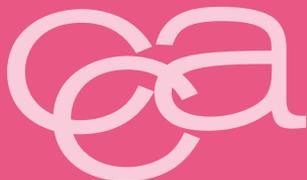


revista del
Comité
Científico de la aesan

Nº 41

agencia española de seguridad alimentaria y nutrición
agencia española de seguridad alimentaria y nutrición
agencia española de seguridad alimentaria y nutrición
agencia española de seguridad alimentaria y nutrición
agencia española de seguridad alimentaria y nutrición



Revista del Comité Científico de la AESAN

Madrid, 2025

revista del
Comité
Científico de la aesan

Nº 41

Nota: los informes que se incluyen a continuación son el resultado de las consultas que la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) y otras instituciones hacen al Comité Científico. Esta revista y sus informes se presentan conforme a

normas de presentación y publicación de bibliografía científica internacionalmente aceptadas. De ello se deriva, entre otras, la necesidad de abordar su estudio e interpretación desde la consideración ineludible de las citas bibliográficas referenciadas en el texto

y enumeradas en el apartado "Referencias" que incluye al final de los informes. Lo contrario, además de dificultar su comprensión integral, pudiera llevar a extraer, conclusiones parciales o equivocadas, divergentes del informe en su conjunto.

Consejo Editorial Científico

Presidenta

Ana María Rivas Velasco - (Universidad de Granada)

Vicepresidente

Antonio Valero Díaz - (Universidad de Córdoba)

Concepción María Aguilera García - (Universidad de Granada)

Houda Berrada Ramdani - (Universitat de València)

Irene Bretón Lesmes - (Hospital Gregorio Marañón de Madrid)

Rosa María Capita González - (Universidad de León)

Araceli Díaz Perales - (Universidad Politécnica de Madrid)

María Pilar Guallar Castillón - (Universidad Autónoma de Madrid)

Ángel Gil Izquierdo - (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

Ángel Gutiérrez Fernández - (Universidad de La Laguna)

Isabel Hernando Hernando - (Universitat Politècnica de València)

Baltasar Mayo Pérez - (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

Azucena del Carmen Mora Gutiérrez - (Universidad de Santiago de Compostela)

Gema Nieto Martínez - (Universidad de Murcia)

Silvia Pichardo Sánchez - (Universidad de Sevilla)

María del Carmen Recio Iglesias - (Universitat de València)

María Dolores Rodrigo Aliaga - (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

María de Cortes Sánchez Mata - (Universidad Complutense de Madrid)

Gloria Sánchez Moragas - (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

María Roser Vila Casanovas - (Universitat de Barcelona)

Secretario técnico

Vicente Calderón Pascual

Coordinadores de la edición

Ricardo López Rodríguez

Paula Arrabal Durán

Edita

© Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030
Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN)
<https://cpage.mpr.gob.es/>

NIPO: 236-24-020-9

ISSN: 2695-4443

Fecha de edición: 2025

Diseño y maquetación: Editorial MIC

Índice

Prólogo	9
Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre el estado nutricional de la población inmigrante residente en España	11
Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre los efectos del cambio climático en el riesgo de transmisión de patógenos alimentarios	47

Cuando el conocimiento se pone al servicio de lo público, avanzamos hacia una sociedad más justa y más preparada para afrontar los desafíos del presente y los retos del futuro. Esa necesidad de avanzar cuestionando y mejorando es precisamente lo que hace de esta Revista del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) una herramienta imprescindible y un ejemplo vivo de rigor con impacto social.

Este curso he tenido la oportunidad de conocer y saludar personalmente a quienes conforman el Comité Científico y agradecerles su dedicación. En esta ocasión, quiero dejar por escrito y reiterar públicamente ese reconocimiento: su labor rigurosa, comprometida y profundamente orientada al bien común es un ejemplo de cómo el conocimiento científico puede y debe guiar la acción pública. Desde los estudios básicos hasta las aplicaciones prácticas, esta tarea no solo amplía el conocimiento disponible, sino que tiene un impacto directo en la vida de las personas, en la calidad de nuestras políticas públicas y en la construcción de un futuro más justo, seguro y sostenible.

En un momento en el que, a nivel internacional, se cuestiona el vínculo entre la evidencia científica y las decisiones políticas, es más importante que nunca reivindicar con claridad que las políticas públicas deben apoyarse sobre el conocimiento. La ciencia, especialmente cuando es independiente, rigurosa y socialmente comprometida, constituye una brújula imprescindible frente a la incertidumbre y los desafíos de nuestro tiempo.

No se puede obviar tampoco que el conocimiento científico no puede ni debe ser ajeno a su tiempo. Diría más, tiene la responsabilidad de dialogar con los grandes desafíos sociales, económicos y medioambientales que marcan nuestra época. En ese sentido, este número de la Revista del Comité Científico de la AESAN no elude dos cuestiones fundamentales de la actualidad: la migración y la crisis climática. Lejos de limitarse a un análisis técnico, los informes aquí recogidos ofrecen claves para comprender cómo impactan en la seguridad alimentaria y en la salud pública, y abren el camino a políticas públicas más eficaces, justas e inclusivas. Más democráticas, en definitiva.

Uno de los ejes fundamentales de nuestro trabajo en el Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030 es justamente la transición hacia un nuevo modelo alimentario. Un modelo que garantice el acceso universal a una alimentación saludable y de calidad, que incorpore la sostenibilidad como principio rector del sistema alimentario y que refuerce la protección de quienes viven en situaciones de mayor vulnerabilidad.

Precisamente, el primero de los informes recogidos en esta edición aborda una cuestión de gran relevancia: la situación nutricional de la población migrante residente en nuestro país. Se trata de personas que a menudo enfrentan dificultades estructurales que afectan a su salud, entre ellas el acceso a una vivienda digna o a alimentos saludables. Aumentar la información disponible y el conocimiento sobre diferentes realidades vitales es imprescindible para poder abordar con eficacia y con una perspectiva social las desigualdades que inciden en las condiciones de vida de amplios sectores de nuestra población.

El segundo informe que acoge esta publicación analiza la crisis climática, que es, sin duda, uno de los mayores desafíos globales de nuestro tiempo. Pocos se atreven a día de hoy a discutir sus

consecuencias sobre la seguridad alimentaria –evidentes y crecientes–, así como su impacto en el día a día de los sectores más vulnerables de la población. En estas páginas se aborda de manera rigurosa cómo la crisis climática puede favorecer la aparición, persistencia y expansión de patógenos responsables de enfermedades transmitidas por los alimentos, y, ante esta realidad, se plantea la necesidad de reforzar los sistemas de vigilancia epidemiológica, actualizar la normativa vigente, incorporar tecnologías avanzadas y promover la investigación sobre la relación entre clima y seguridad alimentaria.

Por tanto, ambos informes se alinean con los objetivos del Ministerio que tengo el honor de representar: no dejar a nadie atrás y construir un modelo de desarrollo más justo, sostenible y solidario, en línea con los compromisos adquiridos en el marco de la Agenda 2030.

Quiero cerrar este prólogo como lo empecé: agradeciendo, de manera sincera y profunda, el trabajo de las personas que integran el Comité Científico de la AESAN. Gracias por poner vuestro conocimiento al servicio del bien común, por trabajar con rigor y por contribuir activamente a que nuestras políticas públicas estén guiadas por la evidencia, por la justicia social y por una visión transformadora.

Pablo Bustinduy Amador

Ministro de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030



Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre el estado nutricional de la población inmigrante residente en España

Número de referencia: AESAN-2025-001

Informe aprobado por el Comité Científico en su sesión plenaria de 5 de marzo de 2025

Grupo de trabajo

Irene Bretón Lesmes (Coordinadora), Concepción María Aguilera García, Ángel Gil Izquierdo, María Pilar Guallar Castellón, Gema Nieto Martínez, Elena Ronda Pérez* y María Ángeles Carlos Chillerón (AESAN)

Comité Científico

Concepción María Aguilera García Universidad de Granada	María Pilar Guallar Castellón Universidad Autónoma de Madrid	Azucena del Carmen Mora Gutiérrez Universidad de Santiago de Compostela	María Dolores Rodrigo Aliaga Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Houda Berrada Ramdani Universitat de València	Ángel Gil Izquierdo Consejo Superior de Investigaciones Científicas	Gema Nieto Martínez Universidad de Murcia	María de Cortes Sánchez Mata Universidad Complutense de Madrid
Irene Bretón Lesmes Hospital Gregorio Marañón de Madrid	Ángel José Gutiérrez Fernández Universidad de La Laguna	Silvia Pichardo Sánchez Universidad de Sevilla	Gloria Sánchez Moragas Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Rosa María Capita González Universidad de León	Isabel Hernando Hernando Universitat Politècnica de València	María del Carmen Recio Iglesias Universitat de València	Antonio Valero Díaz Universidad de Córdoba
Araceli Díaz Perales Universidad Politécnica de Madrid	Baltasar Mayo Pérez Consejo Superior de Investigaciones Científicas	Ana María Rivas Velasco Universidad de Granada	María Roser Vila Casanovas Universitat de Barcelona
Secretario técnico Vicente Calderón Pascual	*Colaboradora externa: Elena Ronda Pérez (Universidad de Alicante)		

Gestión técnica del informe AESAN: María Ángeles Carlos Chillerón

Resumen

El fenómeno migratorio ha tenido un impacto demográfico importante en España en los últimos años. Actualmente, 6,8 millones de personas extranjeras han fijado su residencia habitual en nuestro país, suponiendo un 14 % de la población residente total. Dentro del proceso de aculturación de la población inmigrante, mediante el cual se adquieren los hábitos de vida de la sociedad de acogida, la alimentación juega un papel fundamental y resulta clave en la integración de estas personas, pero puede verse afectada por diversos factores individuales (país de procedencia o

tiempo de residencia en España), socioculturales (creencias religiosas o dificultades para cocinar) o estructurales (condiciones laborales o nivel educativo), que pueden alterar su salud.

La literatura científica en relación con la ingesta dietética y la situación nutricional de las personas inmigrantes residentes en España es muy escasa, en comparación con la población nativa y con los estudios realizados en otros países de nuestro entorno sobre esta población, y presenta limitaciones que dificultan disponer de una información completa. Sin embargo, a pesar de la escasez de estudios, la revisión llevada a cabo para elaborar este informe pone de manifiesto que la ingesta dietética de la población inmigrante en España es diversa y que una menor adherencia a las recomendaciones dietéticas saludables condiciona un mayor riesgo de obesidad y sus complicaciones, como la diabetes tipo 2 o un mayor riesgo cardiovascular. Algunos estudios muestran una menor ingesta de fibra y de algunos nutrientes en la población inmigrante si se compara con la población nativa, con diferencias en función del país de origen. La información sobre el riesgo de desnutrición es muy limitada y no permite establecer una conclusión concreta.

El Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) considera fundamental realizar estudios que caractericen el estado nutricional de la población inmigrante residente en España, considerando también patrones alimentarios en segundas generaciones. Estos estudios deben superar las limitaciones de estudios previos mediante metodologías longitudinales adaptadas a cada grupo étnico, garantizando la validez cultural de los instrumentos de evaluación y abordando la diversidad de la experiencia migratoria. Además, se debería promover el consumo de alimentos ricos en nutrientes deficitarios en esta población, con la colaboración de Administraciones públicas, la industria alimentaria y la comunidad científica, facilitando el acceso a una alimentación saludable. Asimismo, resulta clave potenciar la educación nutricional, especialmente dirigida a personas inmigrantes con menos tiempo de residencia, teniendo en cuenta las condiciones culturales y socioeconómicas particulares para cada grupo, y prestando una especial atención a las personas trabajadoras agrícolas temporeras.

Palabras clave

Estado nutricional, ingesta dietética, inmigrante, población extranjera, aculturación, nutrientes, obesidad, sobrepeso, desnutrición.

Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) on the nutritional status of the immigrant population residing in Spain

Abstract

The migratory phenomenon has had a significant demographic impact in Spain in recent years. Currently, 6.8 million foreign nationals have established their habitual residence in our country, representing 14 % of the total resident population. Within the acculturation process of the immigrant population - through which they adopt the lifestyle habits of the host society - food plays a fundamental role and is key to the integration of these individuals. However, it can be affected by

various individual (country of origin or length of residence in Spain), sociocultural (religious beliefs or difficulties in cooking), or structural factors (working conditions or educational level), which may impact their health.

Scientific literature on dietary intake and the nutritional status of immigrants living in Spain is very limited, especially compared to the native population and to studies conducted in other nearby countries on this population, and it presents limitations that hinder access to comprehensive information. Nonetheless, despite the scarcity of studies, the review carried out to prepare this report highlights that the dietary intake of the immigrant population in Spain is diverse and that lower adherence to healthy dietary recommendations is associated with a higher risk of obesity and its complications, such as type 2 diabetes or increased cardiovascular risk. Some studies show a decrease in fiber and certain nutrient intake, more commonly observed among the immigrant population compared to the native population, with variations depending on the country of origin. Information on the risk of malnutrition is very limited and does not allow for a definitive conclusion.

The Scientific Committee of Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) considers it essential to conduct studies that characterize the nutritional status of the immigrant population residing in Spain, also considering the dietary patterns of second generations. These studies should overcome the limitations of previous research by using longitudinal methodologies adapted to each ethnic group, ensuring the cultural validity of assessment tools, and addressing the diversity of the migratory experience. Additionally, the consumption of foods rich in nutrients that are deficient in this population should be promoted, with the collaboration of public administrations, the food industry, and the scientific community, to facilitate access to healthy eating. Likewise, it is crucial to strengthen nutritional education, especially aimed at immigrants who have recently arrived, considering the cultural and socioeconomic conditions specific to each group, with special attention to seasonal agricultural workers.

Key words

Nutritional status, dietary intake, immigrant, foreign population, acculturation, nutrients, obesity, overweight, malnutrition.

Cita sugerida

Comité Científico AESAN. (Grupo de Trabajo) Bretón, I., Aguilera, C.M., Gil, Á., Guallar, M.P., Nieto, G., Ronda, E. y Carlos, M.Á. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre el estado nutricional de la población inmigrante residente en España. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 2025, 41, pp: 11-46.

1. Introducción

De acuerdo con lo establecido por las Naciones Unidas, aun cuando no existe una definición jurídicamente convenida, se define al migrante como «alguien que ha residido en un país extranjero durante más de un año independientemente de las causas de su traslado, voluntario o involuntario, o de los medios utilizados, legales u otros». Aunque, como también se señala, «el uso común incluye ciertos tipos de migrantes a más corto plazo, como los trabajadores agrícolas de temporada que se desplazan por períodos breves para trabajar en la siembra o la recolección de productos agrícolas» (ONU, 2024). Concretamente, y de acuerdo con lo recogido en el diccionario de la Real Academia Española (RAE), se entiende por persona inmigrante a aquella que «llega a un país extranjero para radicarse en él» (RAE, 2025).

En las últimas décadas, el fenómeno migratorio viene siendo un acontecimiento demográfico muy significativo en España. Según los últimos datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), durante el cuarto trimestre de 2024, la población residente en España aumentó en 115 612 personas, siendo 100 793 de ellas, de nacionalidad extranjera y solo 14 819 personas de nacionalidad española, lo que supone que un elevado porcentaje del incremento se debió a la población extranjera (INE, 2025a). Por comunidades autónomas, Cataluña, Madrid, Comunidad Valenciana y Andalucía fueron las que, a principios de 2025, destacaron por tener los mayores porcentajes de población extranjera (22 %, 17 %, 15 % y 13 % del total de personas extranjeras residentes en España, respectivamente) (INE, 2025b).

Pese a que ha habido periodos de ralentización, en los últimos 10 años el flujo de migraciones ha supuesto que cerca de 6,8 millones de personas extranjeras hayan fijado su residencia habitual en España, lo que supone el 14 % de la población total residente en nuestro país (49 millones de habitantes), siendo los grupos predominantes los de nacionalidad colombiana, venezolana y marroquí (INE, 2025a). Según lo recogido en el último informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos sobre migración internacional (OCDE, 2024), del total de personas inmigrantes con carácter permanente o de larga duración que España recibió en el año 2022, un 35 % fueron beneficiarias de la libre movilidad (sin necesidad de visado o permiso de residencia especial), un 11 % fueron personas inmigrantes laborales, un 22 % familiares y un 5 % personas inmigrantes por motivos humanitarios.

Además, de acuerdo con las proyecciones demográficas del INE para los próximos 50 años, este fenómeno migratorio continuará al alza, provocando que, para entonces, el aumento de población en España pueda ser debido exclusivamente a la migración internacional, ya que el progresivo aumento de las defunciones, superior al número de nacimientos, daría lugar a un saldo vegetativo negativo durante todo el periodo proyectado, siendo este superado por el saldo migratorio positivo en la mayor parte de los años del periodo proyectivo, lo que provocaría, en balance, un aumento de población (INE, 2024).

En relación con el proceso migratorio a nivel europeo, en el año 2022, aproximadamente 7 millones de personas establecieron su lugar de residencia en países de la Unión Europea (UE). En ese año, las cifras más altas de llegadas de población inmigrante se observaron en Alemania (2 072 000 personas, el 30 % del total de inmigrantes en los países de la UE); España (1 259 000, 18 %); Francia (431 000, 6 %) e Italia (411 000, 6 %) (Eurostat, 2024a).

Por otro lado, conviene señalar que la migración es un fenómeno ligado a la alimentación, no solo como necesidad básica, sino también como forma de integración en la sociedad de acogida, y ligado también al bienestar general desde un concepto más amplio de salud (Okutan et al., 2023). Así lo recoge la Oficina Estadística de la Unión Europea (Eurostat), que indica que la situación de salud de las personas inmigrantes se evalúa a través de su autopercepción del estado de salud, junto con una serie de indicadores adicionales que permiten una mejor evaluación de su bienestar. Entre estos indicadores se encuentra el consumo diario de fruta y verdura, y la frecuencia de consumo de estos alimentos. Estos factores ayudan a analizar el estado de salud de las personas inmigrantes y a comprender las posibles desigualdades que puedan existir (Eurostat, 2024b).

El colectivo inmigrante que reside en España ha experimentado una paulatina integración en nuestro país, adaptando su alimentación a las costumbres españolas, no solo en cuanto a alimentos se refiere, sino también en cuanto a horarios y número de comidas, tanto en el hogar como fuera de él. Esta aculturación, mediante la cual las personas inmigrantes adquieren los hábitos de vida de la sociedad de acogida, ha implicado que parte de sus hábitos alimenticios cambien y modifiquen el tipo y la cantidad de nutrientes que ingieren con la dieta, de modo que, dependiendo del país de procedencia, existan personas extranjeras cuyo aporte nutricional mejore por su adaptación a la dieta mediterránea y otras, sin embargo, experimenten un empeoramiento en su ingesta nutricional. Esto se debe a la identificación de dos tipos de modelos de personas inmigrantes atendiendo al aspecto cultural, al contacto y a la participación comunitaria o la interacción y relación con otros grupos culturales. Por un lado, el grupo que se reafirma en sus identidades y rasgos culturales, evitando la interacción con otras culturas y, por otro lado, el grupo que interactúa con otros grupos culturales manteniendo su cultura original y la vida cotidiana pero también dando entrada a aspectos de otras culturas (Okutan et al., 2023). Se ha visto que, en algunos casos, la calidad de la dieta de las personas inmigrantes empeora con respecto a la dieta de su país de origen, observando, por ejemplo, una mayor ingesta de grasas y una ingesta menor de hidratos de carbono y vitaminas; por el contrario, en otros casos, se ha observado que la residencia en España se relaciona con un patrón alimentario más saludable que en el país de origen (Benazizi et al., 2019). Cabe señalar que el mantenimiento de una alimentación adecuada es un factor determinante para la salud, lo que se puede conseguir siguiendo recomendaciones de alimentación saludable y sostenible, como las fijadas por la AESAN (2022), o el patrón de dieta mediterránea, que se asocia con una disminución del riesgo de enfermedades crónicas.

