

Los microbios que comemos

Alfonso V. Carrascosa Santiago

Dpto. Biodiversidad y Biología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). 28006 Madrid.

Comer alimentos que no nos causen enfermedades es el objetivo de la seguridad alimentaria, la cual tiene un importante componente microbiológico. Todos recordamos la crisis del pepino iniciada en Alemania y de la que se acusó a España, cuando el origen del problema fue precisamente un descuido de los alemanes, porque no mantuvieron adecuadamente las barreras encargadas de contener la amenaza microbiana. Un repaso a los microbios malos y buenos que comemos nos ayudará a aclarar las cosas y a no temer más que lo justo a esos maravillosos seres vivos.

Palabras clave:

seguridad alimentaria, microbios, mohos, enterobacterias, virus

Introducción

Lo primero es lo primero. El término seguridad alimentaria se ve muy afectado por la latitud. Mientras que para los países en vías de desarrollo la seguridad alimentaria es comer lo suficiente para no morir, para nosotros es comer alimentos que no nos causen enfermedades, es decir, exentos de sustancias tóxicas o microbios patógenos. La población sub-nutrida o malnutrida es, según la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), de unos mil millones de personas, o sea uno de cada seis habitantes del Planeta.

En los alimentos puede haber microbios. Esto en principio no tiene por qué ser malo, pues hay alimentos como el yogur que tienen millones de microbios y forman parte de nuestra dieta habitual. Pero ¿qué hacen los microbios en los alimentos? Pues comer, si les damos oportunidad, ya que muchos de ellos comen lo mismo que nosotros. Para evitar la presencia o la proliferación excesiva de los microbios en los alimentos usamos el frío, el calor (fuego), la sal, etc. Pero aún así, en ocasiones, hay microbios vivos que pueden entrar al interior de nuestro organismo al comer alimentos. El aparato digestivo nos protege de ellos mediante diversas barreras. El epitelio que lo recubre es una barrera física, la más efectiva de todas frente a los microbios que comemos. La saliva contiene la lisozima y la lactoperoxidasa, enzimas que matan microbios y que representan barreras químicas. En el estómago está la principal barrera antimicrobiana del tubo digestivo, el ácido clorhídrico, que da muerte a la mayor parte de los mi-

Forma de mencionar este artículo: Carrascosa, A.V., 2015, Los microbios que comemos. AmbioCiencias, 13, 24-33. Revista de divulgación científica editada por la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de León, ISBN: 1998-3021 (edición digital), 2147-8942 (edición impresa). Depósito legal: LE-903-07.

crobios malos de los alimentos. La siguiente barrera química la constituyen las sales biliares, que forman parte de la bilis, secreción del hígado que se almacena en la vesícula biliar y que tiene capacidad antimicrobiana. Finalmente, en el intestino grueso, donde no hay ácido y sí buena temperatura y mucho alimento, se establecen también relaciones de competitividad entre los microbios que, junto con sustancias de origen alimentario, ejercen de barrera que modula su desarrollo. A pesar de ello, la tercera parte de la masa de las heces son microbios.

¿Cuáles son los microbios malos?

Llamamos microbios malos a aquellos que pueden causar daño a quien se los coma. Según el modo en que pueden causarnos daño, los microbios que comemos se pueden agrupar en dos grandes categorías: los que intoxican y los que toxiinfectan. Los primeros producen sustancias químicas denominadas enterotoxinas en el transcurso de su crecimiento y multiplicación, y reciben el nombre de toxinogénicos (productores de enterotoxina). Algunos de ellos no llegan a alterar el alimento pues solo se desarrollan y producen la toxina en el intestino, cuando el alimento ya ha sido ingerido. Otros, sin embargo, sí se desarrollan y producen la toxina en los alimentos. En estos casos comemos directamente la toxina del microbio malo, que no tiene por qué estar vivo para provocar la intoxicación.

Los microbios toxiinfectivos sin embargo se introducen siempre vivos en nuestro organismo normalmente por vía digestiva, producen en él sustancias tóxicas que dañan el epitelio intestinal y favorecen así su desarrollo dentro del consumidor, lo que produce la enfermedad que se llama toxiinfección.

