamiento de ambos bivalvos respecto a la capacidad de bioacumular *Vibrio* spp.

En el marco de nuestra colaboración con el PIE-UPV/EHU nos hemos integrado en un equipo multidisciplinar (proyectos HORIZON-HLTH-2021-ENVHLTH-02: Blue-Adapt y TED2021-132109B-C21) para el estudio de un ecosistema marino, la Bahía de Plentzia, determinando diferentes parámetros y agentes contaminantes y patógenos, así como su influencia en seres vivos y en la sociedad.

Publicaciones relacionadas

Kaberdin VR, I Montánchez, C Parada, M Orruño, I Arana e I Barcina (2015) Unveiling the metabolic pathways associated with the adaptive reduction of cell size during *Vibrio harveyi* persistence in seawater microcosms. Microb Ecol 70:689-700.

Kaberdin VR e I Arana (2022) Recent insights into *Escherichia coli* and *Vibrio* spp. pathogenicity and responses to stress. Microorganisms 10:38.

Montánchez I, E Ogayar, A Hernández-Plágaro, A Esteve-Codina, J Gómez-Garrido, M Orruño, I Arana y VR Kaberdin (2019) Analysis of *Vibrio harveyi* adaptation in sea water microcosms at elevated temperature provides insights into the putative mechanisms of its persistence and spread in the time of global warming. Sci Rep 9:289.

Ogayar E, I Larrañaga, A Lomba, VR Kaberdin, I Arana y M Orruño (2021) Efficiency and specificity of CARD-FISH probes in detection of marine vibrios. Environ Microbiol Rep 13:928-33.

Orruño M, C Parada, VR Kaberdin e I Arana (2021) The effect of visible light on cell envelope subproteome during *Vibrio harveyi* survival at 20°C in seawater. Microorganisms 9:594.

Orruño M, VR Kaberdin e I. Arana (2017) Survival strategies of *Escherichia coli* and *Vibrio* spp.: contribution of the viable but nonculturable phenotype to their stress-resistance and persistence in adverse environments. World J Microbiol Biotechnol 33:1-7.

Parada C, M Orruño, VR Kaberdin, Z Bravo, I Barcina e I Arana (2016) Changes in the *Vibrio harveyi* cell envelope subproteome during permanence in cold seawater. Microb Ecol 72:549-58.

Biodiversidad procariota en ambientes acuáticos hipersalinos

ANTONIO VENTOSA, CRISTINA SÁNCHEZ-PORRO, RAFAEL RUIZ DE LA HABA, Mª JOSÉ LEÓN, BLANCA VERA GARGALLO, ANA DURÁN VISERAS, CRISTINA GALISTEO, DÁŠA STRAKOVÁ Y ALICIA GARCÍA ROLDÁN

Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla.

ventosa@us.es | sanpor@us.es | rrh@us.es

De izquierda a derecha: Antonio Ventosa, Dáša Straková, Alicia García Roldán, Cristina Galisteo, Mª José León, Blanca Vera Gargallo, Cristina Sánchez-Porro y Rafael Ruiz de la Haba. Recuadro: Ana Durán Viseras.

Nuestro grupo de investigación realiza sus actividades en el Departamento de Microbiología y Parasitología de la Universidad de Sevilla y lleva más de 40 años dedicado al estudio de la biodiversidad de microorganismos procariotas de los ambientes hipersalinos, cuya elevada concentración de sales y otros parámetros ambientales limitan la vida a grupos de arqueas y bacterias halófilas. Nuestros estudios se han centrado especialmente en ambientes acuáticos hipersalinos, aunque en los últimos años también estamos trabajando en el análisis de la biodiversidad procariota en suelos hipersalinos, con la finalidad de realizar estudios comparativos entre ambos ecosistemas que nos permitan conocer en profundidad las relaciones entre los diferentes grupos microbianos en dichos hábitats.

Al igual que en otros ambientes extremos, sólo conocemos una pequeña parte de la microbiota existente en los ecosistemas acuáticos hipersalinos, nos quedan muchos microorganismos por descubrir y describir y este es uno de los principales objetivos de nuestro equipo. Nuestros estudios han puesto un granito de arena en la determinación de la estructura y actividad de los grupos de arqueas y bacterias que forman parte de estos sistemas hipersalinos, utilizando las técnicas disponibles en cada momento, desde la caracterización fenotípica y genotípica de los aislados hasta las recientes técnicas de secuenciación masiva, lo cual nos está permitiendo tener un gran conocimiento de los microorganismos que habitan en estos ambientes, aunque no los podamos cultivar, y de sus actividades metabólicas y función ecológica en dichos hábitats. Así, hemos realizado estudios microbiológicos en salinas solares de estanque múltiple, como las salinas de Santa Pola en Alicante, las salinas de Isla Cristina e Isla Bacuta en Huelva, o salinas localizadas en Cádiz, Mallorca o Gran Canaria. También hemos realizado importantes aportaciones en estudios de biodiversidad en el Mar Muerto o en lagos hipersalinos localizados en Mongolia Interior (China), Turquía o Irán.

Nuestros estudios pioneros de metagenómica y genómica comparativa en estanques con diferentes salinidades de las salinas “Bras del Port”, localizadas en Santa Pola, Alicante e Isla Cristina en Huelva, permitieron determinar con detalle la diversidad filogenómica y metabólica de dichos hábitats, en un rango salino entre

el 13 y 37%. Entre los resultados más relevantes derivados de estos estudios metagenómicos se encuentra el aislamiento y caracterización de un grupo de gammaproteobacterias, abundantes en estanques con salinidades intermedias (entre el 13 y 21% de sales), que constituyen el primer ejemplo de bacterias halófilas moderadas definidas desde un punto de vista ecológico, presentando una morfología curvada y en determinadas condiciones espiral, justificando su descripción como un nuevo género, al que denominamos *Spiribacter*. Actualmente dicho género consta de 4 especies, aisladas todas por nuestro equipo y estudios recientes de otros investigadores están poniendo de manifiesto la relevancia y abundancia de este grupo bacteriano en diferentes ambientes acuáticos salinos de nuestro planeta.

Como hemos comentado anteriormente, entre los objetivos de nuestro grupo se encuentra el aislamiento y caracterización de nuevos grupos taxonómicos de ambientes acuáticos hipersalinos. Así, gracias a un trabajo meticuloso de cultivo, utilizando diferentes estrategias y medios de aislamiento, hemos aislado y caracterizado (al menos de manera preliminar, en base a la secuenciación del gen 16S rRNA) más de 4000 cepas, determinando la diversidad cultivable de estos ambientes y la presencia de nuevos taxones. Entre los nuevos taxones que hemos aislado y caracterizado en detalle recientemente de estos hábitats acuáticos hipersalinos se encuentran especies de los géneros *Salinivibrio*, *Halorubrum*, *Halonotius* y *Natronomonas*, pero especialmente vamos a referirnos a la descripción de dos nuevos géneros de haloarqueas, a los que hemos designado *Halosegnis* y *Haloglomus*.

Utilizando un enfoque basado en la culturómica obtuvimos cultivos axénicos de nuevas haloarqueas a partir de muestras de agua de las salinas de Isla Cristina e Isla Bacuta, en Huelva, que no se asignaban a ningún género descrito hasta la fecha. Análisis filogenómicos y filogenéticos nos mostraron que estos aislados constituían un nuevo género, al que denominamos *Halosegnis*, con dos nuevas especies, *Halosegnis rubeus* y *Halosegnis longus*. Además, las reconstrucciones metabólicas basadas en la genómica comparativa de sus secuencias nos indicaron que se trataba de arqueas con un metabolismo aeróbico fotoheterótrofo y con una estrategia típica *salt-in* de adaptación a los ambientes hipersalinos. Los reclutamientos genómicos de estos nuevos taxones frente a numerosas bases de datos metagenómicas nos han permitido determinar que las especies del género *Halosegnis* tienen una distribución geográfica mundial, alcanzando una gran abundancia (hasta un 8%) en hábitats con salinidades intermedias (18 a 27% de sales).

Por otro lado, a partir de muestras de agua de estanques de las salinas de Isla Cristina hemos aislado una nueva haloarquea, que ha resultado constituir un nuevo género, al que hemos denominado *Haloglomus*, con una sola especie, *Haloglomus irregulare*. Se trata de una arquea halófila extrema que crece óptimamente al 30% (p/v) de NaCl. El análisis de reclutamiento de fragmentos metagenómicos de esta nueva haloarquea sugiere la existencia de otras especies estrechamente relacionadas con la misma, todavía no aisladas en cultivo puro y cuyo papel ecológico es desconocido, que se encuentran ampliamente distribuidas en ambientes acuáticos con elevadas concentraciones salinas.

Por último, queremos destacar las colaboraciones que venimos realizando con otros grupos de investigación, a través de las redes de microorganismos extremófilos nacional y latinoamericana, especialmente con grupos de Turquía (Dra. M. Birbir), Estados Unidos (Dres. R.T. Papke y K. Konstantinidis), México (Dres. Ninfa Ramírez y Horacio Sandoval) y de forma muy especial la colaboración que venimos realizando con el Dr. Mohammad Ali Amoozegar, de la Universidad de Teherán, desde hace más de 20 años, acerca de la diversidad procariota de lagos hipersalinos localizados en Irán, como los lagos Aran-Bidgol, Meyghan o Urmia, este último recientemente declarado reserva de la biosfera por la UNESCO. Hemos publicado tanto trabajos basados en técnicas independientes de cultivo como de caracterización de nuevos taxones. Concretamente, hemos descrito 45 nuevos grupos de arqueas y bacterias halófilas, destacando entre ellos 14 nuevos géneros y una nueva familia.

Publicaciones seleccionadas

León MJ, Fernández AB, Ghai R, Sanchez-Porro C, Rodriguez-Valera F, Ventosa A. (2014). From metagenomics to pure culture: isolation and characterization of the moderately halophilic bacterium *Spiribacter salinus* gen. nov., sp. nov. Appl. Environ. Microbiol. 80: 3850-3857.

Ventosa A, de la Haba RR, Sánchez-Porro C, Papke RT. (2015). Microbial diversity of hypersaline environments: a metagenomic approach. Curr. Opin. Microbiol. 25: 80-87.

Vera-Gargallo B, Chowdhury TR, Brown J, Fansler SJ, Durán-Viseras A, Sánchez-Porro C, Bailey VL, Jansson JK, Ventosa A. (2019). Spatial distribution of prokaryotic communities in hypersaline soils. Sci. Rep. 9: 1769.

Durán-Viseras A, Andrei A-S, Ghai R, Sánchez-Porro C, Ventosa A. (2019). New *Halonotius* species provide genomics-based insights into cobalamin synthesis in haloarchaea. Front. Microbiol. 10: 1928.

de la Haba RR, López-Hermoso C, Sánchez Porro C, Konstantinidis K, Ventosa A. (2019). Comparative genomics and phylogenomic analysis of the genus *Salinivibrio*. Front. Microbiol. 10: 2104.