En ocasiones, la dieta empeora en la segunda generación de la población inmigrante en el país de residencia, al adoptar más fácilmente los patrones dietéticos locales, aumentando la grasa y reduciendo el consumo de verduras, frutas y legumbres, en comparación con la población inmigrante de la primera generación, con las consecuentes repercusiones en la prevalencia de la obesidad y de las enfermedades cardiovasculares (Landman y Cruickshank, 2001) (Benazizi et al., 2019).

A todo lo anterior habría que añadir la existencia de factores que podrían afectar a la integración de las personas inmigrantes en el país de residencia, como son los recursos económicos, la edad, el sexo, las creencias religiosas, el tiempo de residencia o las costumbres propias del país del que proceden (MISSM, 2025), que, por diversos motivos, podrían acabar afectando a los hábitos

dietéticos y, consecuentemente, al aporte nutricional de cada persona consumidora (Benazizi et al., 2019).

Por todo ello, se solicitó al Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) que realizara una evaluación de las evidencias disponibles sobre la situación nutricional de la población inmigrante, adulta y adolescente, que reside en España y cómo dicha situación nutricional podría verse afectada por diversos factores como los aspectos socioculturales propios de sus lugares de procedencia, entre otros.

2. Ingesta dietética de la población inmigrante

2.1 Ingesta dietética de la población inmigrante en España

La dieta de las personas inmigrantes en España puede diferir significativamente de la dieta tradicional española, influida por factores culturales, económicos y de accesibilidad a alimentos. En este apartado se presentan algunos puntos clave relacionados con la ingesta dietética de esta población y sus determinantes.

2.1.1 Análisis de la alimentación en relación con el país de origen

Las personas inmigrantes que llegan a un nuevo país experimentan, sin lugar a duda, un cambio significativo en sus vidas, enfrentando un proceso migratorio que impacta en su situación socioeconómica, sus relaciones socioculturales, las dinámicas de género, el acceso a los servicios de salud o su estilo de vida, además de problemas de comunicación e información por efecto de la barrera lingüística entre otros factores (Okutan et al., 2023). Todos estos aspectos pueden influir en su estado de salud.

La alimentación es uno de los aspectos que más se ve transformado en el proceso migratorio. Los criterios sobre lo que se considera «apetitoso» varían significativamente entre diferentes culturas y regiones del mundo. Los hábitos alimentarios, en particular, están estrechamente ligados al entorno en el que se vive, ya que la alimentación es una de las tradiciones más profundas y arraigadas en la cultura de los pueblos. Además de ser una necesidad biológica, el alimento es una manifestación de identidad, un medio para fortalecer la sensación de pertenencia a un grupo.

En España, conviven diferentes grupos de población con diferentes tradiciones culturales y alimentarias que pueden marcar un reto significativo en los hábitos alimenticios de las personas inmigrantes a medida que se adaptan a su nuevo entorno.

Por lo tanto, la elección de los alimentos no solo está determinada por lo que se considera sabroso, sino que, como ocurre en algunas culturas, las creencias religiosas juegan un papel fundamental, ya que en ciertos casos prohíben o restringen el consumo de ciertos productos, ya sea de manera permanente o temporal. En la siguiente Tabla 1 se muestran las características dietéticas de algunos grupos religiosos:

Tabla 1. Características dietéticas de algunos grupos religiosos

Comunidad	Bebidas prohibidas	Alimentos prohibidos	Formas de consumo	
Musulmana	Bebidas alcohólicas	Carne de cerdo y derivados Sangre Carne de animales carroñeros Reptiles e insectos	La carne debe ser <i>halal</i> ^a	Períodos de ayuno regulares (<i>Ramadán</i>)
Judía	-	Carne de cerdo, liebre, caballo, camello, tejón, avestruz, animales carroñeros Insectos Sangre Huevos de aves o peces no <i>kosher</i> ^b	La carne, la leche y los huevos, vino, deben ser <i>kosher</i> ^b	No se pueden cocinar y/o consumir juntos carnes y lácteos
Hindú	Bebidas alcohólicas	Carne de vaca	Mayoritariamente vegetarianos; raras veces comen pescado	Períodos de ayuno regulares

^a *Halal*: permitidos en la alimentación musulmana según las directrices recogidas en el Corán y en los hadices.

^b *Kosher*: alimentos permitidos en la alimentación judía según los principios alimentarios recogidos en la Torá y el Talmud. **Fuente:** modificada de Varela et al. (2009).

Por todo ello, la población inmigrante, proveniente de diversos orígenes, ha tenido que adaptar sus hábitos alimentarios por diferentes razones. Aunque, en algunos casos, las personas inmigrantes intentan mantener los procedimientos y tradiciones culinarias de sus países de origen, muchas veces se ven obligados a modificar ciertos ingredientes o a recurrir a productos preelaborados que se comercializan en tiendas especializadas en alimentación internacional.

En ocasiones, la dificultad para encontrar alimentos específicos en el mercado español condiciona significativamente sus patrones alimentarios, ya que no siempre pueden acceder a los productos típicos de su país, o bien, porque muchos de los alimentos españoles también son de su agrado. Por otro lado, no solo han tenido que adaptar sus hábitos alimentarios en términos de los alimentos que consumen, sino también en cuanto a horarios y número de comidas, debido a los trabajos que desempeñan y, sobre todo, a su proceso de adaptación a la cultura y sociedad españolas.

Por todo esto, para comprender mejor a este grupo poblacional, es crucial conocer los hábitos alimentarios de sus países de origen. Un análisis global de los alimentos que consumían en sus países muestra que su dieta se ajusta, en términos generales, a los patrones dietéticos recomendados, como, por ejemplo, con un alto consumo de alimentos ricos en hidratos de carbono complejos, como arroz, tubérculos (patata o yuca) y tortas de maíz en el caso de la población procedente de América Central y del Sur; cuscús, arroz y mijo en el caso de África; y arroz y soja en las personas procedentes del sudeste asiático (Ngo y Vidal, 2008).

En un estudio en el que se investigaron estas cuestiones, llevado a cabo con 724 personas in-

migrantes residentes en España durante, al menos, 2 años, se observó que, en cuanto a la ingesta dietética global, más del 50 % de los participantes dejaron de consumir ciertos alimentos al llegar a España, señalando que la razón principal era la imposibilidad de encontrarlos en nuestro país (Varela et al., 2009). En cuanto al patrón de ingesta a lo largo del día, destacaron que los alimentos más comunes en el desayuno fueron la leche y el café; el 80 % de los participantes consideró la comida del mediodía como la principal del día, siendo este porcentaje aún más alto entre los participantes de América Central y del Sur; el arroz fue el alimento más consumido en esta comida por la población procedente de América Central y del Sur, y de Asia; y un 73,7 % de las personas que participaron en el estudio indicaron que incluían carne de vacuno en esta comida del mediodía; y, por último, en la cena, el 50 % de los participantes indicó que consumía ensalada, siendo especialmente frecuente entre las personas originarias de Europa del Este, quienes también incluyeron otras verduras y hortalizas en esa comida.

2.1.2 Patrón dietético e ingesta de nutrientes en la población inmigrante

En el estudio citado previamente, en el que se investigaron el patrón dietético y la ingesta de nutrientes de la población inmigrante residente en España (Varela et al., 2009), se observó que la ingesta media de energía superó la recomendada, tanto en mujeres (América Central y del Sur: 145 %; Europa del Este: 141 %; África: 125 % y Asia: 103 %), como en hombres (América Central y del Sur: 110 %; Europa del Este: 104 %; África: 109 % y Asia: 106 %). Por otro lado, el perfil calórico medio, el aporte de energía por los macronutrientes, se ajustó prácticamente a las recomendaciones recogidas en el estudio, destacando que el porcentaje de energía suministrado por los lípidos a la dieta total no superó en ningún caso el 35 %, si bien se observó un elevado porcentaje de ácidos grasos saturados en relación con la energía total.

Estos datos reflejan tendencias en la alimentación de las personas inmigrantes, con diferencias significativas en la ingesta de energía según la región de procedencia, lo que puede contribuir a desequilibrios nutricionales en la población inmigrante.

En el mismo estudio (Varela et al., 2009), se observó que el consumo de ciertos micronutrientes no alcanzó el 80 % de las ingestas recomendadas, en concreto: zinc (en mujeres de África y Asia); vitamina E (en hombres y mujeres de todas las procedencias); vitamina A (en hombres de todas las procedencias y en mujeres de América Central y del Sur, y Asia); vitamina D (en hombres y mujeres de Asia) y ácido fólico (en mujeres de África). Por otro lado, el aporte de proteínas, de fósforo, tiamina, niacina, vitamina B12 y vitamina C superó el 150 % de las recomendaciones, en todas las personas que participaron en el estudio. El consumo de fibra en todos los grupos estuvo por debajo de las recomendaciones: Europa del Este: 23,7 g/día; África: 21,3 g/día; América Central y del Sur: 23,3 g/día; Asia: 21,1 g/día. La relación entre vitamina E (mg) y ácidos grasos poliinsaturados (g) no superó el valor recomendado de 0,4 en ninguna de las poblaciones (Europa del Este: 0,18 g/día; África: 0,15 g/día; América Central y del Sur: 0,19 g/día; Asia: 0,37 g/día). El grupo de población procedente de Asia fue el que mostró la mejor densidad de nutrientes en su dieta.

En población adulta, un estudio llevado a cabo entre los años 2005 y 2009, con 68 personas inmigrantes en la Comunidad de Madrid, sugiere la existencia de un consumo inadecuado de ciertos

micronutrientes. En ambos sexos, la ingesta media de energía fue inferior a las recomendaciones, especialmente en los hombres ($70,5 \pm 22,8$ % de las ingestas recomendadas). En las mujeres las ingestas de hierro, magnesio, zinc, potasio, ácido fólico, vitamina D y vitamina E no alcanzaron el 80 % de las ingestas recomendadas, y en los hombres no alcanzaron este valor las de magnesio, zinc, ácido fólico, vitaminas B2, A y D. Los perfiles calórico y lipídico, sin diferencias entre sexos, se desviaron de las recomendaciones. Las deficiencias en micronutrientes detectadas sitúan a esta población inmigrante como de especial riesgo nutricional y sugieren la necesidad de un tratamiento desagregado en función del país de procedencia (Ávila et al., 2019). Un estudio realizado en 200 personas procedentes de Ecuador y residentes en la Región de Murcia mostró un déficit de consumo de fibra, vitamina E, yodo y folato. También se observó una ingesta reducida de hierro en las mujeres inmigrantes (Neira, 2014). En un estudio realizado por Montero et al. (2017) en el que se comparó la dieta de adolescentes de origen marroquí residentes en Madrid con la de adolescentes, también de origen marroquí, residentes en Ouarzazate (Marruecos), se evaluó la calidad de la alimentación y el impacto de la migración en sus hábitos dietéticos, y se observó que los adolescentes residentes en Ouarzazate (Marruecos) presentaron una mayor adherencia a la dieta mediterránea con ingestas adecuadas de fibra (por encima de las cantidades recomendadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS, 2003) -más de 30 g/día- y por encima de 14 g/1000 kcal, cantidad considerada un factor protector del riesgo cardiovascular) y niveles más bajos de colesterol. En cambio, el grupo de adolescentes residentes en Madrid mostró un consumo significativamente mayor de colesterol y menor ingesta de fibra, por debajo de las cantidades recomendadas en la mayoría de los casos, algo preocupante, para los autores, en términos de riesgo cardiovascular. A pesar de estos cambios, muchos adolescentes inmigrantes conservaron costumbres alimentarias tradicionales de su país, como el consumo de pan casero, carne *halal* y la costumbre de comer en familia desde un único plato central. No se encontraron diferencias significativas en la calidad de la dieta según el nivel educativo de los padres. Sin embargo, sí se observó que el proceso de migración provocó cambios en los hábitos alimentarios de la muestra residente en Madrid; se adquirieron nuevos comportamientos alimentarios similares a los de la población adolescente española, como el consumo de refrescos, bollería industrial y aperitivos, lo que dio lugar a una alta contribución en sus dietas de azúcares simples añadidos y grasas saturadas, sin diferencias destacadas por sexo, algo que sí se observó en el consumo de bebidas alcohólicas, que fue significativamente mayor en los chicos que en las chicas.

2.1.3 Factores que influyen en la ingesta dietética de la población inmigrante

La ingesta dietética de las personas inmigrantes está determinada por una combinación de factores individuales, socioculturales y estructurales que afectan a sus hábitos alimenticios y patrones de consumo. Entre los factores individuales se incluyen los demográficos, el estado de salud y los conocimientos sobre nutrición que pueden variar según el país de origen. Los factores socioculturales abarcan las costumbres y tradiciones alimentarias que las personas inmigrantes traen consigo y que pueden ser difíciles de mantener en su nuevo entorno, a menudo debido a la falta de

disponibilidad o al elevado coste de ciertos alimentos tradicionales, y a las condiciones de empleo. Además, los factores estructurales, como el acceso a alimentos asequibles y la inseguridad alimentaria, influyen en su elección de alimentos (Elshahat y Moffat, 2020) (Zou et al., 2022).

Existe una compleja interacción entre estos factores y la exposición a las particularidades y tradiciones del país de acogida, lo que determina en qué medida los inmigrantes pueden modificar sus actitudes y conocimiento sobre los alimentos, sus preferencias de sabor y sus comportamientos de compra y preparación de comida, y que pueden afectar a la ingesta alimentaria de las personas inmigrantes de tres maneras principales: mantener sus patrones dietéticos tradicionales; adoptar por completo los hábitos alimentarios del entorno anfitrión o integrar aspectos de ambos, conservando algunas prácticas dietéticas tradicionales (Landman y Cruickshank, 2001) (Sanou et al., 2014) (Elshahat y Moffat, 2020) (Zou et al., 2022).

Son múltiples y variadas las razones que explican estos cambios. Así, la residencia prolongada en el país de acogida, junto con un nivel educativo adecuado, mayores recursos económicos, empleo fuera del hogar y fluidez en el idioma local, incrementan la exposición a la cultura predominante fomentando la aculturación dietética entre las personas inmigrantes y provocando cambios en sus patrones alimentarios tradicionales. Además, el acceso a nuevos productos alimenticios también puede modificar los hábitos de compra y consumo de alimentos tanto en el hogar como en restaurantes, mientras que la falta de disponibilidad de ingredientes tradicionales puede incentivar el consumo de productos del país anfitrión. También se ha visto que, cuando los alimentos tradicionales resultan costosos o requieren mucho tiempo para su preparación, es posible que se opte por alimentos altamente procesados o por aumentar la frecuencia de consumo en establecimientos de comida rápida (Satia-Abouta et al., 2002, 2003).

A continuación, se resumen los factores que influyen en la ingesta dietética de la población inmigrante residente en España identificados en estudios previos, los cuales se agrupan en dos categorías: individuales, y socioculturales y estructurales (Benazizi et al., 2018, 2019, 2021, 2022) (Badanta et al., 2021) (Urrego-Parra, 2022) (Chuquitarco-Morales et al., 2024) (Rodríguez-Guerrero et al., 2024a, b).

Factores individuales

En relación con el país o zona de procedencia, las investigaciones muestran un mejor cumplimiento de recomendaciones de ingesta de macronutrientes en población de origen ecuatoriano, y de dieta mediterránea, energía y grasas en población marroquí. Se ha observado un consumo excesivo de dulces y refrescos en personas procedentes de América Central y del Sur, y peor cumplimiento de recomendaciones para micronutrientes y vitamina D en personas de origen marroquí. La población adolescente procedente de Marruecos muestra un peor patrón dietético (consumo excesivo de calorías, proteínas, grasas saturadas, azúcares simples y consumos deficitario de fibra) y peor cumplimiento de la dieta mediterránea (Benazizi et al., 2018, 2019, 2021, 2022).

Un mayor tiempo de residencia se asocia a un mejor cumplimiento de dieta mediterránea, mayor ingesta de fibra, aceite de oliva, verduras y pescado, y menor ingesta de refrescos y comida rápida en población latinoamericana; también se asocia a una mayor similitud a la dieta de la población española (Benazizi et al., 2019).

Los estudios con población adolescente muestran que, con mayor tiempo de residencia en España, mejoran los patrones dietéticos y la adquisición de patrones alimentarios más saludables. Otros, sin embargo, muestran un mayor consumo de carne y bollería. En el colectivo rumano se observó un mayor porcentaje de alimentación inadecuada y existió un elevado consumo de embutidos, bollería, dulces y aperitivos salados, y menor consumo de frutas, zumos de frutas y verduras (Benazizi et al., 2019).

Factores socioculturales y estructurales

Estudios con familias inmigrantes de origen latinoamericano, con padre y madre que trabajan, muestran que tienen dificultades para cocinar comida casera y suelen recurrir a opciones menos saludables, como comer comida rápida. Debido a su limitado poder adquisitivo, algunas personas tienen dificultades para comprar productos de sus países de origen, que suelen ser más costosos, por lo que optan por priorizar el precio y aprovechar las ofertas disponibles en los supermercados. (Benazizi et al., 2018, 2019, 2021, 2022) (Chuquitarco-Morales et al., 2024).

Las condiciones de empleo (horas de trabajo al día y días de trabajo a la semana, y ocupación) no influyeron en el seguimiento de la adherencia a la dieta mediterránea de personas trabajadoras de origen marroquí, ecuatoriano y colombiano, siendo esta mayor en aquellas personas con más tiempo de residencia en España. Este patrón difiere de lo observado en poblaciones de origen chino, donde se observa que las condiciones de trabajo explican, en gran medida, sus patrones dietéticos, atribuido, en parte, a la falta del tiempo que requiere la preparación de los platos tradicionales de su cultura (Benazizi et al., 2018, 2021).

Las personas ecuatorianas cuyo trabajo está relacionado con la agricultura presentan peor cumplimiento de recomendaciones de nutrientes, y mejor aquellas que lo hacen en restaurantes y en otros empleos del sector servicios (Benazizi et al., 2018, 2019, 2021, 2022) (Badanta et al., 2021) (Chuquitarco-Morales et al., 2024).