Microbios productores de intoxicaciones

Staphylococcus aureus

Staphylococcus aureus es característico de los alimentos de origen animal, esto es, de carne y productos cárnicos, así como de leche y productos lácteos. La estafiloenterotoxicosis se debe a una manipulación no higiénica de un alimento, sumada a un periodo posterior de conservación en condiciones no adecuadas, durante el transcurso del cual se produce la toxina que persiste y acaba produciendo el daño en el consumidor. Quien come la toxina puede presentar en ocho horas un cuadro de vómitos y diarrea que remite en unos días.

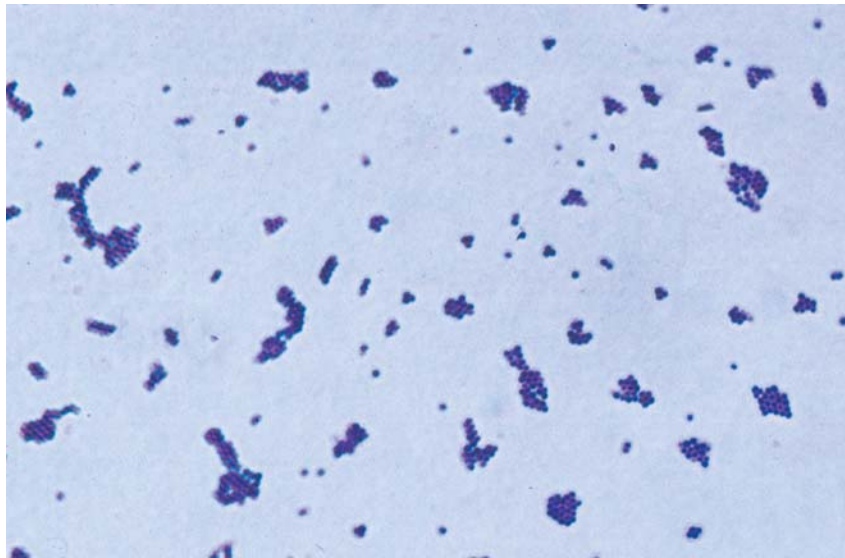


Figura 1. *Staphylococcus aureus* en típica formación de racimos (Imagen a microscopía óptica tras tinción Gram +). Autor: Dr. A.V. Carrascosa.

Bacillus cereus

Es abundante en alimentos de origen vegetal. Puede estar presente también en ciertos productos cárnicos como los embutidos, a través de las especias que se les añaden, o contaminando directamente el sustrato. Los grupos de alimentos más peligrosos son las comidas cocidas o listas para su uso, ya que *Bacillus cereus* puede haber sufrido un tratamiento térmico y/o culinario somero durante el cual haya esporulado y, posteriormente, se haya desarrollado lo suficiente como para producir la toxina diarreica termolábil. Otra posibilidad es que la toxina emética (vomitiva), que es termorresistente, haya sido producida antes del tratamiento culinario.

Clostridium perfringens

Su reservorio es el suelo y puede formar la toxina en el alimento, al esporular en él; pero normalmente desencadena la intoxicación una vez que alcanza el intestino delgado en número elevado, cuando forma la spora por la acidez reinante. Al finalizar su formación es cuando se libera la enterotoxina. Se asocia a alimentos preparados que, tras ser cocinados, se dejan a temperaturas inadecuadas, sin enfriarlos rápidamente, y en cuyo interior los clostridios pueden desarrollarse y aumentar su concentración. Si se ingieren bacterias suficientes ($>10^8$), éstas esporulan al llegar al estómago y luego la toxina ya sintetizada se libera al exterior y desencadena la enfermedad gastrointestinal.

Clostridium botulinum

Produce el botulismo por la ingesta de la toxina botulínica preformada por *Clostridium botulinum* en el alimento. La toxina botulínica pasa por ser la sustancia más venenosa conocida. Un miligramo es suficiente para matar a un millón de cobayas. Ejerce una toxicidad neurológica que acaba con parálisis respiratoria y muerte. No obstante la gravedad de la enfermedad, la fatalidad del botulismo viene siendo disminuida por la existencia de antitoxinas muy efectivas que evitan la muerte del paciente, en la ya de por sí muy baja incidencia de casos existentes.

Mohos micotoxinogénicos

Las micotoxinas son producidas por ciertos mohos y dañan sobre todo al hígado y al riñón, aunque también producen inmunodeficiencias extremas y neurotoxicidad o cáncer. Muchas de ellas, ingeridas en pequeñas pero crónicas dosis, causan cáncer principalmente de hígado. Los mohos toxinogénicos que habitualmente tienen relación con los alimentos pertenecen a los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*.