Durán-Viseras A, Sánchez-Porro C, Ventosa A. (2020). *Haloglomus irregulare* gen. nov., sp. nov., a new halophilic archaeon isolated from a marine saltern. Microorganisms 8: 206.

Durán-Viseras A, Andrei A-S, Vera-Gargallo B, Ghai R, Sánchez-Porro C, Ventosa A. (2021). Culturomics-based genomics sheds light on the ecology of the new halobacterial genus *Halosegnis*. Environ. Microbiol. 23: 3418-3434.

de la Haba RR, Minegishi H, Kamekura M, Shimane Y, Ventosa A. (2021). Phylogenomics of haloarchaea: the controversy of the genera *Natrinema-Haloterrigena*. Front. Microbiol. 12: 740909.

Durán-Viseras A, Sánchez-Porro C, Ventosa A. (2021). Genomic insights into new species of the genus *Halomicroarcula* reveals potential for new osmoadaptative strategies in halophilic archaea. Front. Microbiol. 12: 751746.

Ventosa A, de la Haba RR, Arahal DR, Sánchez-Porro C. (2021). Genus *Halomonas. In* Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria. M. Trujillo (ed.), pp. 1-111. Wiley & Sons, New Jersey.

Virus entéricos, UB

ALBERT BOSCH, ROSA M PINTÓ, SUSANA GUIX, MARIA ISABEL COSTAFREDA

Sección de Microbiología, Virología y Biotecnología. Dpto. de Genética, Microbiología y Estadística. Facultad de Biología, y SAVCA, Servicio de Análisis de Virus en la Cadena Alimentaria y Ciclo del Agua, Campus de la Alimentación, Universidad de Barcelona

abosch@ub.edu | rpinto@ub.edu | susanaguix@ub.edu | mcostafreda@ub.edu)

https://www.ub.edu/virusenterics/

El grupo de Virus Entéricos de la UB. *De izquierda a derecha, segunda fila: Sol Ribó, Adán Martínez, Nerea Beguiristáin, Edu Anfruns, David García-Pedemonte; primera fila: Mari Costafreda, Susana Guix, Cristina Fuentes, Albert Blanco, Gemma Chavarria, Albert Carcereny, Albert Bosch, Rosa M. Pintó.*

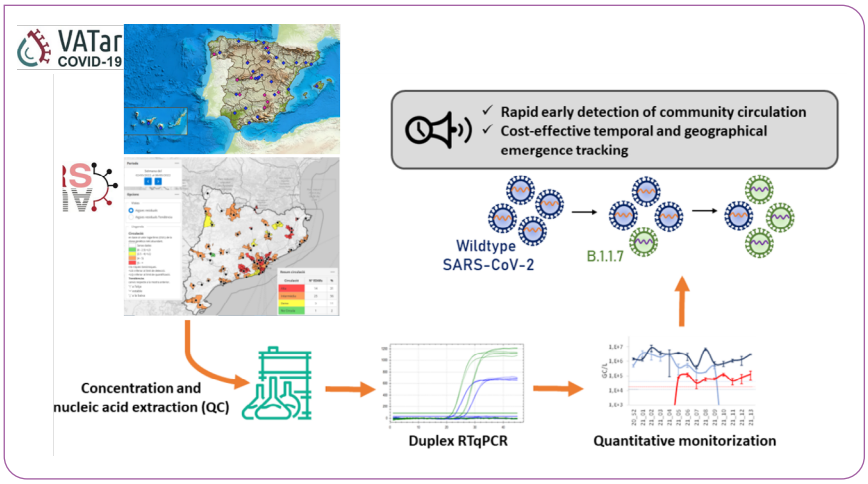
Los virus entéricos son aquellos cuya transmisión es de tipo fecal-oral e incluyen virus pertenecientes a múltiples y diversas familias como *Adenoviridae* (*Adenovirus*), *Astroviridae* (*Mamastrovirus*), *Caliciviridae* (*Norovirus* y *Sapovirus*), *Picornaviridae* (*Enterovirus* y *Hepatovirus*), *Reoviridae* (*Rotavirus*) y *Hepeviridae* (*Hepevirus*). Estos virus han sido el foco de interés de nuestro grupo durante más de cuatro décadas. Desde una perspectiva básica estudiamos diversos aspectos moleculares de los virus de las hepatitis A y E, así como de norovirus y astrovirus que son agentes de gastroenteritis. Además, desde una perspectiva aplicada, estudiamos el papel de los virus entéricos como contaminantes ambientales y de alimentos, validando al mismo tiempo medidas de control aplicables a aguas o alimentos.

Cualquier virus que se excrete en heces u orina de individuos puede encontrase en las aguas residuales y el análisis de las mismas proporciona evidencia de la circulación de dicho virus entre la población. Este principio rige lo que se denomina epidemiología basada en las aguas residuales o en inglés "wastewater-based epidemiology" (WBE).

El hecho que virus respiratorios como el virus de la influenza, el virus sincicial respiratorio y sobre todo, el coronavirus responsable del síndrome respiratorio agudo severo de tipo 2 (SARS-CoV-2) responsable de la COVID-19 se excreten de forma significativa en las heces, ha provocado que se utilice la aproximación WBE también para determinar la circulación de virus respiratorios. En el caso del SARS-CoV-2 se está controlando a nivel mundial los niveles del virus en las aguas residuales para predecir la evolución de la pandemia en una determinada localización geográfica.

Redes de vigilancia epidemiológica de SARS-CoV-2 basadas en el análisis de aguas residuales

La red VATar (*https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/vertidos-de-aguas-residuales/alerta-temprana-covid19/*) de los Ministerios de Sanidad y de Transición Ecológica y Retos Demográficos está coordinada por nuestro



grupo y también participan en ella equipos del Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC), del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), y de la Universidad de Santiago de Compostela. En este estudio se analizan 55 muestras semanales de EDARes de toda la geografía española. La red SARSAIGUA (*https://sarsaigua.icra.cat*) del Departamento de salud de la Generalitat de Cataluña está coordinada por el Instituto Catalán del Agua y participan en la misma, aparte de nuestro grupo, el grupo de Virus Contaminantes de Agua y Alimentos de la UB y el EURECAT. La red analiza semanalmente 56 muestras de agua residual de municipios de Cataluña. Semanalmente se proporciona en el seno de ambas redes los resultados de la evolución en las distintas muestras de los niveles de SARS-CoV-2, así como de circulación de las distintas variantes del virus.

La UB tiene dos Campus de Excelencia Internacional: el Barcelona Knowledge Campus (BKC) desde el 2009, y el Health Universitat de Barcelona Campus (HUBc) desde el 2010. El grupo de Virus Entéricos tiene sus laboratorios distribuidos en estos dos Campus de Excelencia Internacional. El laboratorio principal se encuentra en la Facultat de Biología integrada dentro del BKC. Toda la investigación básica del grupo, así como la mayoría de la investigación aplicada se realiza en este laboratorio. En el HUBc, y concretamente en el Campus de la Alimentación de Torribera, el grupo de Virus Entéricos creó el SAVCA, el Servicio de Análisis de Virus en la Cadena Alimentaria y Ciclo del Agua, donde se llevan a cabo estudios derivados de contratos con la Administración o empresas.

Selección de publicaciones en el campo de la virología ambiental

Anfruns-Estrada E, Sabria A, Fuentes C, Sabate S, Razquin E, Cornejo T, Bartolome R, Torner N, Izquierdo C, Soldevila N, Coronas L, Dominguez A, Pinto RM, Bosch A, Guix S. (2020). Detection of Norovirus in Saliva Samples from Acute Gastroenteritis Cases and Asymptomatic Subjects: Association with Age and Higher Shedding in Stool. Viruses 12.

Anfruns-Estrada E, Bottaro M, Pintó RM, Guix S, Bosch A. (2019). Effectiveness of Consumers Washing with Sanitizers to Reduce Human Norovirus on Mixed Salad. Foods 8:637.

Blanco A, Guix S, Fuster N, Fuentes C, Bartolome R, Cornejo T, Pinto RM, Bosch A. (2017). Norovirus in Bottled Water Associated with Gastroenteritis Outbreak, Spain, 2016. Emerg Infect Dis 23:1531-1534.

Blanco A, Abid I, Al-Otaibi N, Perez-Rodriguez FJ, Fuentes C, Guix S, Pinto RM, Bosch A. (2019). Glass Wool Concentration Optimization for the Detection of Enveloped and Non-enveloped Waterborne Viruses. Food Environ Virol 11:184-192.

Carcereny A, Martínez-Velázquez A, Bosch A, Allende A, Truchado P, Cascales J, Romalde JL, Lois M, Polo D, Sánchez G, Pérez-Cataluña A, Díaz-Reolid A, Antón A, Gregori J, Garcia-Cehic D, Quer J, Palau M, Ruano CG, Pintó RM, Guix S. (2021). Monitoring Emergence of the SARS-CoV-2 B.1.1.7 Variant through the Spanish National SARS-CoV-2 Wastewater Surveillance System (VATar COVID-19). Environ. Sci. Tech. 55:11756-11766.

Carcereny A, Garcia-Pedemonte D, Martínez-Velázquez A, Quer J, Garcia-Cehic D, Gregori J, Antón A, Andrés C, Pumarola T, Chacón-Villanueva C, Borrego CM, Bosch A, Guix S, Pintó RM. (2022). Dynamics of SARS-CoV-2 Alpha (B.1.1.7) variant spread: The wastewater surveillance approach. Environ Res 208:112720.

Chavarria-Miró G, Anfruns-Estrada E, Martínez-Velázquez A, Vázquez-Portero M, Guix S, Paraira M, Galofré B, Sánchez G, Pintó RM, Bosch A. (2021). Time Evolution of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in Wastewater during the First Pandemic Wave of COVID-19 in the Metropolitan Area of Barcelona, Spain. Appl. Environ. Microbiol. 87:e02750-02720.

Guix S, Fuentes C, Pinto RM, Blanco A, Sabria A, Anfruns-Estrada E, Garrido VR, Alonso M, Bartolome R, Cornejo T, Pumarola T, Bosch A. (2020). Infectivity of Norovirus GI and GII from Bottled Mineral Water during a Waterborne Outbreak, Spain. Emerg Infect Dis 26:134-137.

Moreno T, Pintó RM, Bosch A, Moreno N, Alastuey A, Minguillón MC, Anfruns-Estrada E, Guix S, Fuentes C, Buonanno G, Stabile L, Morawska L, Querol X. (2021). Tracing surface and airborne SARS-CoV-2 RNA inside public buses and subway trains. Environ. Intl.147:106326.

Serra-Compte A, Gonzalez S, Arnaldos M, Berlendis S, Courtois S, Loret JF, Schlosser O, Yanez AM, Soria-Soria E, Fittipaldi M, Saucedo G, Pinar-Mendez A, Paraira M, Galofre B, Lema JM, Balboa S, Mauricio-Iglesias M, Bosch A, Pinto RM, Bertrand I, Gantzer C, Montero C, Litrico X. (2021). Elimination of SARS-CoV-2 along wastewater and sludge treatment processes. Wat. Res 202:117435.