Estudios realizados con personas inmigrantes trabajadoras eventuales o temporeras en Andalucía, La Rioja, Murcia y Cataluña muestran que las condiciones de trabajo desfavorables de este colectivo (bajos recursos económicos, situaciones de alojamientos en inadecuadas condiciones y largas jornadas de trabajo) redundan en sus comportamientos dietéticos e inseguridad alimentaria (Urrego-Parra, 2022) (Rodríguez-Guerrero et al., 2024a, b).

En el caso de la población de origen marroquí, la importancia de los factores culturales y/o religiosos se observa en el bajo consumo de carnes procesadas a base de cerdo, por ejemplo. Estos alimentos no son admitidos por motivos religiosos ni forman parte de su cultura alimentaria. En este colectivo, se ha observado que vivir en pareja se relaciona con una mayor variedad dietética.

Se ha señalado también la influencia del nivel educativo: a mayor nivel educativo, mejor cumplimiento de las recomendaciones y consumo de alimentos más saludables. Y se ha observado un mejor cumplimiento de dieta mediterránea en adolescentes cuyos padres tienen trabajos cualificados y madres con estudios universitarios.

2.2 Ingesta dietética de la población inmigrante en otros países europeos

Algunas instituciones públicas de diversos países de la Unión Europea con competencia en materias relacionadas con la seguridad alimentaria han facilitado, a través de los puntos focales de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), información sobre el estado nutricional o la dieta de las personas extranjeras residentes en dichos países, así como sobre las medidas de gestión o de comunicación del riesgo dirigidas a la población inmigrante sobre esta materia. Aunque este informe no incluye la evaluación de la ingesta y la situación nutricional en la infancia, por su relevancia se aporta en este apartado la información recibida desde los puntos focales sobre este colectivo:

- En un estudio llevado a cabo en Austria (BMSGPK, 2021) sobre el comportamiento nutricional de los niños en edad escolar se observó que, aunque no hubo diferencias en el consumo diario de fruta y verdura entre el alumnado de origen inmigrante y el que no lo era, sí existieron en el consumo de dulces y refrescos, siendo mayor en el alumnado de origen inmigrante, que también tenía tendencia a consumir comida rápida y bebidas energéticas con mayor frecuencia.
- En Francia, en un estudio realizado por Miszkowicz et al. (2017), se analizó la dieta de personas inmigrantes francófonas atendidas en la Oficina Francesa de Inmigración e Integración (OFII) en París, destacando que su alimentación mostraba particularidades respecto a la población general en Francia: consumían menos frutas, verduras y lácteos, pero más pescado, carne y huevos. Factores culturales, económicos y de accesibilidad influyeron en estas diferencias. Además, casi la mitad de las personas encuestadas consumía a diario alimentos grasos, salados o azucarados, especialmente quienes tenían menor nivel educativo. El estudio subrayó la necesidad de adaptar mensajes de prevención para esta población, aunque se reconocían limitaciones metodológicas y posibles sesgos que debían tenerse en cuenta al interpretar los resultados.
- En Grecia, Chatzivagia et al. (2019) elaboraron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la ingesta nutricional y los hábitos dietéticos de los beneficiarios del Fondo de Ayuda Europea a los más Necesitados (FEAD, *Fund for the European Aid to the most Deprived*), que incluyó a personas inmigrantes, siempre que pudieran comunicarse en griego por sí mismas o a través de un apoderado. Los resultados mostraron que una proporción alarmante de las personas beneficiarias de los programas de asistencia alimentaria seguían sufriendo malnutrición energética y proteica. Tenían una ingesta baja de alimentos proteicos y energéticos, y a menudo omitían comidas, especialmente el desayuno. Además, presentaban un consumo reducido de carne, pescado, mariscos, aceites y frutos secos. La dieta de estas personas mostraba un cambio hacia productos vegetales, con mayor ingesta de carbohidratos y fibra, pero con menor consumo de grasas saludables. También se observó una alta prevalencia de sobrepeso y obesidad, lo que refleja la doble carga de la malnutrición. A pesar de los esfuerzos, el programa de asistencia alimentaria no logró mejorar adecuadamente la calidad dietética de esta población vulnerable, lo que subraya la necesidad de adaptar la distribución de alimentos y proporcionar educación nutricional. Otro estudio reciente (Michalis et al., 2023) tuvo como objetivo la discusión sobre las experiencias, las necesidades prácticas y los sentimientos de 22 personas inmigrantes del

Open School of Immigrants en Ática (Grecia) relacionados con el manejo de la salud, la dieta y la seguridad alimentaria, concluyendo que la falta de tiempo, el elevado coste de los alimentos saludables y la falta de conocimiento fueron los obstáculos más comunes para seguir una dieta saludable.

- En los Países Bajos se analizaron las costumbres alimentarias de las personas inmigrantes procedentes de Turquía y Marruecos, destacando diferencias clave respecto a los hábitos de la población autóctona (informe *Voedingscentrum* de 2016). Se observó que las personas inmigrantes de origen turco y marroquí residentes en los Países Bajos, al igual que la población holandesa autóctona, consumían menos cantidad de verdura y fruta de lo recomendado. Por otro lado, señalan que las personas de origen marroquí tenían una ingesta menor de ácidos grasos saturados en comparación con las autóctonas, y una ingesta más alta de hierro hemo y vitamina B12. También señalan que la ingesta de calcio de la población residente de origen marroquí era relativamente baja debido al menor consumo de productos lácteos (aunque no deficitaria). En cuanto a la dieta de las personas inmigrantes de origen turco residentes en Países Bajos, se caracterizaba por una base cultural rica en alimentos tradicionales saludables, aunque mostraba desequilibrios en nutrientes clave en comparación con la población autóctona holandesa. En particular, destaca un mayor consumo de grasas saturadas, proteínas animales y azúcares añadidos, y una menor ingesta de calcio, vitamina A, omega-3 y agua. Estos desequilibrios pueden contribuir al mayor riesgo de sobrepeso y problemas metabólicos observados en la infancia dentro de este grupo.

Se mencionaron aspectos como la influencia de la religión en la alimentación (como el consumo de carne *halal* y la prohibición de alcohol y productos derivados del cerdo en determinados grupos); el sobrepeso infantil (común entre los niños de origen turco y marroquí) y las actitudes hacia la comida, como la tendencia a no desperdiciar alimentos y a evitar que los niños pasen hambre. También se destacó la falta de conciencia sobre las señales de saciedad en los niños. También, en los Países Bajos se han llevado a cabo estudios en personas residentes en Ámsterdam de diferentes orígenes étnicos sobre las diferencias en cuanto a su estado de salud, como el estudio HELIUS (2024) o el estudio realizado por de Boer et al. (2015) sobre la nutrición de personas inmigrantes de origen marroquí, turco o surinamés residentes en dicha ciudad, en los que se observa que estas personas suelen seguir dietas influenciadas por sus creencias religiosas y tradiciones culinarias. Estas dietas suelen incluir alimentos típicos de sus países de origen y un menor consumo de grasas saturadas. Se observó que, por ejemplo, las personas de origen turco habitantes en Ámsterdam solían comer más fruta que las personas holandesas nativas; aquellas de origen surinamés y marroquí consumían relativamente menos cantidad de grasas no saludables (saturadas). Debido a la diferente elección de alimentos, estos grupos en promedio obtenían, a través de la dieta, menos fibra dietética, calcio, vitamina A y, las mujeres, entre ellos, menos vitamina B1. Además, la población de origen surinamés obtenía menos hierro y magnesio a través de la dieta. En general, en los grupos de población inmigrante objeto de estudio, el sobrepeso y la obesidad eran más comunes que en los holandeses nativos.

Más recientemente se han publicado también datos en Alemania correspondientes al año 2021 donde se observa una menor ingesta de vitamina D entre mujeres inmigrantes cuando se comparó con las mujeres no migrantes (Taghvaei et al., 2022).

3. Estado nutricional de la población inmigrante. Condiciones clínicas relacionadas con la nutrición

3.1 Sobrepeso y obesidad. Complicaciones

3.1.1 Prevalencia de sobrepeso y obesidad entre la población inmigrante

En la Región Europea de la OMS, según estimaciones estandarizadas por edad para el año 2016, la prevalencia de obesidad entre la población adulta fue superior a la de cualquier otra región de la OMS, alcanzando proporciones epidémicas en dicha región y siendo España uno de los países de la Unión Europea con mayor prevalencia de obesidad y sobrepeso. La OMS estima que el 59 % de los adultos tienen sobrepeso u obesidad, y más de la mitad de los adultos, en 50 de los 53 Estados miembros de la Región Europea, padecen sobrepeso u obesidad. Los niveles son más altos entre los hombres (63 %) que entre las mujeres (54 %) en toda la Región Europea de la OMS y en la mayoría de los países, con una prevalencia cercana o superior al 70 % para los hombres en varios países. El sobrepeso afectaría al 41 % de los hombres y al 30 % de las mujeres adultas, y la obesidad al 24 % de las mujeres y al 22 % de los hombres adultos, siendo los países mediterráneos y los del este de Europa los que presentarían las cifras más elevadas. La prevalencia de exceso de peso en esta región ha aumentado desde 1975 en un 51 % y la obesidad en un 138 %, especialmente en los hombres (OMS, 2022). Además, ninguno de los 53 Estados miembros de la Región comprometidos con el objetivo mundial de la OMS sobre las enfermedades no transmisibles está en vías de alcanzar la meta de detener el aumento de la obesidad (OMS, 2021).

Según los resultados del estudio ENE-COVID, sobre la situación ponderal de la población adulta en España en 2020, un 55,8 % de la población residente en España mayor de 18 años presentaba exceso de peso (18,7 % obesidad y 37,1 % sobrepeso), siendo la prevalencia de obesidad severa del 4,9 % (Estudio ENE-COVID, 2023). Los últimos datos disponibles en adultos (con edad igual o superior a 18 años), que corresponden con la Encuesta Europea de Salud 2020, indican que en España la prevalencia de obesidad es del 17 % en hombres y del 16 % en mujeres, la prevalencia de exceso de peso es del 45 % en hombres y del 31 % en mujeres, y la prevalencia de obesidad severa alcanza al 8 % de la población adulta (6 % hombres y 9 % mujeres) (Ministerio de Sanidad, 2020). El exceso de peso en adultos se ha mantenido estable en torno al 54 % desde 2011 hasta 2020, aunque en las mujeres el exceso de peso (pero no la obesidad) ha aumentado en ese periodo (AESAN, 2020). La prevalencia de sobrepeso y obesidad puede incluso seguir aumentando, lo que hace que la prevención de la obesidad sea una prioridad en el futuro próximo para la salud de la población y también para la sostenibilidad de los sistemas sanitarios (OMS, 2022).

Respecto a otras situaciones ponderales, según datos de la Encuesta Europea de Salud 2020 la prevalencia de bajo peso en adultos es del 2 % (3 % mujeres y 0,8 % hombres) (Ministerio de Sanidad, 2020).

Por otro lado, como se ha comentado anteriormente, según datos recientes de la Oficina Estadís-

tica de la Unión Europea (Eurostat, 2024a), en el año 2022, España fue el segundo país de la Unión Europea con mayor porcentaje de población inmigrante (18 % del total de inmigrantes en los países de la Unión Europea), solo precedido por Alemania. Durante las dos últimas décadas, España ha experimentado un intenso crecimiento de la población inmigrante procedente, mayoritariamente, de Colombia, Venezuela y Marruecos (INE, 2025a). Sin embargo, y a pesar de esta tendencia, así como de la importancia del lugar de nacimiento y del proceso migratorio como determinantes de la desigualdad, pocos estudios se han centrado en las desigualdades en obesidad entre población inmigrante y autóctona en España.

Se ha descrito un aumento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad entre la población inmigrante. Este fenómeno se ha explicado a través de la teoría del «fenotipo ahorrativo», que postula que ciertos grupos étnicos, al haber desarrollado mecanismos de resistencia a la insulina en contextos de escasez alimentaria, pueden volverse más vulnerables a la obesidad y sus complicaciones, como la diabetes tipo 2, cuando se trasladan a otros países y entran en contacto con un ambiente más obesogénico, con dietas con un mayor aporte de alimentos de alta densidad energética, ricas en azúcares simples y estilos de vida más sedentarios (Hales y Barker, 2001) (Astrup et al., 2008) (Siddiqui et al., 2019). Se ha publicado recientemente una revisión sistemática y un metanálisis que evalúa estos aspectos (Bueno et al., 2023). El análisis de los datos mostró que las personas inmigrantes en edad adulta experimentan una mayor prevalencia de diabetes tipo 2 que las poblaciones de destino (RP (Razón de Prevalencia): 1,48; IC 95 % (Intervalo de Confianza del 95 %): 1,35-1,65) y origen (RP: 1,80; IC 95 %: 1,40-2,34). Del mismo modo, existe un exceso significativo de prevalencia de obesidad en la población infantil inmigrante (RP: 1,22; IC 95 %: 1,04-1,43), aunque no entre la población adulta inmigrante (RP: 0,89; IC 95 %: 0,80-1,01).

Varios estudios realizados en Estados Unidos y Europa han mostrado importantes variaciones en la prevalencia de obesidad entre la población inmigrante y la población autóctona del país de acogida (Agyemang et al., 2024), sin embargo, existen muy pocos estudios realizados en población española. En este sentido, Marín-Guerrero et al. (2010) analizaron la prevalencia de obesidad en personas inmigrantes residentes en Madrid. En el estudio que llevaron a cabo se observó que el porcentaje de personas con obesidad fue mayor entre la población inmigrante que entre la población española, a excepción del grupo de las personas procedentes de países de Europa occidental. Según el género, los inmigrantes varones de Europa del Este y América Central y del Sur, y las mujeres procedentes de África-Asia y Europa del Este mostraron mayores índices de obesidad.

El tiempo de residencia de las personas inmigrantes y la obesidad ha mostrado sistemáticamente una asociación positiva en diversos estudios realizados en Estados Unidos y Canadá. Sin embargo, los estudios en países europeos han obtenido resultados menos consistentes. En Francia, por ejemplo, en el año 2014, se llevó a cabo una encuesta sobre los riesgos alimentarios y sanitarios para las personas inmigrantes en situación precaria, dentro de uno de los programas de Médicos del Mundo en Francia (Chappuis et al., 2017). La encuesta se realizó en siete centros y reveló que el 78,5 % de las personas inmigrantes vivía en hogares con limitado acceso a alimentos, gastaban 2,5 euros diarios en comida, con un promedio de 2,2 comidas al día, y el 45,9 % pasó al menos 1 día sin comer en el último mes. Solo el 42 % había recurrido a organismos de ayuda alimentaria. Respecto

al estado nutricional, el 34,1 % presentaba sobrepeso y el 18,7 % obesidad. Los resultados destacaron la necesidad de garantizar el acceso a alimentos saludables y adaptar acciones preventivas. En un estudio llevado a cabo en Países Bajos, por Garszen et al. (2003) sobre los riesgos de mortalidad entre las personas extranjeras y las nativas, se observó que, entre 1996 y 2001, el riesgo de mortalidad de las personas extranjeras no occidentales en los Países Bajos fue significativamente más alto que el de la población nativa, especialmente antes de los 35 años. Sin embargo, en los hombres marroquíes mayores de 35 años, el riesgo de mortalidad fue considerablemente más bajo que en los holandeses. En cuanto a la alimentación y nutrición, se destacó que los hábitos alimenticios saludables fueron factores protectores clave para los hombres marroquíes, que presentaban una tasa de mortalidad más baja en enfermedades cardiovasculares y cáncer en comparación con los holandeses. Estos hábitos, que incluían, además, menor consumo de tabaco y alcohol, podrían explicar la menor mortalidad observada entre los hombres marroquíes. Los autores concluyeron que investigar los hábitos alimenticios y su impacto en la salud de la población marroquí, así como de otros grupos no occidentales, tiene una alta relevancia para la salud pública en los Países Bajos.

En cuanto a España, en un estudio de Gutiérrez-Fisac et al. (2010) se encuestó a 7155 personas mayores de 18 años residentes en la ciudad de Madrid, entre noviembre de 2004 y mayo de 2005. Se recogió información sobre la condición de inmigrante (país de nacimiento); tiempo de residencia en España; obesidad; características sociodemográficas y estilo de vida. En comparación con la población española, el *Odds Ratio* (OR) de obesidad en la población inmigrante según el tiempo de residencia fue menor que 1 en todos los grupos, aproximándose a 1 a medida que aumentaba el tiempo de residencia (OR: 0,67; 0,73 y 0,81 para personas inmigrantes con menos de 2, 2-4 y 5-9 años de residencia en España, respectivamente), hasta los 10 o más años de residencia, en que disminuyó (OR: 0,69). Es decir, a medida que las personas inmigrantes pasaban más tiempo en España, su riesgo de desarrollar obesidad se acercaba al de la población española, sin embargo, después de 10 años, este riesgo volvía a reducirse ligeramente. La magnitud de esta asociación se redujo considerablemente tras ajustar por variables sociodemográficas y de salud percibida, pero no se modificó más tras ajustar por variables de estilo de vida.

Posteriormente, en el estudio AFINOS (Esteban-Gonzalo et al., 2015) se compararon las prevalencias de sobrepeso en población adolescente nativa española y población inmigrante, residentes en la Comunidad de Madrid, y si la duración de la residencia afectaba al riesgo de que la población inmigrante tuviese sobrepeso. La población de estudio fue una muestra representativa de personas adolescentes de 13 a 17 años (n= 2081, 1055 mujeres). Los datos se recogieron entre noviembre de 2007 y febrero de 2008 mediante una encuesta transversal en la que se utilizó la altura y el peso autoinformados para calcular el Índice de Masa Corporal (IMC). En general, no se detectaron diferencias significativas en el riesgo de sobrepeso entre la población nativa española y la población inmigrante. Sin embargo, las personas inmigrantes que residían en España desde hacía 6 años o menos sí mostraban un mayor riesgo de sobrepeso que la población adolescente española (OR: 1,57) y que la población inmigrante que llevaban viviendo en España más de 6 años (OR: 1,98). Los cambios en el estilo de vida asociados a una mayor duración de la residencia en España parecen tener un efecto ligeramente protector sobre el riesgo de sobrepeso en la población inmigrante.