El desarrollo del moho se realiza sobre p. e.- maíz, frutos secos, semillas oleaginosas como la colza, cereales, legumbres, café, arroz... antes, durante o después de su cosecha, y allí queda la micotoxina que será ingerida y acumulada en el organismo humano.

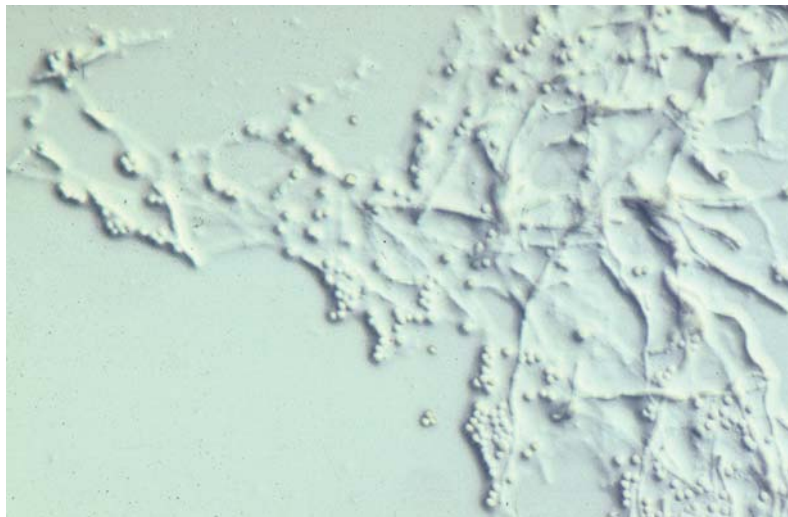


Foto 2. Moho *Penicillium*. Hay especies productoras de toxinas y otras usadas para producir alimentos fermentados. Autor: Dr. A.V. Carrascosa.

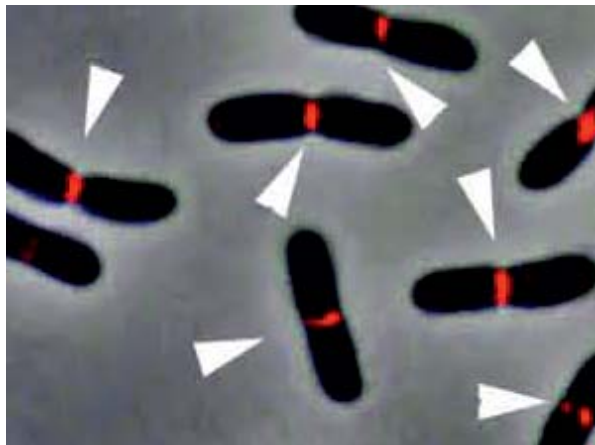
Microbios productores de toxiinfecciones

Los microbios malos que comemos, causantes de toxiinfecciones, han de ingerirse vivos para desarrollar su patología. Después, en nuestro interior pueden sintetizar sustancias tóxicas que atacan a las células intestinales o enterocitos causando daño al consumidor.

Las enterobacterias

Con el nombre de enterobacterias se conoce el grupo de microbios causante de toxiinfecciones alimentarias más famoso de los que trata este artículo. Agrupa a las bacterias pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae o de enterobacteriáceas, que incluye a los géneros *Escherichia*, *Salmonella* y *Shigella*, algunas de cuyas especies son las causantes de la mayor parte de las enfermedades gastrointestinales.

Escherichia coli. Tal vez sea la especie microbiana mejor conocida por el ser humano y es el más numeroso endocomensal de nuestros intestinos: vive dentro de nosotros en número muy elevado. Ocurre que algunas cepas, es decir, algunos individuos de esta especie, desencadenan distintos tipos de patología gastrointestinal, desde suave hasta aguda y muy severa, conociéndose las variantes enteropatógena, enterotoxigénica, enteroinvasiva y enterohemorrágica. Su tiempo de incubación va desde 8 horas a 9 días y persiste en el organismo desde horas hasta varias semanas. Causan desde diarrea leve a profusa, acompañada de vómitos y fiebre, dolor de cabeza, calambres (retortijones) o dolor agudo intestinal, con heces con o sin mucosidad intestinal (es el tejido epitelial dañado) y sanguinolentas. Pueden provocar incluso hemorragia severa acompañada de fiebre con trastornos neurológicos del sistema central. Esta última sintomatología es producida concretamente por la cepa *E. coli* O157:H7, que sintetiza una verotoxina con efectos fulminantes en el colon, y que si el individuo es de edad avanzada o inmunodeficiente puede tener un desenlace fatal. Causó la famosa crisis



del pepino alemán en la que murieron el 10% de los afectados.