VISAFELab: Laboratorio de Virología Ambiental y Seguridad Alimentaria

ALBA PÉREZ CATALUÑA Y GLORIA SÁNCHEZ

Departamento de Tecnologías de Conservación y Seguridad Alimentaria, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC), C/ Agustín Escardino 7, 4980, Paterna (Valencia).

alba.perez@iata.csic.es | gloriasanchez@iata.csic.es

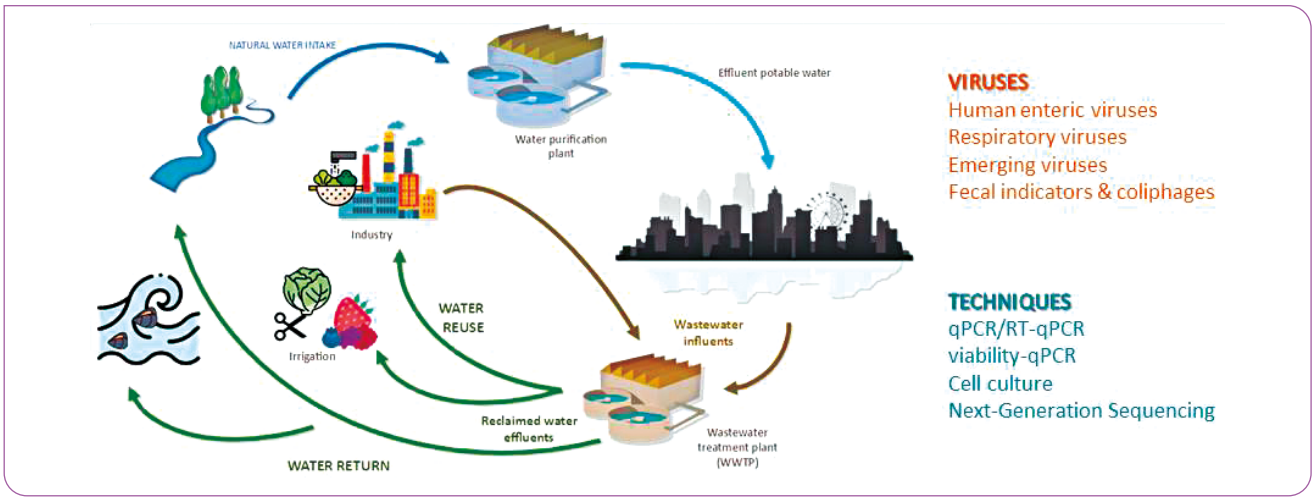
https://visafelab.iata.csic.es/

@VISAFELab

Miembros del Grupo VISAFELab. *De pie, de izquierda a derecha: Gloria Sánchez, Irene Falcó, Agustín Garrido, Inés Girón-Guzmán, Arianna Pérez, Enric Cuevas-Ferrando, Walter Randazzo, Rosa Aznar y Pablo Puchades. Fila inferior, de izquierda a derecha: Azahara Díaz-Reolid, Alba Pérez-Cataluña y Andrea López de Mota.*

Las investigaciones del grupo de Virología Ambiental y Seguridad Alimentaria del Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC) se centran principalmente en el estudio de virus que se excretan en heces, con el fin de 1) Mejorar la seguridad de los alimentos mediante el desarrollo de métodos moleculares y la evaluación de la eficacia de los procesos de conservación e higienización frente a virus de transmisión alimentaria, 2) Desarrollar estrategias diagnósticas basadas en técnicas moleculares para el control de virus en muestras ambientales, con un gran impacto en la seguridad alimentaria y salud de los consumidores, 3) Monitorizar la contaminación viral en aguas residuales como herramienta epidemiológica complementaria a las diferentes estrategias de prevención llevadas a cabo por Salud Pública y 4) Evaluar tecnologías barrera, así como su aplicación conjunta para garantizar la seguridad y calidad alimentaria.

Desde el inicio de la actual pandemia el grupo ha desarrollado procedimientos de análisis molecular para alertar de la circulación del SARS-CoV-2 contribuyendo activamente en la implementación nacional y global de la epidemiología basada en aguas residuales (WBE) para monitorizar la propagación de la COVID-19. En estos trabajos aprovechamos el conocimiento previo en la monitorización de virus entéricos humanos en aguas residuales, para validar un método para la detección y cuantificación de SARS-CoV-2 que se ha implementado a nivel nacional como procedimiento operativo estándar dentro de la red española de "Vigilancia microbiológica en aguas residuales (VATar COVID-19)" coordinada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el reto demográfico y el Ministerio de Sanidad y en colaboración con el CEBAS-CSIC y las Universidades de Santiago y Barcelona. A raíz de estos trabajos se han establecido convenios con entidades públicas y privadas para la formación del



Visión general de las líneas principales de investigación del grupo VISAFELab.

personal de laboratorio e implantación de las metodologías, así como para realizar el análisis de aguas de diversas plantas depuradoras (EDARs).

La aparición de enfermedades zoonóticas nuevas y altamente infecciosas causadas por patógenos como el SARS-CoV-2, plantea cuestiones que deben abordarse para orientar las políticas de salud pública, como es elucidar el riesgo de transmisión de estos patógenos por exposición a aguas y alimentos contaminados a través de las aguas residuales. En el contexto del proyecto coordinado IMAGE del plan Nacional (2021-2024), con participación de la Universidad Autónoma de Barcelona y el IDAEA-CSIC, estamos evaluando la presencia y persistencia de virus emergentes, bacterias resistentes a antibióticos y genes de resistencia a antibióticos desde la entrada a plantas depuradoras, a través de efluentes, lodos, aguas ambientales del Delta del Ebro y la Albufera, así como en moluscos bivalvos.

En esta línea, en el marco del proyecto LAGOON del programa de grupos excelentes Prometeo de la GVA se está evaluando la incidencia, tipo, destino y comportamiento de virus emergentes e indicadores virales (como fagos) en aguas de riego, aguas de consumo, lodos y distintos alimentos en la Comunidad Valenciana. En el marco de estos proyectos también se evaluarán nuevas aproximaciones moleculares y de cultivo de colífagos, como una alternativa a los indicadores bacterianos para el control de la calidad del agua.

Finalmente, en los últimos años, el grupo ha trabajado activamente en el uso de las técnicas de secuenciación masiva para la caracterización del viroma en aguas de entrada y salida de plantas depuradoras y potabilizadoras así como en la caracterización de variantes del SARS-CoV-2 en aguas residuales.

Perspectivas futuras

El objetivo global a largo plazo es generar conocimiento que contribuya a mejorar la seguridad de alimentos, gracias al uso de técnicas moleculares para la detección y caracterización de virus patógenos a lo largo de la cadena alimentaria y el ciclo del agua, y evaluar la eficacia de las nuevas tecnologías en la eliminación, desinfección y/o inactivación de virus en aguas, superficies de contacto alimentario y alimentos.

Publicaciones recientes seleccionadas

Cuevas-Ferrando, E., Randazzo, W., Pérez-Cataluña, A., Sánchez, G. (2019). HEV Occurrence in Waste and Drinking Water Treatment Plants. Front. Microbiol. 10:2937.

Cuevas-Ferrando, E., Martínez-Murcia, A., Pérez-Cataluña, A., Sánchez, G., Randazzo, W. (2020). Assessment of ISO method 15216 to quantify Hepatitis E virus in bottled water. Microorganisms 8:730.

Cuevas-Ferrando, E., Pérez-Cataluña, A., Allende, A., Guix, S., Randazzo, W., Sánchez, G. (2021). Recovering coronavirus from large volumes of water. Sci. Total Environ. 762: 143101.

Cuevas-Ferrando, E., Randazzo, W., Pérez-Cataluña, A., Falcó, I., Navarro, D., Martin-Latil, S., Díaz-Reolid, A., Girón-Guzmán, I., Allende, A., Sánchez, G. (2021). Platinum chloride-based viability RT-qPCR for SARS-CoV-2 detection in complex samples. Sci. Rep. 11:18120.

Pérez-Cataluña, A., Cuevas-Ferrando, E., Randazzo, W., Falcó, I., Allende, A., Sánchez, G. (2021). Comparing analytical methods to detect SARS-CoV-2 in wastewater. Sci. Total Environ. 758:143870.

Pérez-Cataluña, A., Chiner-Oms, Á., Cuevas-Ferrando, E., Díaz-Reolid, A., Falcó, I., Randazzo, W., Girón-Guzmán, I., Allende, A., Bracho, M.A., Comas, I., Sánchez, G. (2022). Spatial and temporal analysis of SARS-CoV-2 diversity circulating in wastewater. Water Res.;211: 118007.

Pérez-Cataluña, A., Cuevas-Ferrando, E., Randazzo, W., Sánchez, G. (2021). Bias of library preparation for virome characterization in untreated and treated wastewaters. Sci. Total Environ. 767:144589.

Randazzo, W., Truchado, P., Cuevas-Ferrando, E., Simón, P., Allende, A., Sánchez, G. (2020). SARS-CoV-2 RNA in wastewater anticipated COVID-19 occurrence in a low prevalence area. Water Res. 181:115942.

Desvelando el papel biogeoquímico de los procariotas acuáticos: El grupo de Ecología Microbiana y Biogeoquímica de la Universitat de València

ANTONIO CAMACHO, CARLOS ROCHERA, ANTONIO PICAZO, JAVIER MIRALLES-LORENZO, DANIEL MORANT, MARÍA BELENGUER-MANZANEDO Y PEDRO J. CABELLO-YEVES

Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva. Universitat de València. E-46980- Paterna (España).

antonio.camacho@uv.es

Componentes actuales del grupo de Ecología Microbiana y Biogeoquímica de la Universitat de València. *De izquierda a derecha: Pedro Cabello-Yeves, Antonio Picazo, Xavi Miralles, Maria Belenguer, Dani Morant, Toni Camacho y Carlos Rochera.*

El grupo de Ecología Microbiana y Biogeoquímica del Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universitat de València, está dirigido por el Prof. Antonio Camacho, catedrático del Departamento de Microbiología y Ecología de dicha universidad, y se integra en el Grupo de Investigación de Limnología (GIUV-135, *https://www.uv.es/uvweb/servicio-investigacion/es/grupos-investigacion/grupo-1285949714098.html?p2=GIUV2013-135*), también dirigido por el mismo investigador. Las investigaciones del grupo de Ecología Microbiana y Biogeoquímica se centran en el estudio de los factores que estructuran las comunidades de procariotas que habitan en los ecosistemas acuáticos, principalmente epicontinentales, y en el papel de estas comunidades en los ciclos biogeoquímicos, especialmente en el ciclo del carbono.