En otro estudio realizado en población infantil y adolescente autóctona e inmigrante, de 2 a 14 años y residentes en España, se analizó la prevalencia de sobrepeso/obesidad, y se exploró su relación con factores socioeconómicos, hábitos y condiciones de vida y salud (Moncho et al., 2022). Este estudio utilizó datos de la Encuesta Nacional de Salud de 2017, que recoge información sanitaria de la población residente en España y se ajustaron modelos de regresión logística multivariante para estimar el riesgo de sobrepeso/obesidad. La muestra final consistió en 2351 hogares. La población infantil de origen inmigrante presentó una prevalencia global de sobrepeso y/u obesidad significativamente mayor que la población nativa, tanto en niños (40,5 % frente a 29,5 %) como en niñas (44,8 % frente a 30,3 %), y un mayor riesgo ajustado de sobrepeso/obesidad (OR: 1,67). Además, se observó que la población infantil de origen inmigrante tenía mayor riesgo de consumir refrescos azucarados, hacer menos ejercicio y utilizar más los dispositivos electrónicos. En conclusión, los autores señalan que el mayor riesgo de adquirir diferentes hábitos que pueden contribuir a desarrollar sobrepeso y de tener sobrepeso/obesidad en población infantil de origen inmigrante debería orientar las políticas e intervenciones de salud pública, haciendo hincapié en los grupos de mayor riesgo e incorporando consideraciones sobre desigualdades socioeconómicas. Según concluyen los autores, conocer las variables sociodemográficas que pueden promover la obesidad infantil, incluyendo el origen del niño, proporcionaría una herramienta adecuada para intervenir en la prevención y/o reducción del exceso de peso en las comunidades más vulnerables, adaptando las estrategias y políticas a cada grupo de población y a sus necesidades. En este sentido, las intervenciones dirigidas a lograr la adquisición y desarrollo de hábitos y patrones alimentarios saludables, tanto para los niños como para sus familias, tendrán un impacto positivo en su salud y en la salud de la futura población adulta. Por ello, las políticas e intervenciones de salud pública dirigidas a la prevención y tratamiento de la obesidad infantil deben incorporar un enfoque sensible y claro sobre las desigualdades sociales y económicas, haciendo hincapié en los grupos de mayor riesgo como puede ser la población inmigrante (Moncho et al., 2022).

En un estudio realizado en Cataluña (González-Solanellas et al., 2011), se evaluaron los patrones alimentarios y el estado nutricional de una muestra aleatoria de 201 personas atendidas en un centro de salud urbano, con una edad media de 32,81 años (Desviación Estándar (DE): 6,72), que incluía un 62,7 % de personas migrantes (126) (lugar de procedencia: 63 personas de procedencia asiática: 38 personas de procedencia filipina y 25 personas de procedencia indo-pakistani; de otros países europeos: 17 personas; de América latina y Caribe: 37 personas; de Marruecos: 9 personas). Se observó un aumento de la prevalencia de obesidad en la población inmigrante (44,4 % *versus* 20,3 %; $p=0,001$), así como un aumento del porcentaje de personas con obesidad visceral, evaluada por la circunferencia de la cintura. El porcentaje de personas que referían practicar ejercicio físico fue menor en la población inmigrante (42,1 % *versus* 62,7 %; $p=0,013$).

En el municipio de Villanueva de la Cañada, de Madrid (Ávila et al., 2019), se analizó la ingesta dietética de una muestra de 68 personas inmigrantes que acudían a charlas de orientación y ayuda, organizadas por el ayuntamiento de dicha localidad, con una edad media de 36,8 años (± 10 años) en mujeres y 31,7 años ($\pm 7,1$ años) en varones. Esta población procedía, fundamentalmente, de América Central y del Sur (66,2 %), en menor medida de Centroeuropa y Europa del Este (19,1 %) y

minoritariamente de África (10,3 %). La prevalencia de obesidad, definida por un IMC superior a 30 kg/m² fue de 15,9 % en mujeres y 20,8 % en hombres, y de sobrepeso (IMC: 25-30 kg/m²) del 34,1 % de mujeres y 37,5 % en hombres.

3.1.2 Factores de riesgo de obesidad entre la población inmigrante

Cuando las personas emigran, generalmente experimentan un desarraigo, no solo de su entorno, sino también de su familia, lo que se traduce en un desarraigo cultural que puede acompañarse de depresión y otros problemas de salud mental que predisponen al consumo de sustancias perjudiciales para la salud, no solo del alcohol, sino también de ciertos alimentos, rebasando los límites recomendables. Existen pruebas que sugieren que las poblaciones inmigrantes de países de renta baja o media que migran a países de renta alta muestran un cambio significativo en los comportamientos obesogénicos en la sociedad de acogida, y que estos cambios están asociados al desarraigo cultural. En una revisión sistemática se evaluaron estudios realizados en Estados Unidos con poblaciones inmigrantes procedentes de ocho países diferentes (Delavari et al., 2013). Seis estudios indicaron asociaciones generales positivas entre un mayor desarraigo respecto a su cultura de procedencia y el IMC, aunque en tres estudios se observó que a mayor desarraigo cultural menor IMC, principalmente entre las mujeres. Se desarrollaron varias hipótesis explicativas potenciales para estos patrones emergentes. El «efecto del inmigrante sano» puede disminuir con un mayor desarraigo cultural, ya que la cultura de acogida puede fomentar un aumento de peso, menos saludable, que las culturas de origen. Esto parece ser especialmente cierto en el caso de los hombres, y es probable que una forma rápida de transición nutricional contribuya a ello. Los resultados incoherentes observados en las mujeres pueden deberse a la interacción de las influencias culturales sobre la imagen corporal, la elección de alimentos y la actividad física. Es decir, el ideal occidental de un cuerpo femenino esbelto y la mayor valoración de la actividad y la forma física pueden contrarrestar el entorno alimentario obesogénico de las mujeres inmigrantes.

Actualmente se apunta a otros muchos factores como responsables del riesgo de obesidad en la población inmigrante, más allá del desarraigo cultural. Entre ellos destaca el ambiente donde viven las personas inmigrantes, que puede tener un papel importante en las conductas alimentarias y estilos de vida que estas adopten, favoreciendo la ganancia o disminución del peso corporal, del mismo modo que la necesidad de adaptarse a un entorno urbano. El lugar de socialización de las personas inmigrantes y sus creencias culturales y los roles de género, así como sus preferencias corporales configurarían la forma en que éstas adquirieran unos determinados hábitos alimentarios y conductas de salud. Y, por supuesto, el estatus socioeconómico y el grado de formación académica logrado modularían también estas asociaciones, con riesgo de aumentar el peso corporal, añadiendo vulnerabilidad a la condición de inmigrante. En este sentido, se han examinado las desigualdades en la obesidad según el lugar de nacimiento y el nivel educativo en hombres y mujeres en España. En un estudio transversal en el que se utilizaron datos de la Encuesta Nacional de Salud 2011-2012 y de la Encuesta Europea de Salud en España 2014, con 27 720 personas adultas de entre 18 y 64 años, de las cuales 2431 eran inmigrantes (Rodríguez-Alvarez et al., 2018), se observó una mayor probabilidad de obesidad en las mujeres inmigrantes y una menor probabilidad de obesidad

en los hombres inmigrantes, en relación con la población nativa, después del ajuste. Se observó heterogeneidad significativa para la asociación del lugar de nacimiento y la obesidad según la educación en los hombres: los hombres con niveles educativos más bajos presentaban una menor prevalencia de obesidad que los nativos con un nivel educativo similar. Este estudio sugiere que el lugar de nacimiento puede afectar al riesgo de obesidad en las mujeres y en los hombres. Sin embargo, esta relación entre el nivel educativo y la obesidad puede ser diferente en hombres y mujeres.

3.1.3 Complicaciones de la obesidad en la población inmigrante en España: diabetes tipo 2 y riesgo cardiometabólico

La obesidad visceral se asocia con un mayor riesgo de complicaciones metabólicas.

Algunos estudios han observado que la población inmigrante tiene un mayor riesgo de desarrollar problemas cardiometabólicos. En el año 2014, se realizó una revisión bibliográfica con el fin de conocer los factores de riesgo conductuales y biológicos de la enfermedad cardiometabólica en la población inmigrante en España (Fernandes et al., 2014). Se identificaron 117 artículos, aunque sólo 16 se incluyeron en la revisión. Trece estudios fueron publicados a partir de 2009. En total, 15 artículos correspondieron a estudios transversales y 1 a un ensayo no aleatorizado; 5 eran de base poblacional, 7 se realizaron en un entorno clínico y 4 en entornos mixtos (poblacional y clínico). En 9 estudios la muestra fue inferior a 500 participantes, y 15 estudios se realizaron a nivel local o regional. Trece artículos se centraron en los hábitos alimentarios y el estado nutricional, pero mostraron una heterogeneidad sustancial en los objetivos y los resultados. Algunos estudios encontraron que la frecuencia de obesidad era mayor en la población inmigrante que en la autóctona española, que el tiempo de residencia en España no se asociaba con la obesidad, y que los inmigrantes consumían menos tabaco y alcohol, pero realizaban menos actividad física que los nacidos en España. Esta publicación concluyó que la información y la evidencia científica sobre el estilo de vida y los factores de riesgo cardiometabólico entre la población inmigrante en España era bastante escasa, y no permite caracterizar el perfil de riesgo de esta población.

A pesar de la escasa producción científica, en estudios recientes se sigue poniendo de manifiesto el mayor riesgo de enfermedades cardiometabólicas en la población inmigrante. En un análisis realizado en la cohorte europea IDEFICS/I.Family que incluye población española, con 8745 niños de 2 a 17 años (Lindblad et al., 2023) se utilizaron modelos de regresión lineal para investigar la asociación entre el origen migrante de los progenitores (uno o dos progenitores inmigrantes frente a progenitores nativos) y el IMC, la puntuación del síndrome metabólico (SM) y sus componentes individuales. Las variables de resultado se parametrizaron como puntuaciones «z» específicas por edad y sexo. Se realizaron ajustes en función de la edad, el sexo, el país y el nivel educativo de los progenitores y, además, en función de los ingresos de estos, el estilo de vida, incluidos los factores dietéticos, y el IMC materno. Por término medio, los niños con dos progenitores inmigrantes tenían puntuaciones «z» más altas de IMC (DE: 0,24) y puntuación de SM (DE: 0,30) en comparación con los niños con progenitores nativos, mientras que no se observaron diferencias significativas en los niños con un progenitor inmigrante. Las asociaciones se atenuaron al controlar el IMC materno y

la actividad en clubes deportivos. El nivel educativo de los progenitores modificó las asociaciones con el IMC y las puntuaciones «z» de SM, de forma que fueron más pronunciadas en los niños con un bajo nivel educativo de los progenitores.

Igualmente, se realizó un estudio con 1080 adolescentes de 12, 14 y 16 años de edad, que asistían a 24 centros de enseñanza secundaria inscritos en el ensayo del Programa SI! en España (Martínez-Gómez et al., 2024). Tras evaluar las «trayectorias de salud cardiovascular» (CVH, *CardioVascular Health pathways*), definidas según los criterios de la *American Heart Association* como los cambios en el tiempo de los factores de riesgo cardiovascular (tabaquismo, IMC, actividad física, dieta, presión arterial, colesterol total y glucosa en sangre), se observó que los adolescentes de familias con ingresos medios-bajos, nivel educativo medio-bajo y origen inmigrante, pertenecían con mayor frecuencia a grupos con trayectorias de salud cardiovascular pobres o en declive y además presentaban mayor índice de prevalencia de sobrepeso/obesidad y síndrome metabólico a los 16 años.

Estos datos hacen necesario realizar intervenciones de prevención en etapas tempranas de la vida, prestando especial atención a las poblaciones vulnerables, como es la población migrante.

Respecto a las patologías metabólicas, los escasos datos disponibles en España sugieren que las personas inmigrantes con diabetes tipo 2 son, generalmente, más jóvenes que las personas nativas españolas y sin complicaciones graves, aunque con un control metabólico inferior al de la población autóctona (Franch-Nadal et al., 2013). Investigaciones realizadas en centros de atención primaria indicaron que la prevalencia de diabetes tipo 2 en inmigrantes de India y Pakistán era tres veces mayor que en la población española, y que su aparición era más temprana (Valerio et al., 2006). Algunos estudios han observado un aumento del riesgo de diabetes gestacional en mujeres residentes en España, procedentes del Magreb, Asia y Oriente Medio (Orós, 2023).

Por otro lado, se ha observado una mayor prevalencia de factores de riesgo cardiovascular entre la población inmigrante, lo que triplica el riesgo de enfermedades coronarias en comparación con la población española (Ortega et al., 2012).

En una revisión de la literatura científica publicada entre 1960 y 2018, llevada a cabo por Agyemang y van den Born (2018), sobre la carga de enfermedades no transmisibles entre grupos migrantes en países de ingresos altos, con especial atención a las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y la diabetes, se observó que la diabetes fue la única enfermedad no transmisible con prevalencia consistentemente mayor en todos los grupos inmigrantes comparados con las poblaciones locales, desarrollándose además a edades más tempranas. En cuanto a las enfermedades cardiovasculares, los riesgos varían: por ejemplo, el ictus fue más común en personas inmigrantes del África subsahariana y del sur de Asia, mientras que la cardiopatía coronaria fue más frecuente en la población inmigrante del sur de Asia y menos en los del norte de África. El riesgo también se incrementó con el tiempo de residencia. En el caso del cáncer, las personas inmigrantes en Europa presentaban menores tasas generales de morbilidad y mortalidad, excepto por los cánceres relacionados con enfermedades infecciosas, que eran más frecuentes, mientras que los cánceres vinculados al estilo de vida occidental fueron menos comunes en las personas inmigrantes europeas. No obstante, en América del Norte se observó un panorama más complejo, con algunos grupos mostrando tasas más altas de cáncer. En Australia, al igual que ocurría en Europa y Norteamérica,

se observan tasas elevadas de diabetes y variabilidad en las demás enfermedades no transmisibles según el origen. Los autores concluyen que los cambios en el estilo de vida tras la migración y el contexto del país de destino influyen notablemente en el riesgo de desarrollo de enfermedades no transmisibles. El estudio concluye, además, que se necesitan investigaciones más profundas, longitudinales y culturalmente contextualizadas, para comprender mejor los factores que impulsan estos riesgos diferenciados y para diseñar intervenciones preventivas y estrategias clínicas adecuadas.

3.2 Desnutrición y deficiencia de micronutrientes

3.2.1 Desnutrición

La información sobre la prevalencia de desnutrición en la población inmigrante, adulta y adolescente, en España, es muy limitada y no permite realizar una valoración global. En un estudio publicado por Mora et al. (2012), se analizaron los cambios en los hábitos alimentarios asociados a la migración en una muestra de 101 adolescentes de origen marroquí residentes en Madrid, comparando los indicadores antropométricos de su estado nutricional con otra muestra de 327 adolescentes residentes en Marruecos.

En este estudio se observó un menor porcentaje de personas con sobrepeso y obesidad en la población adolescente que residía en Marruecos (6,3 % y 1,0 %, respectivamente) en comparación con la que vivía en Madrid (23 % y 4 %, respectivamente). En la muestra de población residente en Marruecos el sobrepeso coexistía con problemas de delgadez (5,5 % y 2,8 % en hombres y mujeres, respectivamente) y delgadez grave (1,8 % de los hombres), mientras que en la muestra de la población residente en Madrid no se observaron casos de desnutrición. La talla media en los hombres fue significativamente superior en los adolescentes que vivían en Madrid, lo que, según los autores, puede reflejar un mejor estado nutricional.

Hay muy poca información sobre la situación nutricional de las personas inmigrantes de edad avanzada residentes en España y la información en los países de nuestro entorno es también muy limitada. Se ha encontrado un estudio, realizado en 2013, en el que se investigó el estado nutricional de un grupo de 23 personas inmigrantes (20 de Turquía y 3 de origen árabe) frente a 37 no inmigrantes, mayores de 65 años, que vivían institucionalizadas en dos centros de personas mayores en Alemania (Paker-Eichelkraut et al., 2013). La desnutrición, definida como un IMC <22 kg/m² y/o una circunferencia de la pantorrilla <31 cm, fue más prevalente entre las personas inmigrantes. Sin embargo, este grupo tenía una peor situación clínica, por lo que estos resultados se deben interpretar con cautela.

En un estudio publicado recientemente se evaluó la situación nutricional y la fragilidad en 153 personas inmigrantes sirias residentes en Turquía, con una edad media de 71,64 ± 6,20 años (Değer et al., 2024). Utilizando el cuestionario *Mini-Nutritional Assessment* (MNA[®]), se observó que el 20,5 % presentaban riesgo de desnutrición y el 3 %, desnutrición. En este estudio no se evaluó un grupo control.

No se han encontrado estudios que hayan evaluado el impacto de la condición de inmigrante sobre el riesgo de desnutrición relacionada con la enfermedad en nuestro país. Los dos estudios

más relevantes, Predyces (Álvarez-Hernández et al., 2012) y SeDREno (Zugasti-Murillo et al., 2021), no incluyen esta variable en el análisis.

3.2.2 Deficiencia de micronutrientes

Diversos estudios han observado que la población inmigrante puede tener un aporte dietético reducido de algunos micronutrientes, lo que puede tener un impacto negativo para su salud. Los nutrientes más evaluados y relevantes son la vitamina D, el hierro y la vitamina B12.

3.2.2.1 Deficiencia de vitamina D

En 2016 se publicó un metaanálisis sobre la prevalencia del déficit de vitamina D entre personas migrantes de diferentes regiones geográficas del mundo (Martin et al., 2016). El objetivo del estudio fue estimar la prevalencia de déficit de vitamina D (<50 nmol/l o <20 ng/ml) entre las personas migrantes de piel oscura. Se identificaron 36 estudios en población migrante, excluyendo las mujeres embarazadas, ninguno de ellos realizado en España, aunque sí en países del norte de Europa. La prevalencia de déficit de vitamina D en migrantes de piel oscura, ajustada por la latitud del país del estudio, fue de 77 % (IC 95 %: 70-84). El metaanálisis incluyó también siete estudios realizados en mujeres embarazadas inmigrantes de piel oscura. Este grupo presentó un mayor riesgo de deficiencia de vitamina D que las mujeres nativas de los países receptores.

Durante los años 2009-2010 se realizó un estudio en España con medición de la vitamina D que incluía 502 mujeres embarazadas en el primer trimestre del embarazo (83 de las cuales eran inmigrantes) y que residían en la costa mediterránea (Pérez-López et al., 2011). Los niveles de vitamina D fueron más bajos en las mujeres inmigrantes. Además, los niveles de vitamina D fueron especialmente bajos en mujeres de origen árabe en comparación con mujeres caucásicas. Un estudio similar realizado en el norte de Italia también encontró altas prevalencias de déficit de vitamina D tanto en madres inmigrantes como en sus hijos recién nacidos, cuando se compararon con los valores de las madres no inmigrantes (Cadario et al., 2015).

El país y la región de origen de la población inmigrante puede influir en el riesgo de deficiencia de vitamina D. En un estudio publicado en Finlandia se evaluó el estado nutricional y la ingesta de vitamina D en personas inmigrantes de origen ruso, somalí y kurdo en relación con las personas nativas (Adebayo et al., 2020). La prevalencia de deficiencia e insuficiencia de vitamina D fue mayor en la población inmigrante global que en la población finlandesa, especialmente en las personas de origen kurdo o somalí. Los niveles plasmáticos de 25-hidroxi-vitamina D (25-OH-D) fueron de 64 nmol/l (IC 95 %: 62-66), 44 nmol/l (IC 95 %: 41-46), 35 nmol/l (IC 95 %: 34-37) y 64 nmol/l (IC 95 %: 62-66) para la población rusa, somalí, kurda y finlandesa, respectivamente. Se observaron también diferencias en la dieta y en la ingesta de alimentos fortificados. No se evaluó de manera específica la exposición a la luz solar, que podría influir en un mayor riesgo de deficiencia de vitamina D.