Figura 3. *Escherichia coli*, la especie más numerosa de nuestro intestino. Autor: Dr. M. Vicente.

Salmonella. Son varias especies. *S. typhimurium* causa la fiebre tifoidea, también llamada salmonelosis. La ingesta de 10⁵ gérmenes/gramo de alimento desencadena tras 5 horas- 5 días la típica gastroenteritis que produce diarrea, náuseas, dolor abdominal, fiebre, vómitos, anorexia... y dura de dos a cinco días.

La clásica mayonesa casera hecha con huevo contaminado en su cáscara o interior con *S. enteritidis*, *S. pullorum* o *S. gallinarum*- especie que vive en la cloaca de las gallinas ponedoras, que son en muchos casos portadoras asintomáticas de tal microbio - y que acompaña a una ensaladilla veraniega, puede ser causa de gastroenteritis aguda si la mayonesa no se acidifica convenientemente con limón o vinagre.

Shigella. Puede causar desde la denominada disentería bacilar hasta enteritis aguda. Son bacterias pertenecientes a las especies *Shigella dysenteriae*, *S. flexneri*, *S. boydii* y *S. sonnei*. La disentería típica que producen consiste en diarrea más calambres abdominales tras 1-4 días de incubación. Su dosis infectiva es baja (10-100 células). Portadores enfermos pueden contaminar los alimentos durante su procesado, de ahí que se prohíba su trabajo hasta la total remisión de la enfermedad.

Yersinia. *Yersinia enterocolitica* es una enterobacteria que se encuentra en los intestinos de mamíferos y contamina la carne y la leche de los mismos. Produce la yersiniosis. Desarrolla la típica gastroenteritis enterobacteriana que se puede ver acompañada o no por infección de ganglios linfáticos. Uno de cada cien casos puede entrar en la tercera fase produciendo un desarrollo de inflamación crónica que se ve acompañado de fiebres reumatoides.

Campylobacter. *Campylobacter jejuni* o *Campylobacter coli* producen la campilobacteriosis que, a día de hoy, es la enfermedad gastrointestinal más frecuente en el mundo desarrollado. Generan dolor abdominal, fiebre y diarrea, profusa, acuosa y en ocasiones sanguinolenta, a veces acompañada de vómito. Tampoco se han descrito bacteremias (infección de la sangre tras diarrea prolongada) producidas por ellos.

Campylobacter sobrevive con dificultad a los tratamientos utilizados en tecnología de los alimentos. El calor, la salazón, la desecación, la acidificación... suelen eliminarlo con facilidad de la cadena alimentaria humana, por lo que su puerta de acceso son los alimentos muy poco procesados.

Vibrio. Entre otras enfermedades, produce nada menos que el cólera, concretamente la especie *Vibrio cholerae*, que suele transmitirse en zonas subdesarrolladas y de catástrofes naturales donde se destruye el saneamiento y la posibilidad de beber agua potable descontaminada. Pero también se transmite a

través de aquellos alimentos donde la bacteria acaba estando, principalmente pescados contaminados que se ingieren crudos o casi y en los que el tratamiento culinario no ha eliminado al microbio.

Listeria. La especie de interés es la *Listeria monocytogenes* que produce la listeriosis, enfermedad que se caracteriza entre otras cosas porque la bacteria infecta un tipo de glóbulos blancos de la sangre humana denominados monocitos. En adultos es particularmente tediosa cuando hay problemas de inmunodepresión por edad avanzada o SIDA, pudiendo llegar a un 20% de mortandad.

Brucella. *Brucella melitensis*, *B. abortus* y *B. suis* causan en humanos la brucelosis o fiebres de malta, felizmente poco frecuentes en la Unión Europea gracias al férreo sistema de control sanitario del ganado. Las fuertes fiebres, que suelen ser recurrentes y producir serias recidivas tales como artritis generalizada, lesiones cardíacas, etc., llegan al hombre incluso por contacto con animales de granja infectados que pueden padecer mastitis, pero sobre todo a través de productos elaborados con leche de estos animales, insuficientemente calentada, o cremas, natas, etc., derivados de las mismas.