Nuestro principal ámbito de estudio son los lagos y humedales mediterráneos, que incluyen una gran variedad de tipologías, desde marjales costeras a lagunas hipersalinas de interior, pasando por lagunas interiores de baja mineralización, estuarios, lagunas volcánicas o lagos meromícticos, así como embalses. También trabajamos en ambientes polares, especialmente en la Antártida. En estos ambientes estudiamos los procariotas y los virus del agua y el sedimento, y los factores que afectan tanto a la estructuración de las comunidades microbianas como a sus metabolismos, por ejemplo los gradientes naturales de salinidad o los diferentes grados de alteraciones antrópicas que sufren los lagos y humeda-

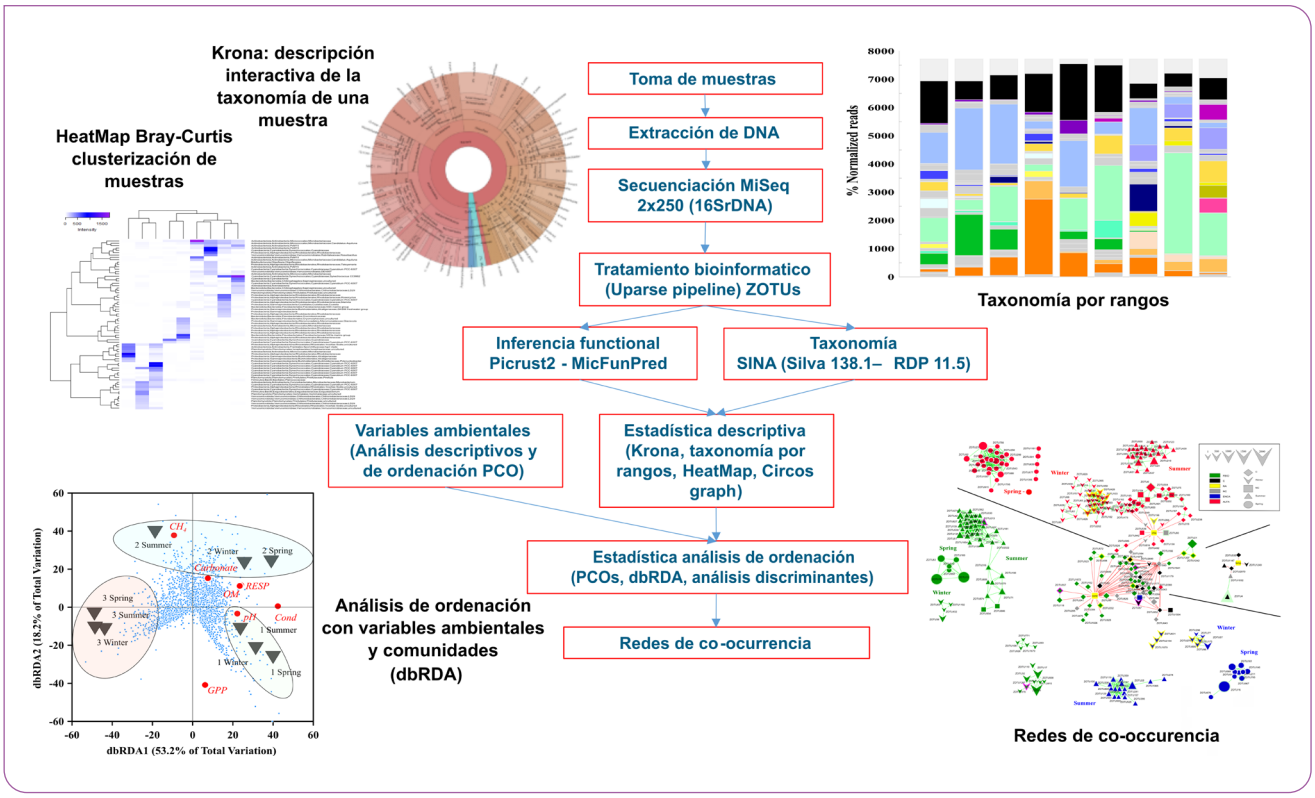


Figura: *Ejemplo de diagrama de trabajo para el estudio por metabarcoding de la comunidad de procariotas de una muestra.*

les. Para ello, utilizamos una serie de procedimientos clásicos de ecología microbiana, como la medida de tasas metabólicas *in situ,* y métodos punteros de metabarcoding, metagenómica y transcriptómica aplicados con un enfoque holístico de la estructura y función de las comunidades de procariotas en el medio acuático.

El estudio detallado de las variables ambientales es determinante para entender tanto los patrones poblacionales de los microorganismos como su funcionamiento. Por ejemplo, en los lagos estratificados, los fuertes gradientes químicos se ligan a la estructuración vertical diferencial de las poblaciones de microorganismos acuáticos, con una zona superficial rica en bacterioplancton donde predominan los metabolismos aerobios y la fotosíntesis oxigénica, y una zona profunda carente de oxígeno donde se dan metabolismos relictos que antiguamente eran más generalizados en la biosfera, como la fotosíntesis anoxigénica e incluso fotoferrotrofía, consistente en la fijación de carbono usando luz solar y con hierro como dador de electrones.

Por otra parte, en la última década nuestro grupo se ha interesado por el papel que tienen los humedales mediterráneos en general y sus comunidades de procariotas en particular, en el ciclo del carbono en sus diversas escalas (local, regional, global) y en los intercambios de gases de efecto invernadero (GEI). Los humedales, a pesar de que generalmente tienen un tamaño modesto, tienen un papel muy importante en los ciclos biogeoquímicos debido en buena parte a la gran actividad metabólica de los microorganismos que los habitan. Actualmente nuestro grupo de investigación está centrado en desvelar los factores determinantes de la estructura y la función de las comunidades de procariotas que habitan estos sistemas, mediante medidas *in situ* de los metabolismos que intervienen en los flujos de carbono, especialmente la fotosíntesis, la respiración aerobia y la metanogénesis. Además, la comparación de los resultados con los obtenidos por análisis moleculares, mediante metabarcoding, metagenómica y metatranscriptómica, arrojan información sobre qué procariotas habitan en el agua y el sedimento de estos ecosistemas y qué funciones metabólicas pueden desempeñar, lo que, junto a la información sobre las variables ambientales, nos aporta una comprensión profunda de la estructura y funcionamiento de las comunidades de procariotas en medios acuáticos y sobre cuáles son los factores que influyen en su estructura y su capacidad metabólica. Así, hemos podido determinar, por ejemplo, hasta qué punto el grado de alteración de un humedal determina profundamente su balance global de carbono, favoreciéndose en los humedales alterados los metabolismos que liberan carbono, incluso en forma de metano, un potente GEI, en tanto que cuando un humedal está inalterado o restaurado se favorecen los metabolismos microbianos que fijan carbono, y así estos contribuyen a la mitigación del cambio climático. Otras líneas de investigación de nuestro grupo se encaminan a aspectos más aplicados de salud ambiental e incluso humana, como es la biorremediación o el estudio de la componente microbiológica de los procesos de depuración del agua y la eliminación de patógenos bacterianos y víricos.

Por último, y dado el importante papel que ejercen los humedales en el ciclo del carbono, nuestro grupo trabaja actualmente en una serie de proyectos, con financiación nacional, como Climawet-Cons (Plan Nacional de I+D+I), o europea, como los proyectos Wetlands4Climate (Life) y Res-

tore4C (Horizon Europe), donde se buscan los conocimientos biogeoquímicos para gestionar los humedales con una perspectiva climática, favoreciendo los metabolismos microbianos que fijan carbono y controlando los que lo liberan, para conseguir que los humedales sean aliados para mitigar el cambio climático.

Bibliografia

Camacho A, Walter XA, Picazo A y Zopfi J. (2017). Photoferrotrophy: remains of an ancient photosynthesis in modern environments. Front Microbiol 8. *https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00323*

Kleinteich J, Hildebrand F, Bahram M, Voigt A, Wood SA, Jungblut A, Kuepper F, Quesada A, Camacho A, Pearce DA, Convey P, Vincent WF, Zarfl C, Bork P y Dietrich, D. (2017). Pole-to-pole connections: Similarities between Arctic and Antarctic microbiomes and their vulnerability to environmental change. Front. Ecol. Evolut. 5: 137.

Rizzo C, Rappazzo AC, Michaud L, De Domenico E, Rochera C, Camacho A y Lo Giudice A. (2017). Efficiency in hydrocarbon degradation and biosurfactant production by *Joostella* sp. A8 when grown in pure culture and consortia. J. Environ. Sci. 67: 115-126. *https://doi.org/10.1016/j.jes.2017.08.007*

Cabello-Yeves PJ, Picazo A, Camacho A, Callieri C, Rosselli R, Roda-García JJ, Coutinho FH, y Rodriguez-Valera F. (2018). Ecological and genomic features of two widespread freshwater picocyanobacteria. Environmental Microbiology 20: 3757-3771. *https://doi.org/10.1111/1462-2920.14377*

Picazo A, Rochera C, Villaescusa JA, Miralles-Lorenzo J, Velázquez D, Quesada A y Camacho A. (2019). Bacterioplankton community composition along environmental gradients in lakes from Byers Peninsula (Maritime Antarctica) as determined by Next-Generation Sequencing. Front Microbiol 10:908. *https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00908*

Morant D, Picazo A, Rochera C, Santamans AC, Miralles-Lorenzo J y Camacho A. (2020). Influence of the conservation status on carbon balances of semiarid coastal Mediterranean wetlands. Inland Waters 10:453-467. *https://doi.org/10.1080/20442041.2020.1772033*

Picazo A, Villaescusa JA, Rochera C, Miralles-Lorenzo J, Quesada A y Camacho A (2021). Functional metabolic diversity of bacterioplankton in maritime Antarctic lakes. Microorganisms 9:2077. *https://doi.org/10.3390/microorganisms9102077*

Hahn MW, Pitt A, Schmidt J y Camacho A. (2022). Fourteen new *Polynucleobacter* species: *P. brandtiae* sp. nov., *P. kasalickyi* sp. nov., *P. antarcticus* sp. nov., *P. arcticus* sp. nov., *P. tropicus* sp. nov., *P. bastaniensis* sp. nov., *P. corsicus* sp. nov., *P. finlandensis* sp. nov., *P. ibericus* sp. nov., *P. hallstattensis* sp. nov., *P. alcilacus* sp. nov., *P. nymphae* sp. nov., *P. paludilacus* sp. nov. and *P. parvulilacunae* sp. nov.. Int. J. Syst. Evol. Microbiol.. 72(6): 005408. *https://doi.org/10.1099/ijsem.0.005408*

Cabello-Yeves PJ, Callieri C, Picazo A, Schallenberg L, Huber P, Roda-Garcia JJ, Bartosiewicz M, Belykh OI, Tikhonova IV, Torcello-Requena A, De Prado PM, Puxty RJ, Millard A, Camacho A, Rodriguez-Valera F y D. J. Scanlan. (2022). Elucidating the picocyanobacteria salinity divide through ecogenomics of new freshwater isolates. BMC Biology. 20:175. *https://doi.org/10.1186/s12915-022-01379-z*

Camacho A, Rochera C y Picazo A (2022) Effect of experimentally increased nutrient availability on the structure, metabolic activities, and potential microbial functions of a maritime Antarctic microbial mat. Front. Microbiol. 13:900158. *https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.900158*

Coliloquio

—Víctor J. Cid—

N.º 74 DICIEMBRE 2022

Libros

MANUEL SÁNCHEZ ANGULO
Dpto. Producción Vegetal y Microbiología. Universidad Miguel Hernández.
m.sanchez@umh.es

Humor vírico

Autor: Miguel Arranz

Editorial: Producciones Descerebradas

152 pp.