La deficiencia de vitamina D puede ser mayor cuando las personas migran a un país de otra latitud. En un estudio realizado en Reino Unido se observó una elevada prevalencia de deficiencia de vitamina D en población inmigrante procedente de Bangladesh, muy superior a la que presenta la

población británica nativa y a la de la población nativa de Bangladesh en su país de origen (Smith et al., 2021).

La deficiencia de vitamina D en la población inmigrante podría condicionar un mayor riesgo de osteoporosis. No se han encontrado estudios realizados en España sobre la prevalencia de osteoporosis en población inmigrante en comparación con la población nativa. En Europa, en un estudio realizado en la República Checa en población inmigrante afgana se observó que la edad a la que ocurría una fractura de cadera era menor en las personas de origen afgano que en las nativas (58 años *versus* 81 años, respectivamente, $p < 0,001$). Asimismo, las mujeres afganas tenían su primera fractura a una edad más temprana que los varones (54 años *versus* 63 años, respectivamente, $p = 0,002$), sin que se observaran diferencias en relación con el género en la población checa (Zelenka et al., 2019).

3.2.2.2 Deficiencia de hierro

La deficiencia de hierro puede ser más frecuente en la población inmigrante; la mayoría de los estudios se han realizado durante la adolescencia o la gestación.

Un estudio realizado en Almería evaluó a 405 adolescentes y observó una prevalencia de deficiencia de hierro de 13,3 %, con un 1,2 % de anemia por déficit de este elemento. El análisis multivariable observó que la condición de inmigrante aumentaba el riesgo de esta deficiencia (Ibáñez-Alcalde et al., 2020).

En un estudio realizado en Grecia con 209 adolescentes gestantes, con un 11,6 % de mujeres migrantes de los Balcanes, Oriente Medio y Asia, se observó un mayor riesgo de anemia por déficit de hierro en las mujeres inmigrantes y en las que pertenecían a estratos sociales desfavorecidos (Theodoridou et al., 2024).

3.2.2.3 Deficiencia de vitamina B12

Esta revisión no ha encontrado publicaciones que hayan evaluado el estado nutricional de la vitamina B12 en población inmigrante en España, en comparación con personas nativas. En estudio llevado a cabo en Dinamarca con 160 personas en condición de refugiadas, se observó que, aunque existía una baja prevalencia de enfermedades transmisibles, la deficiencia de micronutrientes era muy frecuente (vitamina D: 76 %, vitamina B12: 31 % y anemia: 12 %) (Andersen et al., 2020). También en Dinamarca, un estudio más reciente evaluó a 1431 personas refugiadas procedentes de distintos países y observó deficiencia de vitamina B12 en el 11,8 % de la población infantil y adolescente, y en el 21,9 % de la población adulta (Hvass et al., 2021), más frecuente en personas del sureste asiático. Otros estudios realizados en Canadá (Quay et al., 2015) y en Nueva Zelanda (Gammon et al., 2012) observaron también una elevada prevalencia de déficit de vitamina B12 en población inmigrante procedente del sureste asiático, especialmente si seguían una dieta vegana.

3.3 Trastornos de la conducta alimentaria

Diversos estudios han evaluado el impacto de la condición de migrante, especialmente en la po-

blación adolescente, sobre la salud mental (Lievrouw et al., 2024). Entre los problemas de salud mental, los Trastornos de la Conducta Alimentaria (TCA) pueden afectar directamente a la ingesta de nutrientes y al estado nutricional.

Los TCA son un problema de salud grave y de causa multifactorial, que pueden dar lugar a obesidad, desnutrición y déficit de micronutrientes. Se trata de enfermedades que afectan fundamentalmente a la población adolescente y, especialmente, a mujeres. Diversos estudios han evaluado el efecto de la condición de migrante en el riesgo de desarrollar estos trastornos, en relación con la población nativa. En España, la información del impacto de la situación de inmigrante sobre el desarrollo de los TCA es aún limitada, si bien los estudios publicados coinciden en que son más frecuentes en la población inmigrante que en la nativa.

Una revisión sistemática con metaanálisis, publicada recientemente, incluye 10 estudios, 2 de ellos realizados en España. Los autores observaron que cuando se utilizaba un criterio diagnóstico establecido, las personas inmigrantes tenían una menor probabilidad de ser diagnosticadas de trastorno de la conducta alimentaria, con un OR de prevalencia agrupada entre las personas inmigrantes y la población nativa de 0,45 (IC 95 %: 0,35-0,59). Sin embargo, estos resultados parecen depender del método de evaluación utilizado para el diagnóstico y su adecuación para ser utilizado en población inmigrante y pueden depender también de la facilidad de acceso de estas personas al sistema sanitario (Siddiqi et al., 2024).

Los estudios realizados en España parecen indicar que la prevalencia de los TCA en España depende de la población evaluada y de la herramienta utilizada para su detección. Una revisión reciente incluye 37 estudios, la mayor parte realizados en la Comunidad de Madrid y en Cataluña (Benítez et al., 2024). Este artículo destaca la heterogeneidad de los estudios, en cuanto a las características de la población evaluada, el rango de edad y la metodología aplicada, lo que limita la obtención de una información adecuada.

En un estudio realizado en la Comunidad de Madrid se evaluó el riesgo de TCA entre la población adolescente nativa y la población inmigrante, residentes en Madrid y evaluó el impacto del tiempo de residencia en España (Esteban-Gonzalo et al., 2014, 2015). La evaluación se realizó entre noviembre de 2007 y febrero de 2008, en una muestra representativa de adolescentes con edades comprendidas entre 13 y 17 años, con un total de 2077 personas (1052 mujeres). Se observó un mayor riesgo de presentar un TCA en las mujeres adolescentes inmigrantes que en las nativas (OR: 1,95; IC 95 %: 1,29-2,95; $p=0,001$), de acuerdo con los tres modelos de regresión logística que construyeron los autores. Las adolescentes con un menor tiempo de residencia presentaban un mayor riesgo de TCA. Así, se observó una diferencia en la prevalencia de TCA si el tiempo de estancia en nuestro país era inferior a 6 años (OR: 2,44; IC 95 %: 1,42-4,18; $p=0,001$), sin que se encontraran diferencias entre las adolescentes nativas y las migrantes con un tiempo de residencia ≥ 6 años. En el caso de los varones no se observaron diferencias en el riesgo de TCA entre los adolescentes varones nativos y los varones inmigrantes, tanto en conjunto como en relación con el tiempo de residencia.

Este mismo grupo publicó, posteriormente, un estudio de seguimiento longitudinal durante 2 años, realizado en un grupo de 981 adolescentes, con una edad al inicio de 11-19 años. El riesgo de TCA se evaluó mediante el cuestionario SCOFF (*Sick, Control, One stone, Fat, Food*). Los autores

observaron que los adolescentes inmigrantes, tanto varones como mujeres, presentaron un mayor riesgo de trastorno de la alimentación. El estudio prospectivo mostró que los varones inmigrantes presentaban mayor probabilidad de adquirir riesgo de trastorno de la alimentación a lo largo de 2 años, en comparación con los varones adolescentes españoles (Esteban-Gonzalo et al., 2019).

La prevalencia de TCA y el efecto de distintos factores se ha evaluado también en la Región de Murcia en 730 adolescentes, de 12 a 17 años, como parte del estudio EHDLA, (López-Gil et al., 2023). En esta población, el 84,5 % era de raza caucásica, con un porcentaje de personas nativas del 76,0 %. Se observó una prevalencia de algún TCA en el 30,1 % de la población total evaluada, siendo más frecuente en mujeres que en varones y en la población inmigrante, con un OR: 2,22 (IC 95 %: 1,51-3,25). Los autores proponen algunas razones que pueden explicar esta mayor prevalencia como son el estrés aculturativo y la posición de minoría étnica.

A pesar de que se han publicado pocos estudios, se ha podido observar que la condición de inmigrante en España puede asociarse con un mayor riesgo de desarrollar TCA, que parece ser más importante los primeros años tras la llegada a nuestro país. No existe información suficiente sobre la influencia del país de origen, la relación con los factores socioeconómicos, culturales o religiosos, la estructura familiar o la diferencia entre la población inmigrante de primera generación o generaciones sucesivas. Por último, los datos discordantes que se observan en los estudios que se basan en diagnósticos clínicos, y no en la evaluación directa, sugieren que los TCA pueden pasar inadvertidos en la población inmigrante, en comparación con las personas nativas.

En un estudio realizado en Dinamarca y Suecia, sobre una base poblacional, se evaluaron todas las personas, inmigrantes de primera y segunda generación, y nativas, nacidas entre 1984 y 2002 (cohorte danesa) y entre 1989 y 1999 (cohorte sueca) que residían en el país correspondiente a los 10 años de edad (Mustelin et al., 2017). A estas personas se les hizo un seguimiento de manera longitudinal para evaluar el desarrollo de un TCA, basándose en la información clínica hospitalaria y ambulatoria. El estudio observó un menor riesgo de presentar un diagnóstico de TCA en la población inmigrante con ambos progenitores extranjeros, en comparación con la población nativa. Los autores reconocen que los resultados de este estudio no coinciden con otros, que sí observan un mayor riesgo y atribuyen esta diferencia a factores socioculturales o a una pobre detección de este problema en la población migrante.

El análisis de este apartado merece incluir una revisión breve de un TCA que ocurre con mayor frecuencia en algunas culturas y en la población inmigrante, como es la pica, que consiste en la ingesta de productos que no son alimentos, como tiza, tierra (geofagia), yeso, fibras vegetales, etc. Puede dar lugar a deficiencias nutricionales, especialmente de hierro o ácido fólico, así como a intoxicación por algunos minerales (Bonglaisin et al., 2022). En algunas regiones de África, la geofagia es especialmente frecuente, así como en Asia, América Central y del Sur, y Oriente Medio, y puede pasar inadvertida en la población inmigrante. En la mujer gestante esta práctica se favorece por la creencia errónea de que puede disminuir las náuseas y vómitos (Hunter-Adams, 2016), lo que puede aumentar el riesgo de anemia y otras complicaciones.

No se han encontrado estudios que evalúen la prevalencia y relevancia de este TCA en España. En otros países de nuestro entorno se han publicado casos clínicos aislados en población inmigran-

te (Yersin et al., 2012) (Miranda et al., 2024). Un estudio realizado en Francia evaluó a 284 mujeres inmigrantes, de las cuales 110 estaban embarazadas (38,7 %) (Caillet et al., 2019) y se observó un 14,1 % de consumidoras de arcilla (IC 95 %: 10,5-18,6), especialmente cuando procedían de África Central u Occidental (*odds ratio* ajustada (aOR): 52,7; IC 95 %: 13,7-202,2). En otro estudio se observó resultados similares, así como un bajo conocimiento de los riesgos de esta práctica para la salud y como factor de riesgo de deficiencia de hierro (Decaudin et al., 2020).

4. Limitaciones en la búsqueda bibliográfica

Para elaborar este informe se ha realizado una revisión narrativa de la literatura científica sobre la situación nutricional de la población inmigrante, residente tanto en España como en otros países, buscando información, no solo en bases de datos de referencias bibliográficas o revistas indexadas, sino también, entre otros, en catálogos de bibliotecas o repositorios de tesis doctorales.

También se han revisado informes nacionales sobre el consumo de alimentos por la población española, como, por ejemplo, el elaborado recientemente por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2023), la Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos en Población Infantil y Adolescente (ENALIA) (AESAN, 2014) o la Encuesta de Hábitos de Compra y Consumo elaborada por la Mesa de Participación de Asociaciones de Consumidores (MPAC, 2023). Sin embargo, en ninguno de estos documentos se hacen estudios comparativos entre la población residente de nacionalidad española y la población extranjera, es decir, no se tienen en cuenta la nacionalidad o el país de nacimiento de la población de estudio.

Por otra parte, la mayoría de los estudios se han realizado en el norte de Europa y, preferentemente, en poblaciones inmigrantes de origen sudasiático, poniendo de relevancia la escasez de estudios que comparen conductas alimentarias en una amplia gama de grupos étnicos minoritarios que viven en diferentes contextos en Europa y en España (Okutan et al., 2023). Cuando la información relativa a España ha sido nula o insuficiente se han revisado estudios publicados en países de nuestro entorno. Asimismo, se ha revisado la información sobre esta materia en los informes o estudios elaborados por las Administraciones públicas nacionales y se ha realizado una consulta a las instituciones públicas de diversos países de la Unión Europea con competencia en materias relacionadas con la seguridad alimentaria a través de los puntos focales de la EFSA, sobre el estado nutricional o la dieta de las personas extranjeras residentes en dichos países, así como sobre las medidas de gestión o de comunicación del riesgo dirigidas a la población inmigrante, sobre esta materia. De las 36 instituciones consultadas, 14 enviaron sus respuestas. Sin embargo, únicamente 5 (Austria, Francia, Grecia, Luxemburgo y Países Bajos) enviaron información sobre estudios realizados con población inmigrante o datos sobre la nutrición de este grupo de población y los 9 organismos restantes informaron de que no habían realizado estudios o no disponían de información sobre la situación nutricional de la población inmigrante en sus países.

Dentro de todo lo analizado, este informe presenta una serie de limitaciones vinculadas a los estudios a partir de los cuales se ha realizado. En general, hay que tener en cuenta una serie de adaptaciones metodológicas para cada contexto en el marco de una sensibilidad cultural y de colaboración entre los actores responsables de los estudios y las poblaciones específicas objeto del

estudio para que los resultados no estén sesgados y permitan establecer prácticas alimentarias más saludables que mejoren el bienestar de cada grupo poblacional inmigrante particular que se encuentre en circunstancias de vulnerabilidad (Okutan et al., 2023).

En general, la mayoría de los estudios analizados adolecen de uno o más factores que se detallan a continuación y que hay que tener en cuenta a la hora de plantearlos, para que se puedan obtener resultados concluyentes inequívocos:

4.1 Heterogeneidad de la población inmigrante

Las personas inmigrantes provienen de contextos culturales, étnicos y socioeconómicos muy diversos y tienen situaciones laborales y habitacionales en España muy variadas. Esta heterogeneidad hace que los patrones dietéticos y el estado nutricional varíen ampliamente, lo que complica la generalización de resultados y la identificación de tendencias comunes en estudios que, en ocasiones, no logran captar estas diferencias de forma adecuada.

De hecho, no existe un consenso claro sobre quién debe ser considerado inmigrante ni sobre cómo clasificar a estas personas (por ejemplo, inmigrantes por motivos económicos, refugiados, documentados o indocumentados). Esta falta de estandarización dificulta la comparación entre estudios y la generalización de conclusiones, ya que los grupos evaluados pueden tener características muy distintas.

Además, ello conlleva a que haya una escasez de investigaciones en determinadas regiones o en subgrupos específicos de poblaciones inmigrantes, lo que impide tener una visión global y comparativa de la situación nutricional en estos colectivos.

4.2 Diseño de estudios y muestreo

La mayoría de las investigaciones adoptan un enfoque transversal, limitando la posibilidad de establecer relaciones causales o de observar cambios a lo largo del tiempo en la adaptación nutricional tras la migración.

Además, una falta de control de las variables confusoras (nivel educativo, ocupación, entorno familiar o condiciones de vida) -las cuales pueden confluir e influir simultáneamente- para aislar el efecto de la migración sobre la ingesta dietética o estado nutricional, puede limitar la validez de los estudios.

4.3 Limitaciones en los instrumentos de medición e interpretación de los resultados

4.3.1 Falta de adaptación cultural

Los cuestionarios y otros métodos (como el recordatorio de 24 horas o los cuestionarios de frecuencia alimentaria) a menudo no están validados o adaptados a las particularidades culturales y lingüísticas de cada grupo de población inmigrante. Esto puede derivar en errores de interpretación o en la omisión de alimentos característicos de determinadas culturas y considerarlos engañosos, pudiendo influir en la percepción de alimentación y en las prácticas alimentarias.

4.3.2 Sesgo en el auto-registro en el marco de la adquisición y consumo de alimentos

Al depender del recuerdo y la percepción subjetiva, los métodos basados en auto-registro pueden estar afectados por errores de memoria, sub-registro o sobre-registro de alimentos, y dificultades para estimar correctamente las porciones consumidas, además de ser un sistema complejo para personas con bajo nivel de alfabetización y socioeconomía, que suele ocurrir en la mayoría de los casos, y que coincide en el grupo poblacional inmigrante más vulnerable.

4.3.3 Interpretación de los parámetros antropométricos

Debido a las diferencias en la composición corporal y a otros factores, es necesario utilizar puntos de corte adaptados a distintas etnias en la interpretación de los parámetros antropométricos para el diagnóstico de obesidad y desnutrición.

4.4 Falta de datos longitudinales

La carencia de estudios con seguimiento a lo largo del tiempo limita la capacidad para analizar la evolución de la ingesta dietética y del estado nutricional en función del tiempo de residencia y el proceso de adaptación al nuevo entorno. Esto impide comprender plenamente cómo la migración influye en los hábitos alimentarios a medio y largo plazo.

4.5 Consideración insuficiente de variables contextuales

4.5.1 Factores socioeconómicos y de acceso

Aspectos como el nivel de ingresos económicos, la educación, el acceso a alimentos saludables y las barreras lingüísticas pueden influir significativamente en la dieta y el estado nutricional, pero no siempre se controlan de manera adecuada en los estudios, lo que además puede conducir a escasez, veracidad u omisión de información clave que pueda condicionar los resultados de dichos estudios.

4.5.2 Entorno y políticas migratorias

Hay que considerar la nutrición y alimentación adecuada dentro de un concepto más global de salud, por lo que el ambiente del país de destino, las políticas de integración y la disponibilidad de servicios de salud o programas de apoyo pueden jugar un papel crucial, y su omisión puede limitar la interpretación de los hallazgos, ya que el coste de la atención médica ligada o no, directa o indirectamente, al coste de la alimentación, puede afectar negativamente a la calidad de las elecciones dietéticas en poblaciones inmigrantes desfavorecidas.

4.6 Evaluación parcial de la calidad dietética

Muchos estudios se centran en aspectos cuantitativos, como el aporte calórico o la distribución de macronutrientes, sin analizar de forma integral la calidad de la dieta. La ausencia de evaluaciones detalladas sobre la diversidad de alimentos y la ingesta de micronutrientes puede llevar a conclusiones incompletas sobre el estado nutricional real.