Aeromonas hydrophila. Su reservorio natural es el agua, desde donde por contacto accidental puede alcanzar alimentos de origen animal (carnes, huevos, leche) o menos frecuentemente verduras..., teniendo la capacidad de reproducirse en ellos rápidamente, incluso en condiciones de refrigeración. A partir de su presencia en alimentos, accede al interior del intestino mediante la ingesta del alimento contaminado y, si su concentración es suficiente para superar la barrera estomacal, se desarrolla y provoca desde una diarrea suave a una severa, dependiendo de las condiciones del paciente: si está inmunodeprimido las consecuencias son más graves. Para desarrollar su patogenicidad sintetiza enterotoxinas que vierte fuera de sus células y dañan a los enterocitos.

Virus

Los virus son caso aparte. Su nombre proviene del latín y significa toxina o veneno. No entrarían en el grupo de los microbios (visible sólo al microscopio electrónico) más que por su pequeño tamaño (invisibles al ojo humano desnudo, incluso al microscopio óptico), aunque no son seres vivos, no. Los virus son virus: una molécula de material genético (ácido desoxirribonucleico, ADN, o ácido ribonucleico, ARN) protegida por una estructura denominada cápside (cápsula, como las espaciales) de naturaleza proteica... ¡y poco más! Total: no tienen capacidad de crecer y multiplicarse –características comunes de todo ser vivo- a no ser que infecten células p. e.- humanas, y pongan toda la potencialidad biológica de las mismas a su servicio.

Los *Hepatovirus* se llaman así por afectar al hígado. El más famoso en alimentos es el virus de la hepatitis A o digestiva, que atacando a las células del hígado o hepatocitos acaba lisándolas, esto es, rompiéndolas, motivo por el cual liberan al organismo los pigmentos que encierran, presentando quien la padece un típico color amarillento en la piel que se denomina ictericia.

El vehículo de transmisión de los virus suele ser el agua. Los alimentos mayormente involucrados son bivalvos, que filtran enormes cantidades de agua, concentrando así en su interior los viriones necesarios para desencadenar el proceso. También pueden jugar un importante papel los manipuladores de alimentos que estén incubando pero no padeciendo la enfermedad, si no tienen costumbre de seguir las estrictas pautas higiénicas a las que les obliga la ley. Otra fuente de virus pueden ser los vegetales, carne... que hayan estado en contacto con agua fecal contaminada.

El *Enterovirus* más famoso que puede ingerirse a través de los alimentos, típicamente a través del agua, es el de la polio, llamado poliovirus. Gracias a la vacuna del mismo nombre ya no nos causa daño. Los viriones infectan a neuronas y, debido al daño que producen en ellas y a la expansión del virus por el sistema nervioso, afectan a las conexiones nerviosas de modo irreversible en la mayor parte de los casos, dada la escasa capacidad de las neuronas para reproducirse. Su transmisión oral-fecal es similar en términos generales a la de los *Hepatovirus*. En el caso del poliovirus, se registraron brotes asociados a la ingesta de leche contaminada.

Los virus Norwalk son virus que producen gastroenteritis pero que no remiten con antibióticos. Solemos comentar cuando alguien lo padece "...será un virus...", y precisamente lo es. Sus modos de transmisión son similares a *Hepatovirus* y *Enterovirus*, aunque su acción lesiva se circunscribe al intestino.

¿Cómo se evita que haya microbios malos en los alimentos?

Mediante sistemas de seguridad alimentaria como el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC), reglamentado por la Unión Europea (Directiva 93/43/ECC sobre higiene de los alimentos) y que posteriormente pasó a incluirse en la legislación de los países miembros, entre ellos España (Real Decreto 2207/1995 de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas de higiene relativas a los productos alimenticios). El sistema APPCC vigila los obstáculos u operaciones tecnológicas que destruyen los microbios malos de los alimentos (aplicación de calor, refrigeración, congelación, salazón, desecación, acidificación, fermentación...).

¿Hay microbios buenos en los alimentos?