ISBN: 978-8412354713

Es muy probable que los primeros libros que se han editado sobre el devenir de la pandemia del coronavirus y su efecto sobre la sociedad, sean los recopilatorios de las caricaturas publicadas en los diferentes periódicos nacionales. Las viñetas de la prensa son editoriales visuales que nos permiten percibir de manera rápida una idea o una situación, absurda a veces, pero que encaja perfectamente con nuestra experiencia cotidiana.

El dibujante Miguel Arranz publica sus dibujos en *La Voz de Almería* desde hace 25 años. En "Humor vírico" se han recogido diversas viñetas publicadas entre el 11 de marzo de 2020 y el 30 de octubre de 2021. A través de sus diversos personajes —los jubilados, las parejas, los niños—, podemos reconocer pautas y situaciones vividas, como por ejemplo, la aparición de los diversos bulos para evitar el contagio, las compras compulsivas de papel higiénico, los conspiranoicos antivacunas o los problemas del confinamiento. Me ha gustado encontrar una serie de viñetas que están dedicadas a "los otros héroes del coronavirus": los autónomos, los padres y madres teletrabajadores, los repartidores a domicilio, las cajeras de los supermercados...

Es una sensación curiosa la que produce leer las viñetas en orden cronológico recordando el sainete pandémico con sus diferentes escenas costumbristas: los juegos en familia durante el confinamiento, los primeros paseos, la llegada del verano y la falta de precauciones que derivó en una nueva ola epidémica, la administración de las vacunas y las esperanzas puestas en ellas, los toques de queda y las restricciones a la movilidad, las fiestas ilegales, las mascarillas y finalmente la vuelta a la "normalidad", en la que continúan los otros problemas que había antes del 2020, como la suciedad de nuestras ciudades o la falta de infraestructuras ferroviarias, y a los que se dejó de lado durante la pandemia, pero que ahora deberían de ser abordados.

Como buen humorista, las viñetas de Miguel Arranz te arrancan una sonrisa, pero luego te hacen reflexionar. El mensaje principal es que no perdamos el optimismo.

In Memoriam: Mis recuerdos con Pepe Casadesús

FRANCISCO GARCÍA DEL PORTILLO

Laboratorio de Patógenos Bacterianos Intracelulares, Centro Nacional de Biotecnología (CNB)-CSIC. Darwin, 3. 28049 Madrid.

fgportillo@cnb.csic.es

Josep Casadesús, Pepe para todos los que le conocíamos, falleció el pasado 2 de agosto del presente año a la edad de 70 años. En esa fecha era Catedrático Emérito del Departamento de Genética de la Universidad de Sevilla. Desde entonces, se han publicado numerosos resúmenes sobre su trayectoria como científico, su trabajo como docente, sus importantes contribuciones y sus innumerables actividades de difusión, colaboración y divulgación de la Microbiología. Un ejemplo fue su labor en el marco del Grupo de Microbiología Molecular de la SEM, del que fue socio fundador. Todas estas notas han coincidido en que una de sus mayores virtudes era su predisposición para ayudar y el sentirse feliz cuando las personas que él apreciaba alcanzaban éxitos. Esa generosidad no es fácil encontrarla dentro de la incomprensible competición que en ocasiones encontramos en la arena científica.

No ha sido tampoco fácil seleccionar para esta nota un contenido que no solapase con lo ya escrito con anterioridad en medios nacionales e internacionales. En particular y con respecto a las publicaciones de nuestra Sociedad, la SEM, evitar solapar con la reciente y entrañable descripción de los logros y recuerdos de Pepe que sus discípulos María Antonia Sánchez y Francisco Ramos, ambos del Departamento de Genética de la Universidad de Sevilla, ilustraron en el número de Septiembre de Noticias SEM. No es mi intención por tanto en estas líneas repetir lo ya escrito sobre Pepe, sino, si me permite, relatar algunos de los momentos que compartí con él y que estimo ilustran y ahondan aún más en su enorme talante.

Mi primer contacto con Pepe fue a mediados de la década de los 90 en una reunión de la SEM, después de regresar de un postdoctoral en la Universidad de la Columbia Británica en Vancouver, Canadá. En ese postdoctoral aprendí técnicas de infección de cultivos de células de mamífero con bacterias patógenas, entre ellas *Salmonella,* lo que le llamaba mucho la atención a Pepe dado que por aquella época no había todavía grupos nacionales que las desarrollaran. Recuerdo a Pepe hablándome en esos inicios sobre una "DNA-metilasa" denominada Dam, para la que había obtenido evidencia en *Salmonella* de un papel importante en regulación de la expresión génica además del ya conocido papel en reparación e inicio de replicación del DNA. La apuesta estaba servida tras nuestra primera conversación: "si regula expresión de muchos genes, seguro que esa modificación en el DNA es necesaria en *Salmonella* para la correcta expresión de funciones de virulencia...". Los ensayos con las cepas que envió Pepe desde Sevilla carentes de la metilasa Dam demostraron que se afectaba la capacidad de *Salmonella* para invadir y proliferar en el interior de células de mamífero además de atenuar virulencia en el modelo animal de ratón. Esta primera colaboración culminó con un artículo en la revista PNAS. Ambos nos percatamos desde ese momento de la perfecta complementariedad entre nuestros laboratorios y decidimos explotarla solicitando proyectos coordinados al Ministerio. La claridad y capacidad de síntesis mostradas por Pepe al exponer tareas en estos proyectos era sobresaliente (Figura 1), como se reflejaba también en todas sus publicaciones. Por entonces, acordamos igualmente el codirigir la tesis doctoral de un estudiante, David Cano, hoy investigador independiente en el Instituto de Biomedicina de Sevilla (IBIS).

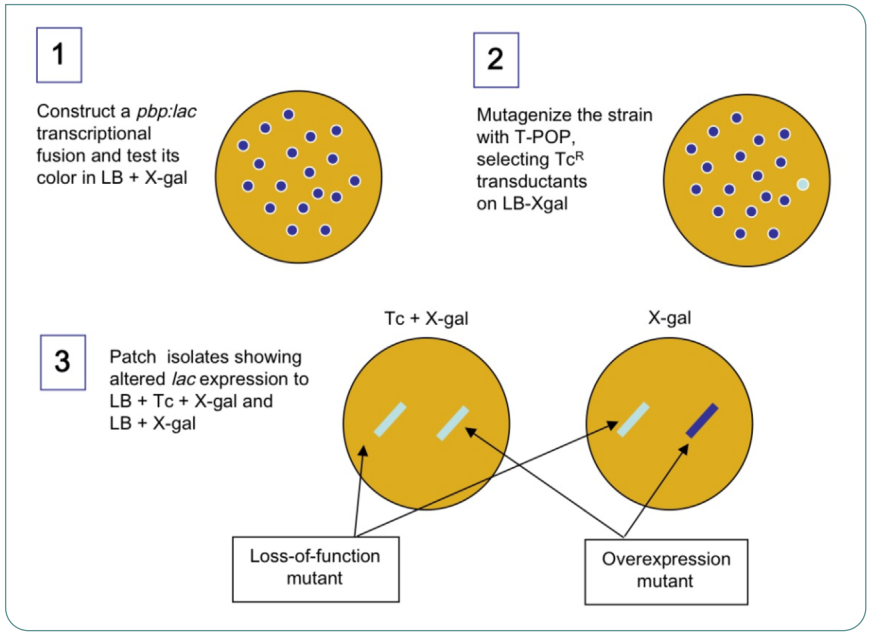


Figura 1. *Procedimiento genético diseñado por Pepe para la identificación en Salmonella de funciones que controlan la expresión de genes "pbp" codificantes de proteínas fijadoras de penicilina utilizando el transposón T-POP. Este transposón T-POP permite la expresión de regiones flanqueantes mediante un promotor inducible por tetracicilina (Tc). Nótese la claridad del esquema para diferenciar mutaciones de pérdida de función de aquellas en genes reguladores (sobreexpresión). El esquema se incluyó en una solicitud de proyecto coordinado al Ministerio.*

El período de codirección de tesis de David fue uno de los más intensos de nuestro trabajo conjunto. En mi laboratorio habíamos caracterizado un fenómeno algo inusual no descrito con anterioridad para *Salmonella*, consistente en el establecimiento de una infección persistente dentro de una célula no fagocítica como el fibroblasto. A pesar de no ser una célula diseñada para ingerir y destruir microorganismos invasores, el fibroblasto frenaba el crecimiento intracelular de *Salmonella*. Un día, tras larga conversación con Pepe, apostamos que el bajo crecimiento de *Salmonella* en el fibroblasto fuera una estrategia de permanencia en ese ambiente intracelular orquestada por el patógeno. Tirando de sus profundos conocimientos de Genética, Pepe propuso enseguida la selección de "mutantes de sobrecimiento" utilizando una banca de mutantes generados por transposición en su laboratorio. Tras varios ciclos consecutivos de infección y recuperación de la bacteria intracelular, aislamos mutantes que crecían en el ambiente intracelular a tasas mayores que la estirpe parental. El mapeo de las mutaciones responsable nos mostró, no sin cierta sorpresa, que muchas de las funciones cuya ausencia causaba sobrecimiento eran reguladores de virulencia ya conocidos. Entre ellos el sistema PhoP-PhoQ, el regulador transcripcional SlyA, el factor sigma SigB y una nueva proteína de membrana interna, a la que denominamos "Intracellular growth attenuator A" (IgaA), y que posteriormente caracterizamos conjuntamente como represor del sistema Rcs implicado en respuesta a daños en la envoltura celular. En esta etapa también identificamos mutantes de *Salmonella* con capacidad aumentada de persistencia en el interior de fibroblastos. Todo ello mostraba que el conocimiento de Genética por parte de Pepe había sido crucial y dado un gran fruto, ahora aplicándose al estudio de la interacción de *Salmonella* con la célula eucariota.