Conclusiones del Comité Científico

La literatura científica en relación con la ingesta dietética y la situación nutricional de las personas inmigrantes residentes en España, en comparación con la población nativa, es muy escasa y presenta limitaciones que dificultan disponer de una información completa y adecuada sobre esta cuestión:

1. Los estudios muestran un tamaño muestral en general muy pequeño, circunscritos a áreas geográficas y entornos concretos, y con una representatividad de la población a estudio limitada.
2. El abordaje utilizado muestra grandes diferencias entre los estudios, que han sido fundamentalmente transversales o de casos y controles, con muy poca evidencia de los posibles cambios en el tiempo y una falta de adaptación cultural de las herramientas utilizadas.
3. No siempre se ha tenido en cuenta el país de origen, el tiempo de estancia en España, las políticas de integración, la accesibilidad, la situación sociocultural y económica, y las barreras lingüísticas, entre otros factores.
4. Tampoco se ha tenido en cuenta la etnia para la evaluación de las medidas antropométricas.
5. Hay poca evidencia en relación con el papel de la actividad física como factor que puede modular la relación entre la ingesta dietética y las complicaciones nutricionales, especialmente la obesidad.
6. La evidencia científica en población inmigrante en España es, en general, más limitada que la que tienen otros países de nuestro entorno.
7. En conclusión, las investigaciones sobre la ingesta dietética y el estado nutricional de las personas inmigrantes se enfrentan a desafíos significativos que abarcan, desde la heterogeneidad poblacional y problemas en el diseño de estudio hasta la utilización de instrumentos de medición no adaptados y la omisión de variables contextuales clave.

La evidencia científica revisada sugiere que:

1. La ingesta dietética de la población inmigrante residente en España es diversa y está determinada por una variedad de factores culturales, étnicos, económicos y de accesibilidad a los alimentos.
2. Una menor adherencia a las recomendaciones dietéticas saludables condiciona un mayor riesgo de obesidad y sus complicaciones, como la diabetes tipo 2 o un mayor riesgo cardiovascular, algo que puede ocurrir, con mayor frecuencia, en algunos grupos de población inmigrante.
3. Algunos estudios muestran un descenso en la ingesta de fibra y de algunos nutrientes, con diferencias en función del país de origen.
4. Una menor adherencia a las recomendaciones dietéticas saludables también aumenta el riesgo de deficiencia de micronutrientes, como la vitamina D, hierro o la vitamina B12, especialmente en población de riesgo, como las mujeres durante la gestación. Así, las deficiencias de algunos micronutrientes son más frecuentes en la población inmigrante que en la población nativa.
5. La información sobre el riesgo de desnutrición en la población inmigrante es muy limitada y no permite establecer una conclusión concreta.

El Comité Científico propone las siguientes actuaciones:

1. Promover, junto con expertos en materia de inmigración en España, la realización de estudios que permitan caracterizar el estado nutricional de este grupo de población, teniendo en cuenta los patrones alimentarios en segundas generaciones y sucesivas, y en población adolescente, y la edad de llegada a España.
2. Los estudios que se realicen deben superar las limitaciones de los estudios previos, lo que implica adoptar metodologías longitudinales adaptadas a cada grupo étnico, asegurar la validez cultural de los instrumentos de evaluación y prestar especial atención a la diversidad y complejidad de la experiencia migratoria, para obtener una imagen más precisa y completa del impacto de la migración sobre la salud nutricional.
3. Debería promoverse el consumo de alimentos ricos en los nutrientes que las poblaciones inmigrantes de distintos países suelen tener en deficiencia, con el fin de mejorar la calidad de su dieta. Para lograrlo, será crucial contar con la colaboración de las Administraciones públicas, la industria alimentaria y la comunidad científica. Es importante facilitar el acceso a alimentos saludables para mejorar la salud y el bienestar de la población inmigrante residente en España.
4. Potenciar la educación nutricional, especialmente dirigida a personas inmigrantes con menos tiempo de residencia, teniendo en cuenta las condiciones culturales y socioeconómicas particulares para cada grupo, prestando una especial atención a las personas con actividad temporera.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los representantes de los puntos focales de la EFSA su contribución a este informe al aportar información sobre el estado nutricional y la dieta de la población inmigrante en sus países.

Referencias

- Adebayo, F.A., Itkonen, S.T., Lilja, E., Jääskeläinen, T., Lundqvist, A., Laatikainen, T., Koponen, P., Cashman, K.D., Erkkola, M. y Lamberg-Allardt, C. (2020). Prevalence and determinants of vitamin D deficiency and insufficiency among three immigrant groups in Finland: evidence from a population-based study using standardised 25-hydroxyvitamin D data. *Public Health Nutrition*, 23 (7), pp: 1254-1265.
- AESAN (2014). Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos en Población Infantil y Adolescente (ENALIA). Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/Informe_ENALIA2014_FINAL.pdf [acceso: 26-11-24].
- AESAN (2020). Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Evaluación y seguimiento de la Estrategia NAOS: conjunto mínimo de indicadores. Disponible en: <https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/nutricion/subseccion/indicadores.htm> [acceso: 26-11-24].
- AESAN (2022). Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Recomendaciones dietéticas saludables y sostenibles complementadas con recomendaciones de actividad física para la población española. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/nutricion/subseccion/recomendaciones_dieteticas.htm [acceso: 26-11-24].
- Agyemang, C. y van den Born, B.J. (2018). Non-communicable diseases in migrants: an expert review. *Journal of Travel Medicine*, 26 (2), pp: 1-9.

- Agyemang, C., van der Linden, E.L., Chilunga, F. y van den Born, B.H. (2024). International Migration and Cardiovascular Health: Unraveling the Disease Burden Among Migrants to North America and Europe. *Journal of the American Heart Association*, 13 (9): e030228.
- Álvarez-Hernández, J., Planas Vila, M., León-Sanz, M., García de Lorenzo, A., Celaya-Pérez, S., García-Lorda, P., Araujo, K., Sarto Guerri, B. y PREDyCES researchers (2012). Prevalence and costs of malnutrition in hospitalized patients; the PREDyCES Study. *Nutrición Hospitalaria*, 27 (4), pp: 1049-1059.
- Andersen, M.H., Kruse, A., Frederiksen, H.W., Ahmadi, A. y Norredam, M. (2020). Health status of refugees newly resettled in Denmark. *Danish Medical Journal*, 67 (12): A08200567.
- Astrup, A., Dyerberg, J., Selleck, M. y Stender, S. (2008). Nutrition transition and its relationship to the development of obesity and related chronic diseases. *Obesity Reviews*, 9 (1), pp: 48-52.
- Ávila, J.M., Beltrán, B., del Pozo, S., Estévez, R., Jerez, F., Martínez, L., Ruiz, E. y Cuadrado, C. (2019). Hábitos alimentarios y evaluación del estado nutricional de población inmigrante en Villanueva de la Cañada. Disponible en: https://www.ayto-villacanada.es/wp-content/uploads/2019/11/Publicacion_inmigrantes_estado_nutricional.pdf [acceso: 26-11-24].
- Badanta, B., de Diego-Cordero, R., Tarrío-Concejero, L., Vega-Escañó, J., González-Cano-Caballero, M., García-Carpintero-Muñoz, M.Á., Lucchetti, G. y Barrientos-Trigo, S. (2021). Food Patterns among Chinese Immigrants Living in the South of Spain. *Nutrients*, 13 (3), 766, pp: 1-12.
- Benazizi, I., Ronda-Pérez, E., Ortiz-Moncada, R. y Martínez-Martínez, J.M. (2018). Influence of Employment Conditions and Length of Residence on Adherence to Dietary Recommendations in Immigrant Workers in Spain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15 (11): 2488, pp: 1-15.
- Benazizi, I., Blasco-Blasco, M., Sanz-Valero, J., Koselka, E., Martínez-Martínez, J.M. y Ronda-Pérez, E. (2019). ¿Cómo es la alimentación de la población inmigrante residente en España? Resultados a partir de una revisión sistemática. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 42 (1), pp: 55-68.
- Benazizi, I., Ferrer-Serret, L., Martínez-Martínez, J.M., Ronda-Pérez, E. y Casabona i Barbarà, J. (2021). Factores que influyen en la dieta y los hábitos alimentarios de la población inmigrante china en Cataluña. *Gaceta Sanitaria*, 35 (1), pp: 12-20.
- Benazizi, I., Martínez-Martínez, J.M., Ortiz-Moncada, R., Ferrer-Serret, L., Krasnik, A. y Ronda-Pérez, E. (2022). Compliance with Dietary Recommendations and Sociodemographic Factors in a Cross-Sectional Study of Natives and Immigrants in Spain. *Journal of Immigrant and Minority Health*, 24 (3), pp: 730-740.
- Benítez, N., Moreno, F., Pinto, B., De Las Heras, J., Ramallo, Y. y Díaz, C. (2024). A Scoping Review of the Prevalence of Eating Disorders in Spain. *Nutrients*, 16 (10): 1513, pp: 1-14.
- BMSGPK (2021). Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz. Ernährungsverhalten und Körper selbstbild österreichischer Schülerinnen und Schüler HBSC-Factsheet 08: Ergebnisse der HBSC-Studie 2018.
- Bonglaisin, J.N., Kunsoan, N.B., Bonny, P., Matchawe, C., Tata, B.N., Nkeunen, G. y Mbofung, C.M. (2022). Geophagia: Benefits and potential toxicity to human-A review. *Frontiers in Public Health*, 10: 893831, pp: 1-11.
- Bueno, C., Gómez, G. y Palloni, A. (2023). Empirical evidence of predictive adaptive response in humans: systematic review and meta-analysis of migrant populations. *Journal of Developmental Origins of Health and Disease*, 14 (6), pp: 728-745.
- Cadario, F., Savastio, S., Magnani, C., Cena, T., Pagliardini, V., Bellomo, G., Bagnati, M., Vidali, M., Pozzi, E., Pamparana, S., Zaffaroni, M., Genoni, G. y Bona, G. (2015). High Prevalence of Vitamin D Deficiency in Native versus Migrant Mothers and Newborns in the North of Italy: A Call to Act with a Stronger Prevention Program. *PLoS One*, 10 (6): e0129586.
- Caillet, P., Poirier, M., Grall-Bronnec, M., Marchal E., Pineau, A., Pintas, C., Carton, V., Jolliet, P., Winer, N. y Victorri-Vigneau, C. (2019). High prevalence of kaolin consumption in migrant women living in a major urban area of France: A cross-sectional investigation. *PLoS One*, 14 (7): e0220557.

- Chappuis, M., Thomas, E., Durand, E. y Laurence, S. (2017). Alimentation et risques pour la santé des personnes migrantes en situation de précarité : une enquête multicentrique dans sept Centres d'accueil, de soins et d'orientation de Médecins du Monde France, 2014. *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire*, 19-20, pp: 415-422.
- Chatzivagia, E., Pepa, A., Vlassopoulos, A., Malisova, O., Filippou, K. y Kapsokefalou, M. (2019). Nutrition Transition in the Post-Economic Crisis of Greece: Assessing the Nutritional Gap of Food-Insecure Individuals. *Nutrients*, 11: 2914, pp: 1-14.
- Chuquitarco-Morales, A., Rivera-Navarro, J., La Parra-Casado, D., Fuster, M. y Franco, M. (2024). Madrid immigrants' perceptions of urban food environments and their dietary behaviours. *Appetite*, 199: 107390, pp: 1-11.
- Decaudin, P., Kanagaratnam, L., Kmiec, I., Nguyen, Y., Migault, C., Lebrun, D., Hentzien, M., Bertin, E., Drame, M. y Bani-Sadr, F. (2020). Prevalence of geophagy and knowledge about its health effects among native Sub-Saharan Africa, Caribbean and South America healthy adults living in France. *Eating and Weight Disorders*, 25 (2), pp: 465-469.
- Değer, M.S., Sezerol, M.A. y Atak, M. (2024). Assessment of frailty, daily life activities, and nutrition of elderly immigrants: A household based cross-sectional study. *Medicine Baltimore*, 103 (17): e37729.
- Delavari, M., Sønderlund, A.L., Swinburn, B., Mellor, D. y Renzaho, A. (2013). Acculturation and obesity among migrant populations in high income countries-a systematic review. *BioMed Central Public Health*, 13: 458, pp: 1-11.
- de Boer, E.J., Brants, H.A.M., Beukers, M., Ocké, M.C., Dekker, L., Nicolaou, M. y Snijder, M. (2015). Voeding van Marokkaanse, Turkse, Surinaamse en autochtone Nederlanders in Amsterdam. National Institute for Public Health and the Environment. Disponible en: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2015-0099.pdf> [acceso: 26-11-24].
- Elshahat, S. y Moffat, T. (2020). Dietary practices among Arabic-speaking immigrants and refugees in Western societies: A scoping review. *Appetite*, 154: 104753.
- Esteban-Gonzalo, L., Veiga, O.L., Gómez-Martínez, S., Veces, A.M., Regidor, E., Martínez, D., Marcos, A. y Calle, M.E. (2014). Length of residence and risk of eating disorders in immigrant adolescents living in Madrid. The AFINOS study. *Nutrición Hospitalaria*, 29 (5), pp:1047-1053.
- Esteban-Gonzalo, L., Veiga, Ó.L., Regidor, E., Martínez, D., Marcos, A. y Calle, M.E. (2015). Immigrant status, acculturation and risk of overweight and obesity in adolescents living in Madrid (Spain): the AFINOS study. *Journal of Immigrant and Minority Health*, 17 (2), pp: 367-374.
- Esteban-Gonzalo, L., González-Pascual, J.L., Cabanas-Sánchez, V., Izquierdo-Gómez, R. y Veiga O.L. (2019). A longitudinal perspective of eating disorder risk in immigrant and Spanish native adolescents: The longitudinal up & down study. *Cultural Diversity and Ethnic Minority Psychology*, 25 (4), pp: 590-597.
- Estudio ENE-COVID (2023). Situación ponderal de la población adulta en España. Informe. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (Ministerio de Consumo). Centro Nacional de Epidemiología (Instituto de Salud Carlos III). Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/ENE_COVID_ADULTOS_FINAL.pdf [acceso: 26-11-24].
- Estudio HELIUS (2024). HELIUS study. Disponible en: <https://www.heliusstudy.nl/en/over-helius> [acceso: 26-11-24].
- Eurostat (2024a). Oficina Estadística de la Unión Europea. Demography of Europe - 2024 edition. Disponible en: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/demography-2024#expandable-example-content> [acceso: 26-11-24].
- Eurostat (2024b). Oficina Estadística de la Unión Europea. Migrant integration statistics - health. Estadísticas disponibles sobre integración de la población migrante. Disponible en: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Migrant_integration_statistics_introduced [acceso: 27-11-24].
- FAO/OMS (2003). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mun-

- dial de la Salud. Joint WHO/FAO expert consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO Technical Report Series No. 916. *Public Health Nutrition*, 7 (1A), pp: 245-250.
- Fernandes, D., Ortiz-Barreda, G. y Rodríguez-Artalejo, F. (2014). Alimentación, actividad física y otros factores de riesgo cardiometabólico en la población inmigrante en España: revisión bibliográfica. *Revista Española de Salud Pública*, 88 (6), pp: 745-754.
- Franch-Nadal, J., Martínez-Sierra, M.C., Espelt, A., Sagarra-Busquets, E., Patitucci-Gómez, F., Goday-Arno, A. y redGDPS (2013). The diabetic immigrant: cardiovascular risk factors and control. Contributions of the IDIME study. *Revista Española de Cardiología*, 66 (1), pp: 39-46.
- Gammon, C.S., von Hurst, P.R., Coad, J., Kruger, R. y Stonehouse, W. (2012). Vegetarianism, vitamin B12 status, and insulin resistance in a group of predominantly overweight/obese South Asian women. *Nutrition*, 28 (1), pp: 20-24.
- Garssen, J., Bos, V., Kunst, A. y van der Meulen, A. (2003). Sterftekansen en doodsoorzaken van niet-westerse allochtonen. Bevolkingstrends, 3e kwartaal. Disponible en: <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2003/38/sterftekansen-en-doodsoorzaken-van-niet-westerse-allochtonen> [acceso: 27-11-24].
- González-Solanellas, M., Romagosa Pérez-Portabella, A., Zabaleta-Del-Olmo, E., Grau-Carod, M., Casellas-Montagut, C., Lancho-Lancho, S., Moreno-Feliu, R. y Pérez-Portabella, M.C. (2011). Estudio de prevalencia sobre los hábitos alimentarios y el estado nutricional en población adulta atendida en atención primaria. *Nutrición Hospitalaria*, 26 (2), pp: 337-344.
- Gutiérrez-Fisac, J.L., Marín-Guerrero, A., Regidor, E., Guallar-Castillón, P., Banegas, J.R. y Rodríguez-Artalejo, F. (2010). Length of residence and obesity among immigrants in Spain. *Public Health Nutrition*, 13 (10), pp: 1593-1598.
- Hales, C.N. y Barker, D.J. (2001). The thrifty phenotype hypothesis. *British Medical Bulletin*, 60, pp: 5-20.
- Hunter-Adams, J. (2016). Interpreting habits in a new place: Migrants' descriptions of geophagia during pregnancy. *Appetite*, 105, pp: 557-561.
- Hvass, A.M.F., Norredam, M., Sodemann, M. y Wejse, C. (2021). Is there a need of health assessments for resettling refugees? A cross-sectional study of 1431 refugees who arrived in Denmark between 2014 and 2018. *Journal of Migration and Health*, 3: 100044, pp: 1-9.
- Ibáñez-Alcalde, M.M., Vázquez-López, M.Á., López-Ruzafa, E., Lendínez-Molinos, F.J., Bonillo-Perales, A. y Parrón-Carreño, T. (2020). Prevalence of iron deficiency and related factors in Spanish adolescents. *European Journal of Pediatrics*, 179 (10), pp: 1587-1595.
- INE (2024). Instituto Nacional de Estadística. Proyecciones de población 2024-2074. Disponible en: <https://www.ine.es/dyngs/Prensa/PROP20242074.htm#:~:text=La%20poblaci%C3%B3n%20de%20Espa%C3%B1a%20alcanzar%C3%ADa,millones%20de%20personas%20en%202039> [acceso: 26-11-24].
- INE (2025a). Instituto Nacional de Estadística. Estadística Continua de Población (ECP) a 1 de enero de 2025. Disponible en: <https://www.ine.es/dyngs/Prensa/es/ECP4T24.htm> [acceso: 13-02-25].
- INE (2025b). Instituto Nacional de Estadística. Cifras de población residente en España por fecha, sexo, grupo de edad y nacionalidad. Resultados por Comunidades Autónomas. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=59587&L=0> [acceso: 13-02-25].
- Landman, J. y Cruickshank, J.K. (2001). A review of ethnicity, health and nutrition-related diseases in relation to migration in the United Kingdom. *Public Health Nutrition*, 4, pp: 647-657.
- Lievrouw, S., Myin-Germeys, I. y Achterhof, R. (2024). The mental health of European adolescents with vs. without a migration background (2013-2024)-a systematic review. *European Child and Adolescent Psychiatry*. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00787-024-02589-2> [acceso: 13-02-25].
- Lindblad, A., Samkange-Zeeb, F., de Henauw, S., Solea, A., Veidebaum, T., Lauria, F., Moreno, L.A., Iguacel, I., Molnár, D., Ahrens, W., Winkler, V., Lissner, L. y Mehlig, K. (2023). Cardiometabolic risk profile among children with migrant parents and role of parental education: the IDEFICS/I. Family cohort. *International Journal of Obesity (Lond)*, 47 (11), pp: 1074-1080.