Sí claro, y muchísimos más que malos. Los alimentos que más microbios encierran son los alimentos fermentados. De origen vegetal, el pan tiene millones de levaduras, la mayor parte muertas por la cocción que sufre al fabricarlo. El vino y la cerveza han sido elaborados también con levaduras, pero no están en ellos: se han eliminado para que no enturbien.

Donde más microbios vivos hay es en los alimentos fermentados de origen animal. Los productos lácteos como el yogur, el kéfir, el queso....tienen miles de millones de bacterias lácticas que nos comemos vivas y no nos hacen ningún daño, es más, algunas de ellas pueden venirnos bien: son los probióticos, que se quedan a vivir en nuestro intestino eliminando antinutrientes y sintetizando vitaminas que mejoran nuestra salud.

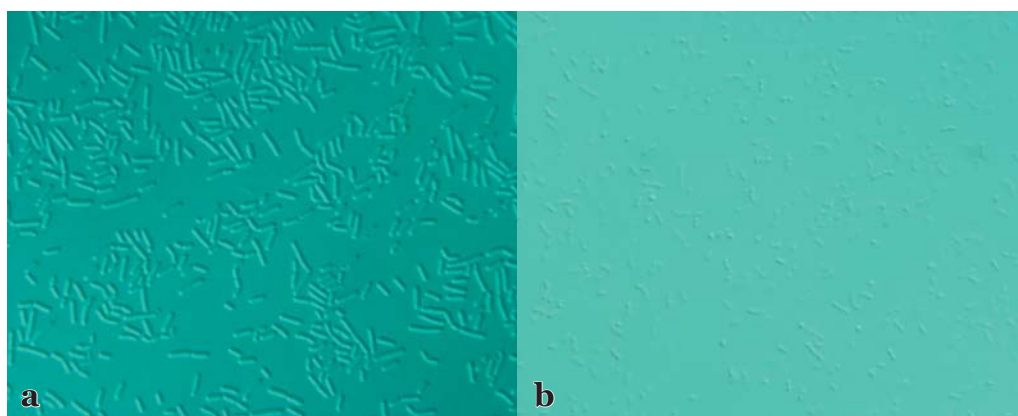


Figura 4. Dos microbios buenos: a) *Lactobacillus casei*, probiótico y b) *Oenococcus oeni*, bacteria láctica que produce la fermentación maloláctica en vinos. Autor: Dr. A.V. Carrascosa.

Bibliografía

- Carrascosa, A.V., Muñoz, R. y González, R. 2005. Microbiología del vino. AMV Ediciones, Madrid.
- ICMSF. 1996. Microorganisms in Foods 5: Characteristics of Microbial Pathogens. Ed. Blackie Academic & Professional, Londres.
- Juárez, M., Olano, A. y Morais, F. 2005. Alimentos funcionales. Ed. FECYT-MEC, Madrid.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M. y Parker, J. 2006. Brock. Biología de los microorganismos. Ed. Pearson, Prentice Hall, Madrid.
- Mayo, B. y Van Sinderen, D. 2010. Bifidobacteria. Ed. Academic Press, Norfolk.
- Mortimore, S. y Wallace, C. 2001. HACCP: Enfoque práctico. Ed. Acribia, Zaragoza.
- Querol, A. y Fleet, G. 2006. Yeasts in foods and beverages. Ed. Springer, Berlin.
- Ramón, D. 1999. Los genes que comemos. Ed. Algar, Alzira.



Alfonso V. Carrascosa Santiago (Madrid, 1961) es doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid e investigador científico del CSIC, con destino en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN). Ha colaborado con importantes instituciones relacionadas con la seguridad alimentaria tales como ENAC o AENOR, así como de gestión de la investigación industrial como CDTI, habiendo sido profesor de la Universidad Autónoma de Madrid. Coautor de varias patentes transferidas a empresas, de más de 100 artículos científicos en revistas SCI, y de varios libros, recibió, junto a sus compañeros, el Premio Candia 1991, la Medalla de Oro al Mérito de la Investigación Enológica 2007, el Premio de la Real

Academia Gallega de Ciencias 2009 y el Premio Internacional en Enología OIV en 2011. En su actual destino, el MNCN, forma parte del grupo "Historia y documentación de las Ciencias Naturales en España". Además coordina el Grupo de "Historia de la Microbiología Española" de la Sociedad Española de Microbiología (SEM), es director de la revista *Arbor* y miembro de la Comisión Mujeres y Ciencia del CSIC.