A medida que nuestra relación científica se intensificaba, así ocurría con la personal. En numerosas ocasiones realizábamos viajes conjuntos a congresos (Figura 2). Pepe también visitaba asiduamente el CNB en Madrid y por mi parte me desplazaba a Sevilla, dedicando estas jornadas a repasar el grado de cumplimiento de los objetivos del proyecto coordinado y aprovechar para dar paseos por el parque de María Luisa en Sevilla o el campus de la UAM en Madrid. Continuamos trabajando en muchas nuevas empresas, como el análisis a nivel transcriptómico del estado de persistencia y la elucidación de cambios en la pared celular tras la exposición de *Salmonella* a bilis. Todo ello se plasmó en un total de 16 publicaciones conjuntas. Aunque nuestra última publicación conjunta data de 2015 en la revista PLoS Genetics, en la que Pepe describe la importancia de cambios epigenéticos asociados a metilación Dam en un operón que controla la longitud del antígeno-O del lipopolisacárido, nuestra comunicación fue siempre asidua. En nuestras conversaciones telefónicas Pepe siempre se interesaba por nuestros últimos resultados y también frecuentemente resaltaba nuestra capacidad de aislar material de bacteria intracelular (proteínas, RNA, peptidoglicano) con un alto nivel de pureza, lo que facilitaba el posterior estudio encaminado a descifrar el estado fisiológico de la bacteria persistente. Pepe era feliz viendo el progreso del entorno que apreciaba y esa era sin duda una de sus grandes cualidades. Su constante visión y seguimiento de lo que hacíamos lo demostró en uno de los últimos correos electrónicos que me envió el pasado febrero, en que me felicitaba por un artículo publicado en PLoS Pathogens conjuntamente con el grupo de Felipe Cava, de la Universidad de Umea.

Figura 2. *Estancia compartida con Pepe en un congreso internacional celebrado en Alemania, segunda mitad de la década de los 90. Junto a nosotros, Joaquín Torreblanca, uno de sus numerosos discípulos. Foto cedida amablemente por su mujer, Laura Serrano, con autorización para su publicación.*

Nunca dejaré de agradecer a Pepe el envío de una cepa merodiploide de *Salmonella* con duplicación en la región génica que codifica importantes proteínas implicadas en división celular. Con ella pudimos generar mutantes de *Salmonella* en genes implicados en morfogénesis y considerados "esenciales" en *Escherichia coli*, demostrando así la existencia de un programa morfogenético paralelo que el patógeno usa en el ambiente intracelular. Una vez más, la "Genética clásica" fue crucial para desvelar un fenómeno que no se habría podido identificar mediante otro abordaje. Curiosamente, Pepe había generado esta cepa merodiploide y otras similares para desarrollar un método rápido de mapeo de mutaciones en base al genotipo que se obtenía en las poblaciones segregantes. Este método lo publicó en la revista Genetics, que él tanto admiraba.

Como ya han reflejado sus colegas y amigos en nuestro país y en el extranjero, el conocimiento de Pepe en diversidad de temáticas, incluyendo gastronomía, historia y geografía entre otras, era desbordante, además de ser un asiduo lector de todo tipo de literatura. Mis visitas a Sevilla siempre las hacía diferentes, mostrándome nuevos lugares donde degustar comidas exquisitas en un ambiente distendido y donde ya no sólo hablábamos de ciencia, sino de viajes, exploraciones y empresas futuras. La última vez que vi a Pepe fue en Sevilla inmediatamente anterior a la pandemia COVID, con motivo de mi visita a la exposición "El Viaje más Largo" en el Archivo de Indias, y en la que se conmemoraba los 500 años de la primera vuelta al mundo de Magallanes-Elcano. Pepe me dijo: ¡no puedes perdértela, tienes que venir...! y ese día, después de visitarla, fui a su laboratorio y paseamos luego de nuevo por el Parque de María Luisa. Después vino la pandemia y aquella tarde sería la última en disfrutar en persona de su amistad.

Querido Pepe, los microbiológicos de nuestro país siempre te tendremos como un referente, agradeciéndote habernos transmitido esa pasión por el trabajo bien hecho y la amistad sincera. Descansa en paz.

In Memoriam: César Nombela, expresidente de la SEM

VÍCTOR J. CID, ANTONIO VENTOSA

En representación de su familia científica en la Universidad Complutense de Madrid y de la Junta Directiva SEM, respectivamente.

vicjcid@ucm.es | ventosa@us.es

César Nombela, cortesía de La Razón.

La noche del 13 de octubre nos dejaba el Profesor César Nombela Cano (Carriches 1946-Madrid 2022) tras luchar valientemente en silencio, con la discreción que le caracterizaba, contra una grave enfermedad. Discípulo, amigo de Severo Ochoa, Presidente del Patronato de la Fundación del Nobel, Miembro del Jurado de los Premios Príncipe/Princesa de Asturias, Presidente del CSIC, Rector de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, etc... Su tesón y vocación de servicio a la sociedad le llevaron a asumir a lo largo de su vida múltiples responsabilidades. Pero ante todo se consideraba Microbiólogo y Profesor Universitario. Hombre de fe y con una marcada vocación humanística, amaba la Universidad como templo del conocimiento y era muy querido por todos los que tuvimos el enorme privilegio y el orgullo de ser su "familia científica", como él solía llamarnos. Siempre desde la tolerancia y el respeto, su defensa de la investigación científica y sus contribuciones al campo de la Bioética se plasman en numerosas intervenciones y artículos periodísticos, que siguió publicando hasta su última semana de vida. Sería muy largo glosar los logros que consiguió como gestor en su larga e inspirada carrera. De hecho, privados repentinamente de su memoria privilegiada, nos vemos sin esa valiosísima base de datos viva de anécdotas y lugares comunes que tan útiles serían para elaborar esta modesta nota en su recuerdo. Nos centraremos aquí solamente en las aportaciones que César hizo a la SEM y en su trayectoria científica.

César Nombela y la SEM

César ocupó cargos en la Junta Directiva de la SEM en una etapa vital para su consolidación y desarrollo. Fue Vicepresidente de la SEM desde 1978 a 1982 y Presidente desde 1983 a 1991, contribuyendo a dinamizar nuestra Sociedad en una España recién salida de la transición, apostando fuerte por la investigación en el momento en el que se gestaban políticas científicas que en cierta medida aún perduran. Durante los años que fue Vicepresidente, correspondientes a la Presidencia de Rafael Gómez Lus, se relanzó el "Boletín Informativo", precursor de esta publicación, SEM@foro y se celebraron las primeras reuniones de Microbiología Industrial (1980) y de Micología (1982), semillas y precursoras de lo que devendría en los correspondientes Grupos Especializados. También en esta etapa César presidió el comité organizador del VIII Congreso Nacional de Microbiología, que se celebró en Madrid en 1981. En su etapa como Presidente florecen iniciativas como la renovación en 1985 de la revista científica de la Sociedad, Microbiología Española, que dirigida por el también recientemente fallecido Rubens López como Editor-Coordinador reaparece como Microbiología SEM y abogando por la calidad científica se estrena con un minireview firmado por Margarita Salas. En 1984 se crea el Grupo de Taxonomía Bacteriana, que celebra en Granada su primera reunión científica y, en 1987 el Grupo de Biodeterioro, que celebraría su primer simposio en 1991. Entre las iniciativas que merece la pena destacar de su gestión como Presidente de la SEM está el lanzamiento de los Cursos de Iniciación a la Investigación en Microbiología, el primero de los cuales tuvo lugar en Segovia. Estos cursos, que ahora llevan el nombre de su maestro, el Profesor Julio Rodríguez Villanueva, a quien respetaba profundamente*[1], no solo son la "cantera" de vocaciones de los futuros microbiólogos de la SEM: junto a nuestros Congresos, constituyen a juicio de muchos de nosotros la actividad más destacable que realiza nuestra Sociedad.

El apego de César a la SEM y a la comunidad microbiológica española se plasma de nuevo al ponerse al mando, en 1995, junto con su equipo en la Facultad de Farmacia de los actos conmemorativos del 50 aniversario de la SEM, coincidentes con el XV Congreso Nacional de Microbiología, que también organizó y dirigió con tesón en Madrid. Ambos eventos cosecharon un éxito memorable, lo que supuso una enorme satisfacción para César. Lo que más le satisfacía era el trabajo bien hecho. Veinticinco años después, su visita a la exposición conmemorativa en los actos del 75 aniversario SEM en el Museo Nacional de Ciencias Naturales el pasado año resultó muy emotiva y su conversación muy ilustrativa sobre su peso en la historia reciente de la SEM.

Otro de los logros memorables de César fue dar protagonismo y visibilidad a la SEM en el panorama de la Microbiología europea. En 1989 actúa como anfitrión de una Reunión del *Steering Committee* de la Federación de Sociedades Europeas de Microbiología (FEMS). Dos años más tarde,

[1] Es el momento de releer el excelente artículo que César firmó tras el fallecimiento de D. Julio (SEM@foro64 | DICIEMBRE 2017)

en 1991, César se convertiría en Vicepresidente de FEMS y, desde 1995, tuvo el honor de seguir los ilustres pasos de André Lwoff asumiendo la Presidencia de la Federación, lo que compatibilizó con la Presidencia del CSIC. Desde FEMS, donde nos consta guardan un grato recuerdo de su presidencia, impulsó diversas iniciativas, aunque no todas vieron la luz durante su mandato. La European Academy of Microbiology (EAM), que surgiría años más tarde, se gestó desde la propia Federación, y César acabaría siendo académico de esta institución. También con el tiempo la FEMS organizaría sus propios congresos europeos. César asumiría personalmente el reto de organizar en Madrid con enorme éxito el 2º Congreso de la FEMS en el año 2006, una cita que superó con creces en calidad y asistencia la del primer congreso de la Federación.

César Nombela junto con el Presidente de la SEM, Antonio Ventosa, y el Director del MNCN-CSIC, Rafael Zardoya, visitando la exposición conmemorativa de los 75 años de la SEM en diciembre de2021.