- López-Gil, J.F., Jiménez-López, E., Fernández-Rodríguez, R., Garrido-Miguel, M., Victoria-Montesinos, D., Gutiérrez-Espinoza, H., Tárraga-López, P.J. y Mesas, A.E. (2023). Prevalence of Disordered Eating and Its Associated Factors From a Socioecological Approach Among a Sample of Spanish Adolescents: The EHDLA Study. *International Journal of Public Health*, 68: 1605820, pp: 1-10.
- MAPA (2023). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Informe del Consumo Alimentario en España. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/informe_2023_alta_tcm30-685877.pdf [acceso: 26-11-24].
- Marín-Guerrero, A.C., Gutiérrez-Fisac, J.L., Guallar-Castillón, P., Banegas Banegas, J.R., Regidor, E. y Rodríguez-Artalejo, F. (2010). Prevalencia de obesidad en inmigrantes en Madrid. *Medicina Clínica*, 134 (11), pp: 483-485.
- Martin, C.A., Gowda, U. y Renzaho, A.M. (2016). The prevalence of vitamin D deficiency among dark-skinned populations according to their stage of migration and region of birth: A meta-analysis. *Nutrition*, 2 (1), pp: 21-32.
- Martínez-Gómez, J., de Cos-Gandoy, A., Fernández-Alvira, J.M., Bodega, P., de Miguel, M., Tresserra-Rimbau, A., Laveriano-Santos, E.P., Ramirez-Garza, S.L., Orrit, X., Carvajal, I., Estruch, R., Lamuela-Raventós, R.M., Santos-Beneit, G., Fuster, V. y Fernández-Jiménez, R. (2024). Cardiovascular Health Trajectories in Adolescence and Their Association With Sociodemographic and Cardiometabolic Outcomes in Spain. *The Journal of Adolescent Health*, 74 (5), pp: 1039-1048.
- Michalis, A., Panagiotakos, D.B., Papadopoulos, A. y Costarelli, V. (2023). A qualitative exploration of immigrant's experiences, practices and feelings about health care management, diet quality and food security issues, in Greece. *International Journal of Migration, Health and Social Care*, 20 (3), pp: 369-390.
- Ministerio de Sanidad (2020). Ministerio de Sanidad. Portal Estadístico del Sistema Nacional de Salud - Encuesta Europea de Salud en España 2020. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/EncuestaEuropea/Enc_Eur_Salud_en_Esp_2020.htm [acceso: 26-11-24].
- Miranda, I., Marques, C., Serra, M., Âmbar Botelho, C., Alcoforado, A. y Pires, C.M. (2024). A Spongy Appetite: A Case of Pica. *Cureus*, 16 (8): e66399.
- MISSM (2025). Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones. Indicadores de seguimiento del Marco Estratégico de Ciudadanía e Inclusión contra el Racismo y la Xenofobia. Observatorio Español del Racismo y la Xenofobia. Disponible en: <https://www.inclusion.gob.es/oberaxe/ficheros/documentos/Indicadores-de-seguimiento-del-marco-estrategico.pdf> [acceso: 28-02-25].
- Miszkowicz, T., Buscail, C., Méjean, C., Hayashi, N., Kern, T., Le Luong, T., Hercberg, S. y Julia, C. (2017). Évaluation des fréquences de consommation alimentaire d'une population d'immigrés en situation d'insertion en région parisienne. *Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire*, 19-20, pp: 422-429.
- Moncho, J., Martínez-García, A. y Trescastro-López, E.M. (2022). Prevalence of Overweight and Obesity in Children of Immigrant Origin in Spain: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (3): 1711, pp: 1-13.
- Montero, M.P., Mora-Urda, A.I., Anzid, K., Cherkaoui, M. y Marrodán, M.D. (2017). Diet quality of Moroccan adolescents living in Morocco and in Spain. *Journal of Biosocial Science*, 49, pp: 173-186.
- Mora, A.I., López-Ejeda, N., Anzid, K., Montero, P., Marrodán, M.D. y Cherkaoui, M. (2012). Influencia de la migración en el estado nutricional y comportamiento alimentario de adolescentes marroquíes residentes en Madrid (España). *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 32, pp: 48-54.
- MPAC (2023). Mesa de Participación de Asociaciones de Consumidores. Encuesta de Hábitos de Compra y Consumo. Disponible en: <https://mesaparticipacion.com/wp-content/uploads/2023/10/Dossier-Encuesta-habitos-de-compra-y-consumo-2023.pdf> [acceso: 26-11-24].
- Mustelin, L., Hedman, A.M., Thorntoz, L.M., Kuja-Halkola, R., Keski-Rahkonen, A., Cantor-Graae, E., Almqvist, C., Birgegård, A., Lichtenstein, P., Mortensen, P.B., Pedersen, C.B. y Bulik, C.M. (2017). Risk of eating disorders in immigrant populations. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 136 (2), pp: 156-165.

- Neira, J.A. (2014). Estudio de la alimentación de la población inmigrante ecuatoriana en España [tesis doctoral]. Departamento de Bromatología y Tecnología de los alimentos. Universidad de Córdoba.
- Ngo, J. y Vidal, M. (2008). Hábitos alimentarios y aculturación en la población inmigrante. *Nutrición Hospitalaria (Suplementos)*, 1 (2), pp: 34-37.
- OCDE (2024). Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. International Migration Outlook 2024. Disponible en: https://www.oecd.org/en/publications/international-migration-outlook-2024_50b0353e-en.html [acceso: 26-11-24].
- Okutan, G., Cuadrado M.C. y Beltrán, B.T. (2023). Retos de la investigación en la evaluación de la nutrición y la salud de los inmigrantes: Una revisión narrativa. *Journal of Negative & No Positive Results*, 8 (3), pp: 586-595.
- OMS (2021). Organización Mundial de la Salud. Monitoring noncommunicable disease commitments in Europe 2021: are we on track to reach targets 10 years after the Moscow Declaration and First United Nations High-Level Meeting? Disponible en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/350457/WHO-EURO-2021-4479-44242-62494-eng.pdf?sequence=1> [acceso: 26-11-24].
- OMS (2022). Organización Mundial de la Salud. WHO European Regional Obesity Report 2022. Disponible en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/353747/9789289057738-eng.pdf?sequence=1> [acceso: 26-11-24].
- ONU (2024). Organización de las Naciones Unidas. Refugiados y migrantes. Definiciones. Disponible en: <https://refugeemigrants.un.org/es/definiciones> [acceso: 26-11-24].
- Ortega, G., Torres, J.L., Salinas, I. y Cortés, M. (2012). ¿Existen diferencias clínicas y metabólicas entre diabéticos inmigrantes y autóctonos? *Atención Primaria*, 44 (4), pp: 209-215.
- Paker-Eichelkraut, H.S., Bai-Habelski, J.C., Overzier, S., Strathmann, S., Hesecker, H., Stehle, P. y Lesser, S. (2013). Nutritional status and related factors in elderly nursing home residents: comparative cross-sectional study in migrants and native Germans. *Journal of Nutrition in Gerontology and Geriatrics*, 32 (4), pp: 330-342.
- Pérez-López, F.R., Fernández-Alonso, A.M., Ferrando-Marco, P., González-Salmerón, M.D., Dionis-Sánchez, E.C., Fiol-Ruiz, G. y Chedraui, P. (2011). First Trimester Serum 25-Hydroxyvitamin D Status and Factors Related to Lower Levels in Gravids Living in the Spanish Mediterranean Coast. *Reproductive Sciences*, 18, pp: 730-736.
- Quay, T.A., Schroder, T.H., Jeruszka-Bielak, M., Li, W., Devlin, A.M., Barr, S.I. y Lamers, Y. (2015). High prevalence of suboptimal vitamin B12 status in young adult women of South Asian and European ethnicity. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40 (12), pp: 1279-1286.
- RAE (2025). Real Academia Española. Inmigrante. En Diccionario de la Real Academia Española (23ª edición). Disponible en: <https://dle.rae.es/inmigrante> [acceso: 04-03-25].
- Rodríguez-Alvarez, E., Lanborena, N. y Borrell, L.N. (2018). Obesity Inequalities According to Place of Birth: The Role of Education. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15 (8): 1620, pp: 1-10.
- Rodríguez-Guerrero, L.A., Mateos, J.T., Pérez-Urdiales, I., Jiménez-Lasserrotte, M., González, J.A. y Briones-Vozmediano, E. (2024a). Challenges faced by migrant seasonal agricultural farmworkers for food accessibility in Spain: A qualitative study. *Global Public Health*, 19 (1): 2352570, pp: 1-12.
- Rodríguez-Guerrero, L.A., Pérez-Urdiales, I., Escrig-Piñol, A., Jiménez-Lasserrotte, M.D.M., Pastor-Bravo, M.D.M., Mateos, J.T. y Briones-Vozmediano, E. (2024b). Water insecurity among seasonal agriculture workers: perspectives from Spanish professionals. *International Journal for Equity in Health*, 23 (1): 31, pp: 1-9.
- Sanou, D., O'Reilly, E., Ngnie-Teta, I., Batal, M., Mondain, N., Andrew, C., Newbold, B.K. y Bourgeault, I.L. (2014). Acculturation and nutritional health of immigrants in Canada: a scoping review. *Journal of Immigrant and Minority Health*, 16 (1), pp: 24-34.
- Satia-Abouta, J., Patterson, R.E., Neuhouser, M.L. y Elder, J. (2002). Dietary acculturation: applications to nutrition research and dietetics. *Journal of the American Dietetic Association*, 102, pp: 1105-1118.
- Satia-Abouta, J. (2003). Dietary acculturation: Definition, Process, Assessment, and Implications. *International Journal of Human Ecology*, 4, pp: 71-86.
- Siddiqui, K., Joy, S.S. y Nawaz, S.S. (2019). Impact of Early Life or Intrauterine Factors and Socio-Economic

- Interaction on Diabetes - An Evidence on Thrifty Hypothesis. *Journal of Lifestyle Medicine*, 9 (2), pp: 92-101.
- Siddiqi, S., Akther, A., Blair, D.L., Eccles, H., Frangione, B., Keeshan, A., Nagi, S. y Colman, I. (2024). Eating disorders among international migrants: a systematic review and meta-analysis. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 59 (9), pp: 1483-1495.
- Smith, N., Sievert, L.L., Muttukrishna, S., Begum, K., Murphy, L., Sharmeen, T., Gunu, R., Chowdhury, O. y Bentley, G.R. (2021). Mismatch: a comparative study of vitamin D status in British-Bangladeshi migrants. *Evolution, Medicine and Public Health*, 9 (1), pp: 164-173.
- Taghvaei, R., Dimitrova, D., Karaman, M. y Sehouli, J. (2022). Knowledge and understanding risk factors and preventive measures for osteoporosis in women: results of a survey in 502 women with and without a migration background. *BioMed Central Musculoskeletal Disorders*, 23 (1): 824, pp: 1-10.
- Theodoridou, S., Vyzantiadis, A., Theodoridis, A., Sotiriadis, A., Mamopoulos, A. y Dinas, K. (2024). Adolescent pregnancy and anemia. Ten years of referrals in Northern Greece. *Hippokratia*. 28 (1), pp: 11-16.
- Urrego-Parra, H.N., Rodríguez-Guerrero, L.A., Pastells-Peiró, R., Mateos-García, J.T., Gea-Sanchez, M., Escrig-Piñol, A. y Briones-Vozmediano, E. (2022). The Health of Migrant Agricultural Workers in Europe: A Scoping Review. *Journal of Immigrant and Minority Health*, 24 (6), pp: 1580-1589.
- Valerio, L., Milozzi, J., Figueredo, A., Reina, M.D., Martínez-Cuevas, O. y Pérez-Quilez, O. (2006). Prevalencia de diabetes mellitus en inmigrantes indostánicos jóvenes en Santa Coloma de Gramenet, España. *Medicina Clínica*, 21, 126 (2), pp: 53-56.
- Varela, G., Ávila, J.M., Cuadrado, C., del Pozo, S., Ruiz, E. y Moreiras, O. (2009). Evaluación de patrones de consumo alimentario y factores relacionados en grupos de población emergentes: INMIGRANTES. Madrid: Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y Fundación Española de la Nutrición (FEN). Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/poblaciones_emergentes_tcm30-104398.pdf [acceso: 26-11-24].
- Voedingscentrum (2016). Achtergrondinformatie Turkse en Marokkaanse eetcultuur. Disponible en: <https://www.voedingscentrum.nl/professionals/schijf-van-vijf/diversiteit-in-de-praktijk-voedingsadviezen-voor-iedereen.aspx> [acceso: 13-02-25].
- Yersin, S., Favrat, B., Bodenmann, P. y Cheseaux, M. (2012). Anémie ferriprive sur géophagie dans un pays riche? *Revue Médicale Suisse*, 8 (332), pp: 604-606.
- Zelenka, L., Knižková, I., Lukešová, D. y Kunc, P. (2019). Studie vlivu pohlaví a věku na zlomeniny proximálního femuru ve dvou kulturně rozdílných státech. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Cechoslovaca*, 86 (5), pp: 330-333.
- Zou, P., Ba, D., Luo, Y., Yang, Y., Zhang, C., Zhang, H. y Wang Y. (2022). Dietary Characteristics and Influencing Factors on Chinese Immigrants in Canada and the United States: A Scoping Review. *Nutrients*, 14 (10): 2166, pp: 1-19.
- Zugasti-Murillo, A., Petrina-Jáuregui, M.E., Ripa-Ciáurriz, C., Sánchez Sánchez, R., Villazón-González, F., González-Díaz Faes, Á., Fernández-López, C., Calles-Romero, L., Martín Palmero, M.Á., Riestra-Fernández, M., Dublang-Irazabal, M., Rengel-Jiménez, J., Díez-Muñiz-Alique, M., Agorreta-Ruiz, J.J., Salsamendi-Pérez, J.L., Larrañaga-Unanue, I., Abínzano-Guillén, M.L., Olariaga, O. y De la Cruz, J.J. (2021). SeDREno study - prevalence of hospital malnutrition according to GLIM criteria, ten years after the PREDyCES study. *Nutrición Hospitalaria*, 38 (5), pp: 1016-1025.



Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre los efectos del cambio climático en el riesgo de transmisión de patógenos alimentarios

Número de referencia: AESAN-2025-002

Informe aprobado por el Comité Científico en su sesión plenaria de 3 de junio de 2025

Grupo de trabajo

Antonio Valero Díaz (Coordinador), Rosa María Capita González, Baltasar Mayo Pérez, Azucena del Carmen Mora Gutiérrez, María Dolores Rodrigo Aliaga, Gloria Sánchez Moragas y Paula Arrabal Durán (AESAN)

Comité Científico

Concepción María Aguilera García Universidad de Granada	María Pilar Guallar Castellón Universidad Autónoma de Madrid	Azucena del Carmen Mora Gutiérrez Universidad de Santiago de Compostela	María Dolores Rodrigo Aliaga Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Houda Berrada Ramdani Universitat de València	Ángel Gil Izquierdo Consejo Superior de Investigaciones Científicas	Gema Nieto Martínez Universidad de Murcia	María de Cortes Sánchez Mata Universidad Complutense de Madrid
Irene Bretón Lesmes Hospital Gregorio Marañón de Madrid	Ángel José Gutiérrez Fernández Universidad de La Laguna	Silvia Pichardo Sánchez Universidad de Sevilla	Gloria Sánchez Moragas Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Rosa María Capita González Universidad de León	Isabel Hernando Hernando Universitat Politècnica de València	María del Carmen Recio Iglesias Universitat de València	Antonio Valero Díaz Universidad de Córdoba
Araceli Díaz Perales Universidad Politécnica de Madrid	Baltasar Mayo Pérez Consejo Superior de Investigaciones Científicas	Ana María Rivas Velasco Universidad de Granada	María Roser Vila Casanovas Universitat de Barcelona

Secretario técnico

Vicente Calderón Pascual

Gestión técnica del informe AESAN: Paula Arrabal Durán

Resumen

El Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) ha llevado a cabo una revisión actualizada de las evidencias científicas sobre la influencia del cambio climático en la transmisión de patógenos de origen alimentario. Este fenómeno global representa una amenaza emergente para la seguridad alimentaria y la salud pública, ya que las alteraciones en los patrones climáticos como el aumento de las temperaturas, la variabilidad en las precipitaciones y los cambios en la humedad ambiental afectan directamente a la ecología, distribución y persistencia de agentes patógenos.

Diversos estudios han demostrado que microorganismos como *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia coli* y especies del género *Vibrio* incrementan su prevalencia en condiciones de temperaturas elevadas. Asimismo, virus entéricos y ciertos parásitos se ven favorecidos por ambientes más húmedos e inestables. Estas condiciones también pueden contribuir al aumento de la resistencia a los antimicrobianos. La globalización de los sistemas agroalimentarios ha intensificado el impacto del cambio climático, ampliando las rutas de transmisión y facilitando la introducción de patógenos en nuevas regiones a través del comercio internacional. Este escenario no solo afecta a la seguridad alimentaria en el corto plazo, sino que plantea riesgos estructurales para la resiliencia y sostenibilidad de los sistemas alimentarios a medio y a largo plazo.

Frente a esta situación, es prioritario reforzar los sistemas de vigilancia epidemiológica mediante el uso de tecnologías emergentes, incluyendo plataformas digitales para la gestión de riesgos. Asimismo, resulta esencial fomentar la investigación interdisciplinar sobre las interacciones entre el clima y los patógenos, promover la cooperación internacional en la formulación de políticas eficaces de mitigación, y potenciar la educación y sensibilización ciudadana respecto a los riesgos alimentarios vinculados al cambio climático. La preparación ante eventos extremos, la mejora de las infraestructuras sanitarias y la inversión en tecnologías para la detección, control y eliminación de microorganismos patógenos en alimentos, agua y superficies de contacto constituyen también elementos clave de una estrategia integral de prevención.

Palabras clave

Cambio climático, patógenos alimentarios, seguridad alimentaria, globalización.

Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) on the effects of climate change on the risk of transmission of foodborne pathogens

Abstract

The Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) has carried out an updated review of the scientific evidence on the influence of climate change on the transmission of foodborne pathogens. This global phenomenon represents an emerging threat to food safety and public health, since alterations in weather patterns such as increased temperatures, variability in rainfall and changes in environmental humidity directly affect the ecology, distribution and persistence of pathogens.

Various studies have shown that microorganisms such as *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia coli* and species of the genus *Vibrio* are more prevalent in conditions of high temperatures. Likewise, humid and unstable environments favour enteric viruses and certain parasites. These conditions may also contribute to increased antimicrobial resistance. The globalization of agri-food systems has intensified the impact of climate change, expanding transmission routes and facilitating the introduction of pathogens into new regions through international trade. This scenario not only affects food safety in the short term, but also poses structural risks for the resilience and sustainability of food systems in the medium and long term.