El Profesor Nombela y la investigación en microbiología

La apuesta por la investigación de César se hizo patente durante sus años de Presidencia del CSIC, pero si de algo estaba especialmente orgulloso César era de los Grupos de Investigación en su Departamento en la Facultad de Farmacia, que aún persisten. Surgieron de su trabajo, iniciativa y empeño, pero sobre todo de la confianza y apoyo que ofreció siempre de manera incondicional y con devoción a su familia científica. En contraste con su humildad y modestia, casi timidez, en el plano personal, en el aspecto científico era muy ambicioso y tremendamente riguroso. Interesado en la biotecnología, y siempre con una apuesta por la ciencia de frontera, comenzó su carrera investigadora con líneas heredadas de su doctorado con D. Julio Rodríguez Villanueva en la escuela de Salamanca: diversos aspectos de la pared celular fúngica, tanto en *Saccharomyces cerevisiae* como en otros modelos fúngicos. Sus primeros trabajos con su grupo en Madrid, obtenida la Cátedra y la Dirección del Departamento de Microbiología en 1981, que asumiría con decicación durante más de dos décadas, se centran en las beta-1,3-glucanasas, desde un punto de vista tanto bioquímico como genético. Las "autolisinas" fueron su inspiración durante estos años de despegue, lo que le llevó a trabajar con mutantes autolíticos de levadura. El estudio de uno de estos mutantes, el denominado *lyt2*, gestó lo que César consideraría el gran logro científico de su equipo y la semilla de la mayoría de las líneas de investigación aún vigentes: la clonación y caracterización de la MAP quinasa Slt2, elemento final de la denominada "ruta de integridad de la pared celular de la levadura". De hecho, el concepto "*cell integrity*" referido a la célula fúngica y al modelo concreto de *S. cerevisiae* fue acuñado por César y su equipo, que entonces incluía al creativo Miguel Sánchez, defendido con uñas y dientes en la comunidad científica y finalmente consolidado para referirse a la señalización celular mediada por esta ruta. El resto es historia y ejemplo de cómo con gran esfuerzo puede hacerse ciencia competitiva desde la universidad española, aunque los vientos no siempre soplen a favor para ello: su discípula María Molina ha seguido al mando de un equipo que ha trabajado en la ruta de integridad celular de *S. cerevisiae* durante 30 años; la incorporación del Dr. Jesús Pla trasladó la investigación en señalización celular a la levadura patógena *Candida albicans*; la creación por parte de César de la Unidad de Secuenciación Automatizada, semilla del posterior Centro de Genómica de la UCM, dirigido desde su creación por el Dr. Javier Arroyo, fue un apoyo esencial para que éste liderase un equipo de investigación centrado en la transcriptómica, entre otros aspectos de la integridad celular en levadura; y, por último, la Dra. Concha Gil y su equipo abanderaron los estudios proteómicos, sobre todo en *C. albicans*, tras la creación de la Unidad de Proteómica de la UCM. Los logros de estos grupos en décadas son innumerables y en cada uno de ellos está la inspiración, el amparo y el apoyo constante de César, dispuesto siempre a salirse un rato de sus despachos oficiales, sus puestos de responsabilidad o sus escaños en las Reales Academias para comentar los últimos resultados experimentales en el laboratorio.

De alguna manera César nos deja prematuramente huérfanos. Siempre estaba ahí para aconsejarnos en las decisiones cruciales y en lo cotidiano. Cuando alguien querido se va de nuestras vidas queda un vacío. Cuando alguien tan grande como César se va, ese vacío es enorme.

Solanimycin: Biosynthesis and Distribution of a New Antifungal Antibiotic Regulated by Two Quorum-Sensing Systems

MIGUEL A. MATILLA[A,B], RITA E. MONSON[A], ANNABEL MURPHY[C], MURIEL SCHICKETANZ[A], ALISON RAWLINSON[A], CAIA DUNCAN[A], JUAN MATA[A], FINIAN J. LEEPER[C], GEORGE P. C. SALMOND[A]

[a]Department of Biochemistry, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom.
[b]Department of Environmental Protection, Estación Experimental del Zaidín, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Granada, Spain.
[c]Yusuf Hamied Department of Chemistry, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom.

miguel.matilla@eez.csic.es

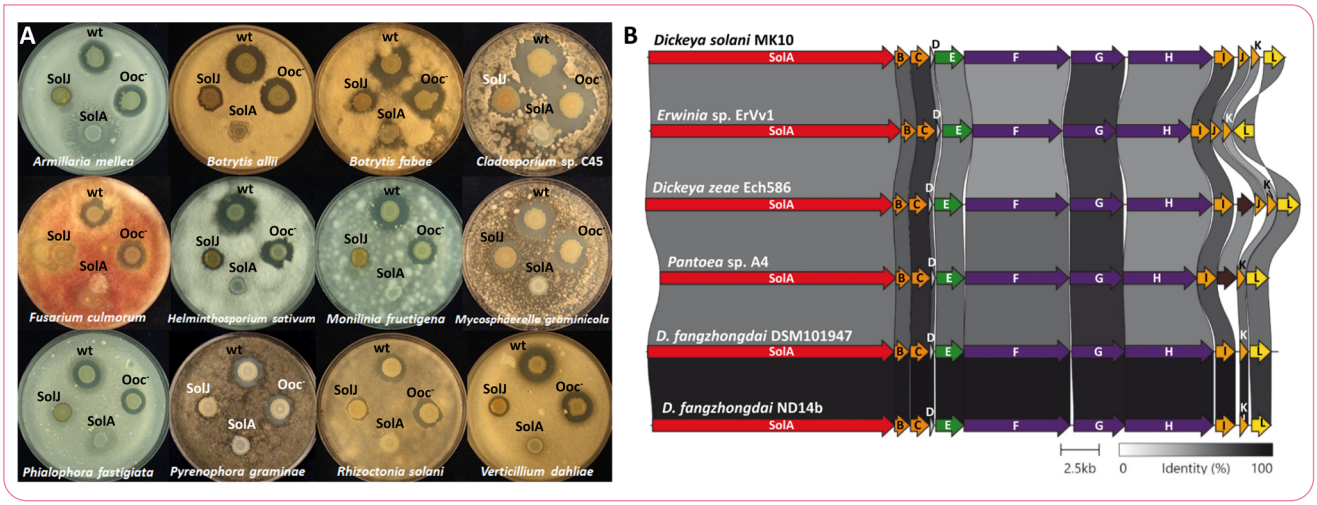


Figura 1. ***Actividades biológicas de "solanimycin" y distribución de su conjunto biosintético.*** *A, Propiedades antifúngicas de la cepa silvestre de* Dickeya solani *MK10 (wt) y de mutantes deficientes en la producción de "oocydin A" (Ooc) y "oocydinA/solanimycin" (SolA y SolJ). B, Organización del conjunto génico "solanimycin". Se muestra la homología entre los correspondientes conjuntos génicos "solanimycin" de distintas enterobacterias asociadas a plantas.*

El aumento preocupante en la aparición de resistencias a antibióticos acentúa la necesidad de aislar y desarrollar nuevos compuestos antimicrobianos que presenten nuevos mecanismos de acción. Los hongos fitopatógenos son responsables de provocar enormes pérdidas en las cosechas a nivel global; un aspecto que dificulta la mejora del rendimiento en la producción agrícola necesaria para satisfacer las necesidades alimenticias de la creciente población mundial. En este sentido, el número de compuestos antifúngicos desarrollados en las últimas décadas es muy reducido y, por tanto, se necesitan urgentemente nuevos antimicrobianos para tratar las enfermedades fúngicas.

Durante la caracterización de las propiedades antibióticas de la bacteria *Dickeya solani*, uno de los 10 fitopatógenos bacterianos de mayor relevancia a escala mundial, se observó que la mutación de los genes responsables de la biosíntesis del compuesto antifúngico y anti-oomicetos "oocydin A" se manifestó en una incapacidad inhibir el crecimiento de oomicetos fitopatógenos por la bacteria. Sin embargo, las cepas de *D. solani* deficientes en la producción de "oocydin A" conservaban una elevada actividad antifúngica – indicativo de que estaban produciendo un segundo compuesto antifúngico. La combinación de aproximaciones basadas en microbiología molecular, genómica y química analítica, permitieron identificar un conjunto biosintético (BGC) de aproximadamente 40 kb y de tipo híbrido policétido/péptido de síntesis no ribosomal como el responsable de la producción del metabolito antifúngico. A este compuesto se le denominó "solanimycin".

Análisis genómicos comparativos determinaron que el BGC "solanimycin" está ampliamente distribuido dentro del género *Dickeya*, pero también está presente en otras bacterias de géneros como *Pantoea, Erwinia* o *Rouxiella*; lo que sugiere su movilización por transferencia horizontal de genes. El análisis de la organización génica de los BGCs "solanimycin" existentes en las distintas bacterias permitió identificar una distinta composición de genes que codifican enzimas accesorias —sugiriendo la producción de distintas variantes químicas de "solanimycins" entre cepas.

El antifúngico "solanimycin" se demostró activo frente a un amplio espectro de hongos fitopatógenos de relevancia agronómica como *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Verticillium dahliae*, entre otros. Por otra parte, también exhibió actividad frente a *Candida albicans*; un patógeno fúngico oportunista de relevancia en humanos. En cambio, el compuesto no presentó acción biológica frente a bacterias Gram-positivas o Gram-negativas, ni toxicidad en modelos animales como *Caenorhabditis elegans,* sugiriendo que "solanimycin" presenta especificidad de acción.

Se generaron mutantes por deleción en la totalidad de los genes del BGC "solanimycin" en *D. solani*, lo que permitió proponer un modelo de biosíntesis del compuesto antifúngico. Asimismo, se investigó la regulación de su producción, demostrándose que la síntesis de "solanimycin" está regulada a nivel transcripcional por dos sistemas de "quorum sensing" y a nivel post-transcripcional por el regulador RsmA. La expresión del BGC se indujo en condiciones que *D. solani* encuentra en su entorno natural durante la infección de plantas, sugiriendo que la producción de "solanimycin" podría ser un mecanismo empleado por *D. solani* para mejorar su capacidad colonizadora de tejidos y órganos vegetales en presencia de competidores fúngicos.

La mayor parte de los antibióticos que actualmente se usan en clínica y en agricultura tienen su origen en actinomicetos aislados de suelos. Sin embargo, este trabajo destaca el papel de las bacterias asociadas a plantas como fuente para el aislamiento de nuevos compuestos antimicrobianos.

Este estudio, liderado por el Dr. Miguel A. Matilla y el Prof. George Salmond, ha sido fruto de una colaboración internacional entre investigadores de la Estación Experimental del Zaidín (CSIC, Granada) y los Departamentos de Química y Bioquímica de la Universidad de Cambridge (Reino Unido). El trabajo ha tenido una alta repercusión mediática, con entrevistas y publicaciones de notas de prensa en prestigiosos medios nacionales e internacionales (ej. BBC, Sociedad Americana de Microbiología, El País, Radio Nacional de España, Canal Sur, etc.).

Matilla, M.A.*, Monson, R.E., Murphy, A., Schicketanz, M., Rawlinson, A., Duncan, C., Mata, J., Leeper, F.J., Salmond, G.P.C*. 2022. Solanimycin: Biosynthesis and Distribution of a New Antifungal Antibiotic Regulated by Two Quorum-Sensing Systems. *mBio.* En prensa. https://doi.org/10.1128/mbio.02472-22. Corresponding authors.

Nuevos socios de la SEM

Nuevas altas
Desde 27/04/2022 al 25/10/2022

- Andújar Tenorio, Natalia
- Areitio Beramendi, Maialen
- Berzosa, Alejandro
- Blanco Pagador, Natalia
- Bonilla Luque, Olga María
- Borrero de Acuña, José Manuel
- Bosio, Delfina
- Cabrera Fisac, Alba
- Calvo Fernández, Cristina
- Campos-Herrera, Raquel
- Carmona Salido, Héctor
- Castelo Careaga, Janire
- Cendón Sánchez, Saioa
- Chacón Navarrete, Helena
- Colman Vega, Pamela Jael
- Correia Peres Costa, Jean Carlos
- Cortés Prieto, María Isabel
- Delso Muniesa, Carlota
- Díaz Martínez, Cristina
- Dolcet Negre, Marta Maria
- Escobar Niño, Almudena
- Fajardo, Carmen
- Falcó Ferrando, Irene
- Fernandez Favieres, Francisco Javier
- García Herranz, María Soledad
- García Valencia, Isabel Salvadora
- Gémez Mata, Juan
- Gómez Bolívar, Jaime
- Gómez Gómez, Clara
- Gómez Molero, Emilia
- Gómez Navajas, Jesús Alberto
- González González, Felipe
- Grossi Andrade, Maria Clara
- Hernando Amado, Sara
- Hurtado Negreiros, Juan Carlos
- Hurtado Preciado, Miguel Ángel
- Iglesias Valenzuela, María Belén
- Izquierdo Martínez, Adrián
- Javadi Marand, Farzaneh
- Jiménez de Juan, David
- Jiménez Guerra, Gemma
- Jiménez Guerrero, Alejandro
- Lazúen López, Guillermo
- Leunda Esnaola, Amaia
- López de la Iglesia, Daniel
- Melguizo Ávila, Clara
- Mena Ordóñez, Laura
- Molina Castro, Yésica
- Morales Cortes, Sara Victoria
- Moreno Rodriguez, María Alejandra
- Ortiz Sandoval, Pilar
- Panera Martínez, Sarah
- Pérez Paz, Alicia
- Pérez Roig, Arnau
- Pulido Vadillo, Mario
- Rabasco Vílchez, Laura
- Rey Casero, Ismael
- Reyes Pérez, Pedro José
- Roca Hernández, Amalia
- Rodríguez López, Javier
- Rodríguez Mesa, Antonio Manuel
- Rodríguez Vázquez de Aldana, Beatriz
- Rogério, Flávia
- Ruiz de la Bastida, Ana
- Ruiz Rodríguez, Alicia
- Sabariegos Jareño, Mª del Rosario
- Sánchez Méndez, Irene
- Sanz Martínez, Jorge
- Sanz Rodríguez, Alejandro
- Serpa Laço, José Maria
- Vázquez Barca, Alba

Tesis

Nitrate as a prebiotic and nitrate-reducing bacteria as probiotics for oral health

Doctorando:

Bob T. Rosier

btrosier@gmail.com

Director de tesis:

Dr. Alex Mira

Centro de realización:

Oral Microbiome Lab, Fundación FISABIO, Valencia.

Centro de presentación:

Universidad Politécnica de Valencia.

Resumen:

Se ha estimado que obtenemos más de las tres cuartas partes del nitrato que ingerimos de la fruta y la verdura. Las glándulas salivales concentran activamente el nitrato de la sangre, lo que da lugar a concentraciones elevadas de nitrato en la saliva (5 a 8 mM) después de una comida. El objetivo de esta tesis es, por tanto, estudiar los cambios microbiológicos inducidos por nitratos e identificar posibles mecanismos de homeostasis generados por este compuesto, con el fin de determinar si el nitrato puede considerarse un prebiótico para la salud bucal. En el capítulo 1, se realizó un estudio para testar el efecto del nitrato 6,5 mM en comunidades orales cultivadas *in vitro.* En el capítulo 2, se obtuvieron 53 aislados de bacterias reductoras de nitrato y se probó el efecto de seis candidatos a probióticos en comunidades orales cultivadas a partir de saliva de diferentes donantes. En el capítulo 3, se estudió el efecto de un extracto de remolacha rico en nitrato sobre la acidificación oral en 24 individuos. Los datos demuestran que el nitrato estimula el crecimiento de los géneros beneficiosos *Rothia* y *Neisseria* mientras que potencialmente disminuye las bacterias asociadas a la caries, la halitosis y la enfermedad periodontal. Además, los datos *in vitro* e *in vivo* indican que el nitrato puede limitar o prevenir caídas de pH cuando los azúcares son fermentados por la microbiota oral. Los principales mecanismos de amortiguación del pH por parte del nitrato son el uso de acido láctico durante la desnitrificación y la producción de amoníaco. El nitrato y las bacterias reductoras de nitrato son, por tanto, componentes prometedores para futuros productos de salud oral para prevenir o tratar enfermedades bucales.

Publicación de reseñas de artículos para la sección "Nuestra Ciencia"

La sección **«Nuestra Ciencia»** publica reseñas de artículos científicos producidos por nuestros socios. La extensión máxima del texto es de 400 palabras y puede incluirse una imagen. Deben incluir la siguiente información: Título de la reseña, Autor, referencia bibliográfica completa del artículo que se reseña. Si el autor lo desea puede proporcionar su email de contacto.

Envía tus reseñas a la secretaría de la SEM (*secretaria.sem@semicrobiologia.org*) o a la directora editorial (Magdalena Martínez Cañamero, correo: *canamero@ujaen.es*)

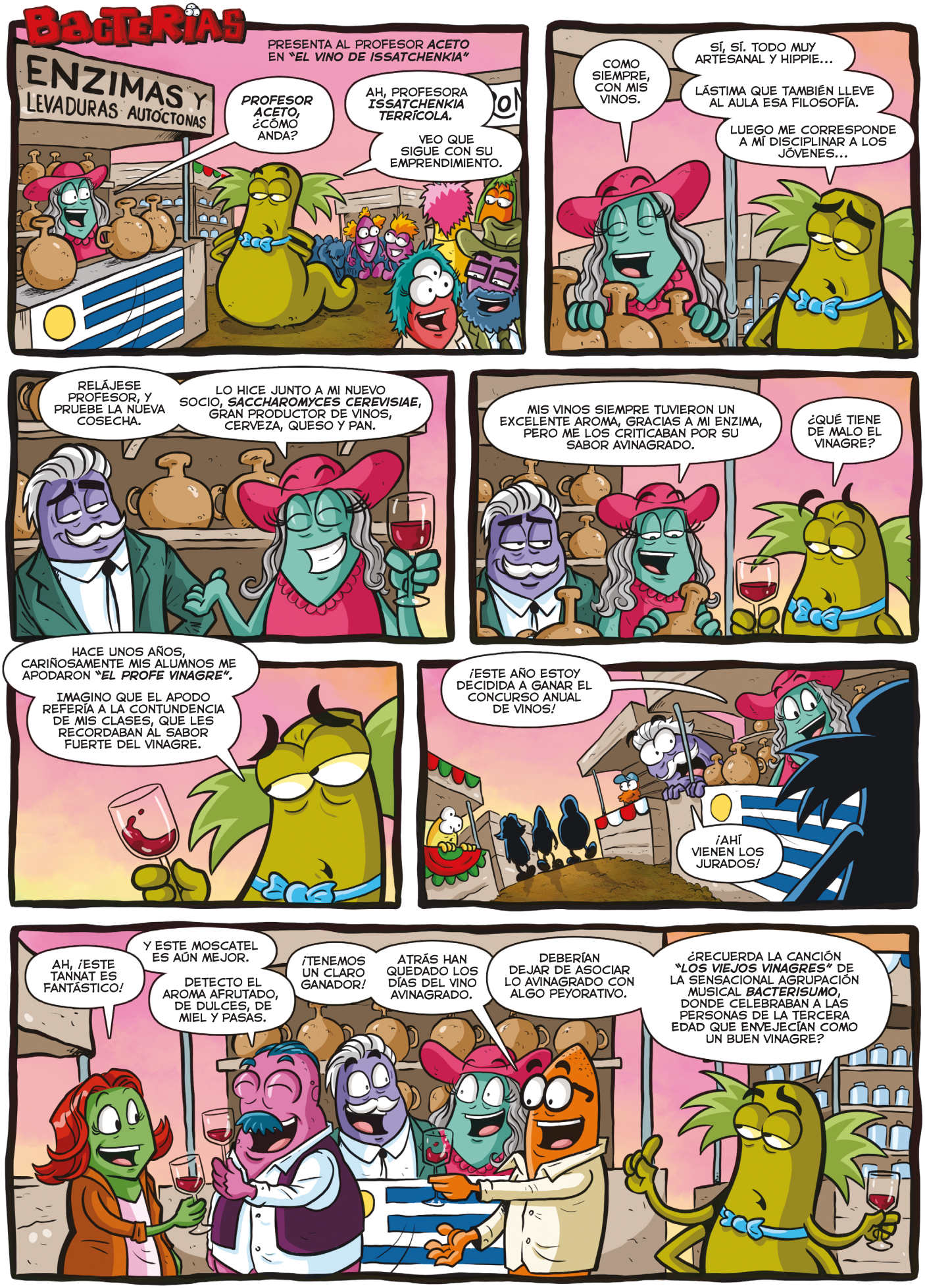
Publicación de resúmenes de Tesis Doctorales

SEM@foro publica resúmenes de Tesis Doctorales realizadas por miembros de la SEM. Deben seguir el siguiente formato: Título, Autor, Director(es), Centro de realización, Centro de presentación (si es distinto) y Resumen (máximo, 250 palabras).

Envía tus reseñas a la secretaría de la SEM (*secretaria.sem@semicrobiologia.org*) o al director editorial (Manuel Sánchez, correo: *m.sanchez@umh.es*)

SEM@foro se reserva el derecho a no publicar la información si el resumen es excesivamente largo o el tema del trabajo no guarda suficiente relación con la Microbiología.

Los resúmenes de tesis dirigidas por miembros de la SEM no serán publicados en esta sección. Se recomienda enviar a la sección **"Nuestra Ciencia"** un resumen de alguno de los artículos producidos por la tesis.



PROYECTO FINANCIADO POR LA *AGENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN* (URUGUAY) FMV_1_2017_1_136574 OBTENCIÓN DE UNA CEPA DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE PRODUCTORA DE UNA B-GLUCOSIDASA DE ISSATCHENKIA TERRICOLA Y EXPLOTACIÓN DEL GENOMA DE ESTA LEVADURA NATIVA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE NUEVAS ENZIMAS CON POTENCIAL APLICACIÓN EN ENOLOGÍA / MATERIAL CIENTÍFICO/TÉCNICO: *PAULA GONZÁLEZ-POMBO, ANA RAMÓN, ALICIA COSTÁBILE, ANDREA VILLARINO, JULIETTE DOURRON, STEFANI DE OVALLE* / ADAPTADO POR: *DANIELA ARREDONDO, VALENTINA CARRASCO, MARÍA JOSÉ GONZÁLEZ, PAOLA SCAVONE* / GUIÓN Y DIBUJOS: *NICOLÁS PERUZZO, ALEJANDRO RODRÍGUEZ-JUELE.* *WWW.COMICBACTERIAS.COM*

X Reunión del Grupo Especializado

Microbiología de plantas

MiP'23

Nerja (Málaga) / 25-27 ENERO 2023

Organizan

Microbiología de Plantas
Sociedad Española de Microbiología

Universidad de Málaga

IHSM La Mayora
Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea

Patrocinan

Excmo. Ayuntamiento de Nerja

Cueva de Nerja

Grontal

dicsa
Distribuciones Industriales y Científicas S.L.
ciencia e innovación

Aguacate & Mango TROPS

XXIX Congreso de la Sociedad Española de Microbiología

"Microorganismos: un Universo en Continua Evolución"

Burgos, 25 al 28 de junio de 2023