Faced with this situation, it is a priority to reinforce epidemiological surveillance systems through the use of emerging technologies, including digital platforms for risk management. It is also essential to promote interdisciplinary research on the interactions between the climate and pathogens, promote international cooperation in the formulation of effective mitigation policies, and enhance public education and awareness of food risks linked to climate change. Preparing for extreme events, improving health infrastructures and investing in technologies for the detection, control and elimination of pathogenic microorganisms in food, water and contact surfaces are also key elements of a comprehensive prevention strategy.

Key words

Climate change, foodborne pathogens, food safety, globalization.

Cita sugerida

Comité Científico AESAN. (Grupo de Trabajo) Valero, A., Capita, R.M., Mayo, B., Mora, A.C., Rodrigo, M.D., Sánchez, G. y Arrabal, P. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre los efectos del cambio climático en el riesgo de transmisión de patógenos alimentarios. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 2025, 41, pp: 47-96.

1. Introducción

El cambio climático es una realidad inequívoca, que se refleja en el incremento de las temperaturas, la disminución de las precipitaciones, los eventos climáticos extremos o la expansión del clima de tipo semiárido y de especies exóticas invasoras. Sus efectos sobre la flora y la fauna pueden comprometer la seguridad alimentaria y, en consecuencia, la salud de los consumidores (MITECO, 2020). El cambio climático está impactando en el sistema alimentario global a través de diferentes vías directas e indirectas, planteando nuevos retos para la seguridad alimentaria y la salud humana (NIH, 2022).

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) señala que el cambio climático puede afectar a la seguridad alimentaria al modificar las dinámicas poblacionales de organismos contaminantes, como consecuencia de alteraciones en los patrones de temperatura, precipitaciones y humedad, así como por el incremento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos (IPCC, 2022a). Estos factores pueden influir en la distribución geográfica y estacional, así como a la supervivencia de patógenos causantes de enfermedades transmitidas a través de los alimentos (Ziska et al., 2016) (NIH, 2022).

Algunos ejemplos de cómo el clima influye en la biología de los organismos contaminantes incluyen los cambios en la actividad de los hongos productores de micotoxinas, alteraciones en la presencia de microorganismos en las cadenas alimentarias acuáticas (como dinoflagelados, o bacterias del género *Vibrio*), y el aumento de lluvias intensas e inundaciones que favorecen la contaminación de los pastos con microorganismos entéricos como *Salmonella*, facilitando su entrada en la cadena alimentaria humana. En entornos terrestres, muchos patógenos de transmisión alimentaria provienen de la contaminación entérica de origen humano o animal, y pueden dispersarse por el viento (por ejemplo, a través del polvo o el suelo contaminado) o mediante inundaciones, fenómenos que se ven intensificados por el cambio climático (IPCC, 2019).

En la Conferencia de las Partes sobre el Cambio Climático celebrada en Bakú en noviembre de 2024 (COP29), se abordó el impacto del cambio climático en los sistemas agroalimentarios, vinculado a la alteración de los patrones de precipitaciones, a las temperaturas impredecibles y a una mayor incidencia de fenómenos meteorológicos extremos, pudiendo estos efectos favorecer la propagación de microorganismos causantes de infecciones (COP29, 2024). El incremento de las temperaturas, en particular, podría conducir a una mayor prevalencia de las infecciones microbianas y, en consecuencia, al aumento de las resistencias a antimicrobianos a nivel mundial (Duchenne-Moutien y Neetoo, 2021). De hecho, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha documentado este fenómeno en varios países (FAO, 2020).

Todo ello refuerza la necesidad de implementar medidas para mitigar el impacto del cambio climático sobre la salud. Como ejemplo de ello, la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) participa en el Programa de Trabajo 2021-2025 del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MITECO, 2020), actuando como entidad responsable de desarrollar acciones de comunicación sobre alimentación, salud y sostenibilidad, desde una perspectiva de cambio climático.

En este contexto, se solicita al Comité Científico de la AESAN que revise las evidencias científi-

cas disponibles en el momento actual sobre los efectos del cambio climático en la transmisión de patógenos alimentarios.

2. El cambio climático como detonante de nuevos riesgos alimentarios

Tanto la variabilidad climática como el cambio climático representan amenazas significativas para la seguridad de la cadena de suministro alimentario a través de diversas vías. Una de ellas es el posible agravamiento de las enfermedades transmitidas a través de los alimentos, afectando a aspectos como la aparición, persistencia, virulencia y, en algunos casos, a la generación de toxinas por parte de microorganismos patógenos. Además, en relación con el cambio climático, la seguridad alimentaria puede verse comprometida por peligros químicos, como plaguicidas, micotoxinas y metales pesados.

Los cambios en los patrones climáticos, como la disminución de las precipitaciones, el aumento de la temperatura del aire y la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, generan impactos directos e indirectos sobre la salud pública. Entre ellos se encuentran la escasez de agua segura para el riego, el uso intensificado de plaguicidas debido a la resistencia de las plagas, las dificultades para mantener una cadena de frío adecuada (afectando a la conservación segura de los alimentos), y la aparición de inundaciones que arrastran contaminantes químicos a fuentes de agua. En conjunto, estos factores pueden aumentar las enfermedades infecciosas de transmisión alimentaria, intoxicaciones, resistencia a los antimicrobianos y la bioacumulación de sustancias químicas y metales pesados en el cuerpo humano (Duchenne-Moutien y Neetoo, 2021).

El cambio climático afecta directamente a la abundancia, el crecimiento, la distribución y la supervivencia de los patógenos, lo que modifica la prevalencia de enfermedades transmitidas a través de los alimentos (Peng et al., 2023). Los patógenos pueden expandir su distribución geográfica, incrementando la propagación de enfermedades hacia nuevas áreas (Smith y Fazil, 2019). Entre los factores críticos, la seguridad del agua potable destaca como clave en la transmisión de enfermedades infecciosas reemergentes. Por ejemplo, el aumento de precipitaciones e inundaciones puede contaminar los suministros de agua, elevando el riesgo de brotes de enfermedades transmitidas a través del agua, como las provocadas por *Salmonella*, *Cryptosporidium* y virus entéricos (Lynch y Shaman, 2023).

El calentamiento global, la acidificación de los océanos, las sequías, los incendios forestales, las precipitaciones irregulares y otros eventos extremos están dañando de manera inédita los sistemas alimentarios. Incluso un único factor ambiental, como el aumento de la temperatura, puede amplificar múltiples peligros para la seguridad alimentaria, con repercusiones en la salud pública y el comercio internacional. El cambio climático afecta a la presencia de microorganismos y plagas, así como a la formación de toxinas, pudiendo dar lugar a un incremento en la incidencia e intensidad de enfermedades alimentarias. Además, condiciones como el calentamiento de aguas superficiales marinas y el aumento de nutrientes favorecen la proliferación de algas tóxicas, causando brotes de contaminación en alimentos de origen marino (EFSA, 2020) (FAO, 2020). Por ello, el cambio climático también está relacionado con alteraciones en las tasas de crecimiento de bacterias marinas patógenas y aquellas derivadas de la contaminación fecal, asociadas al aumento de la temperatura

del agua (FAO, 2018). Por ejemplo, la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) ha reportado un aumento de infecciones por *Vibrio* spp. en el Mar Báltico y predice que este riesgo continuará extendiéndose hacia el norte (Vezzulli et al., 2016) (EFSA, 2024). Además, un clima más cálido puede facilitar la mutación y transferencia genética entre microorganismos, promoviendo la aparición de variantes patógenas (FAO, 2018).

Los eventos climáticos extremos, como las olas de calor, las tormentas, las lluvias intensas y las sequías han aumentado en frecuencia e intensidad (IPCC, 2021). Estos fenómenos generan múltiples riesgos relacionados con la presencia y proliferación de patógenos, asociados, entre otros factores, a:

- Condiciones favorables para la proliferación de patógenos al afectar a sistemas de tratamiento de agua.
- Incremento en la susceptibilidad de los animales a enfermedades, aumentando la excreción de patógenos.
- Alteraciones en los patrones temporales de enfermedades infecciosas.
- Desarrollo de resistencias bacterianas debido al uso intensivo de antimicrobianos de uso veterinario. El cambio climático favorece la resistencia bacteriana al alterar temperaturas y ecosistemas, lo que incrementa el estrés en animales y fomenta el uso de antimicrobianos.
- Introducción de vectores de patógenos en nuevas zonas agrícolas.
- Transporte de agentes infecciosos hacia tierras de cultivo a través de inundaciones.

Para abordar estos desafíos, se han desarrollado iniciativas internacionales, como el proyecto CLE-FSA (2018-2020) liderado por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) en Europa. Este proyecto estableció una metodología multicriterio para evaluar riesgos emergentes relacionados con el cambio climático. Entre los riesgos identificados, se encuentran el aumento en la frecuencia y virulencia de ciertos patógenos y toxinas marinas (EFSA, 2020).

Preocupan particularmente los patógenos con baja dosis infecciosa, como los virus entéricos y *Campylobacter* spp., aquellos con alta persistencia ambiental, como el complejo *Mycobacterium avium*, y los que toleran variaciones extremas de temperatura y pH, como *Salmonella* y *Escherichia coli*. Además, algunos patógenos, como *Coxiella*, pueden ser transportados largas distancias por el viento, aumentando su capacidad de dispersión (EFSA, 2020).

En este contexto, es fundamental adaptar los sistemas de vigilancia y control para afrontar los cambios en la transmisión de enfermedades relacionadas con patógenos en un escenario de cambio climático. Diversos estudios recientes confirman que el impacto del cambio climático incrementará las toxiinfecciones de origen alimentario, así como otras enfermedades infecciosas (Dietrich et al., 2023) (Awad et al., 2024) (Liao et al., 2024). A nivel nacional, un reciente informe del Comité Científico Asesor de Seguridad Alimentaria de la Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria (ACSA) ha evaluado la relación entre el cambio climático y la seguridad alimentaria microbiológica (ACSA, 2025).

A continuación, se describen los principales patógenos asociados con el cambio climático y su repercusión en la seguridad alimentaria.

2.1 *Vibrio* spp.

Aproximadamente, el 8 % de la población mundial depende de los alimentos de origen marino como fuente de alimento e ingresos. Los principales efectos del cambio climático asociados con la contaminación de los alimentos de origen marino son el aumento de la temperatura en la capa superior del océano y su acidificación, así como una mayor frecuencia de las olas de calor marinas (Marques et al., 2010) (Kniel y Spanninger, 2017). Las especies de *Vibrio* son los principales organismos patógenos asociados a los alimentos de origen marino, y su aparición, frecuencia y gravedad se ven significativamente afectadas por el aumento de la temperatura (Marques et al., 2010). Estas bacterias pueden provocar infecciones graves, especialmente a través del consumo de mariscos crudos o poco cocinados, así como infecciones de origen no alimentario (EFSA, 2024).

Numerosas investigaciones documentan la asociación entre la aparición del cólera y las anomalías climáticas del tipo El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), que tienen un impacto significativo en los patrones climáticos extremos en distintas partes del mundo (Pascual et al., 2000) (Anyamba et al., 2019). Se espera que el cambio climático aumente la frecuencia y gravedad de los eventos ENOS, en base a las observaciones recogidas en estudios de África Oriental, Perú y Bangladesh (Martínez-Urtaza et al., 2010) (Cai et al., 2014) (Cash et al., 2014) (Moore et al., 2017).

Específicamente el calentamiento oceánico y las precipitaciones intensas, que reducen la salinidad de las aguas costeras, parecen crear condiciones favorables para la proliferación de *V. vulnificus* y *V. cholerae*, lo que podría explicar las causas de los brotes de vibriosis y cólera en áreas donde estas enfermedades son poco comunes (Vezzulli et al., 2013) (Burge et al., 2014) (Guzmán et al., 2015). Las temperaturas más cálidas del agua también se asocian con la aparición de brotes de *V. parahaemolyticus* en Alaska (Estados Unidos) (McLaughlin et al., 2005) (Martínez-Urtaza et al., 2010).

Históricamente asociado a regiones tropicales, *V. parahaemolyticus* ha sido identificado como el causante de brotes en zonas templadas como Galicia, en los que se han identificado cepas patógenas relacionadas con aislados genéticamente diversos procedentes de fuentes remotas. Un análisis filogenético a escala global mostró que la mayoría de las cepas clínicas no estaban relacionadas entre sí, lo que sugiere múltiples introducciones episódicas desde regiones distantes. El estudio identificó también dos cambios clave en la dinámica epidemiológica: la aparición inicial de casos y una transición en el patrón de brotes entre 2015 y 2016, ambos asociados a aumentos de la temperatura superficial del mar en las costas gallegas (Martínez-Urtaza et al., 2018).

Otros factores emergentes que afectan a las infecciones asociadas a *Vibrio* incluyen condiciones de sequía, emisiones de polvo y dirección del viento (FAO, 2020). Se sabe que los artrópodos (moscas adultas, quironómidos) pueden actuar como vectores aéreos de *V. cholerae* y, con el viento, esta infección bacteriana se disemina a través de la propagación del vector, tal y como se reportó en tres brotes de cólera en África y en el subcontinente indio (Broza et al., 2005) (Paz y Broza, 2007) (FAO, 2020).

Por otro lado, ciertos zooplánctones, como los copépodos, actúan como reservorios marinos de *V. cholerae* (Vezzulli et al., 2010) (Lutz et al., 2013). Se ha determinado que el cambio climático probablemente alterará la distribución de las poblaciones de zooplancton en los océanos globales, lo

que podría cambiar la prevalencia de infecciones por *Vibrio* en el mundo (Brun et al., 2019). Además, se espera que los aumentos de lluvia relacionados con los eventos ENOS incrementen el nivel de nutrientes que ingresan en los ecosistemas fluviales y costeros, desencadenando un mayor crecimiento del plancton, lo que podría promover un aumento en las poblaciones de *Vibrio* (Turner et al., 2014) (Greenfield et al., 2017). Se ha demostrado que *V. cholerae* prolifera junto con el dinoflagelado *Lingulodinium polyedra* («marea roja»), que produce yesotoxinas (Mouriño-Pérez et al., 2003). En Hong Kong RAE (China), los casos de intoxicación por ciguatera precedieron a las infecciones por *V. cholerae*, según un estudio que examinó datos de ocurrencia entre 1989 y 2001 (Kwan et al., 2003).

V. parahaemolyticus, *V. vulnificus* y *V. cholerae* no-O1/no-O139 son las especies de *Vibrio* de mayor relevancia para la salud pública en la Unión Europea a través del consumo de alimentos de origen marino. La infección por *V. parahaemolyticus* se asocia con las hemolisinas TDH y TRH, y provoca, principalmente, gastroenteritis aguda. Las infecciones por *V. vulnificus* pueden derivar en septicemia y ser mortales en individuos susceptibles. *V. cholerae* no-O1/no-O139 puede causar desde gastroenteritis leve hasta infecciones graves, incluida la septicemia, en personas vulnerables. La estimación conjunta de la prevalencia en alimentos de origen marino es del 19,6 % para *V. parahaemolyticus*, del 6,1 % para *V. vulnificus*, y del 4,1 % para *V. cholerae* no colerígena. Aproximadamente, uno de cada cinco productos positivos para *V. parahaemolyticus* contiene cepas patógenas (EFSA, 2024). Se ha detectado un amplio espectro de resistencias a antimicrobianos en *Vibrio* aislados de alimentos de origen marino o infecciones alimentarias en Europa, algunas de ellas intrínsecas. Además, cada vez se identifican con mayor frecuencia genes de resistencia a antimicrobianos de importancia médica asociados a elementos genéticos móviles. Si bien existen medidas como el procesado a alta presión, la irradiación o la depuración, que pueden reducir los niveles de *Vibrio* en alimentos de origen marino, el mantenimiento de la cadena de frío es clave para evitar su proliferación. Según la última evaluación de la EFSA (2024), se prevé que la prevalencia de *Vibrio* en mariscos aumente tanto a escala mundial como en Europa debido al cambio climático, especialmente en aguas de baja salinidad o salobres. Se estima que, a medida que continúen las tendencias actuales de calentamiento, aumentarán tanto las tasas de infección como la carga de estas enfermedades, incluyendo infecciones en poblaciones vulnerables que carecen de inmunidad. Estos hallazgos subrayan la necesidad de vigilancia continua y de la implementación de nuevas estrategias de alerta temprana y de predicción basadas en el aprendizaje automático (*machine learning*) que ya se están probando para predecir factores ambientales complejos (Campbell et al., 2025).

2.2 *Aeromonas* spp.

Son bacterias ubicuas en todos los ecosistemas acuáticos. Pueden aislarse de ríos, lagos, estanques, agua de mar, agua potable, aguas subterráneas, aguas residuales y aguas residuales en diversas fases de tratamiento (Janda y Abbott, 2010). *Aeromonas* spp. también se encuentran en el suelo y en las plantas (Lamy et al., 2022), y se han detectado en insectos quironómidos (Laviad y Halpern, 2016), y en el tracto intestinal de crustáceos (Zhao et al., 2018), peces (Ofek et al., 2021), aves (Laviad-Shitrit et al., 2018) y mamíferos (Lamy et al., 2022). Muestran una notable adaptabilidad

a factores ambientales en constante cambio, y el cambio climático parece influir directamente en su virulencia y patogenicidad.

Originariamente, *Aeromonas* spp. se asociaban a infecciones en peces y otros animales de sangre fría, pero esta bacteria también afecta a animales inmunodeprimidos y hospedadores humanos, provocando infecciones de heridas, celulitis, septicemia e infecciones del tracto urinario (Schwartz et al., 2024). Muchas infecciones se han asociado al contacto previo con el agua durante el baño o la pesca o al contacto con alimentos de origen animal (Spadaro et al., 2014) (Couturier et al., 2017) (Ganiatsa et al., 2020). Además, se han notificado casos de Síndrome Urémico Hemolítico (SUH) asociados a *Aeromonas* (Figueras et al., 2007) (Castellano-Martinez et al., 2019), en los que se asumió la transmisión alimentaria.

En la actualidad, están descritas 36 especies de *Aeromonas*. *A. hydrophila*, *A. dhakensis*, *A. veronii*, *A. salmonicida* y *A. caviae* causan importantes pérdidas económicas en la industria de la acuicultura en todo el mundo (Pang, 2023). Las cepas más frecuentemente aisladas de muestras clínicas humanas pertenecen a las especies *A. hydrophila*, *A. caviae* y *A. veronii* biovar sobria (Ruiz de Alegría-Puig et al., 2021) (Pessoa et al., 2022).

El aumento de las temperaturas y el cambio de las condiciones ambientales afectan a su crecimiento, la formación de biopelículas y la resistencia a los antimicrobianos. Así, a medida que aumentan las temperaturas, se incrementa la producción de biopelículas, lo que puede aumentar la virulencia de estos patógenos asociada a la capacidad de resistencia a condiciones de estrés ambiental. Además, algunas cepas muestran patrones alterados de resistencia a los antimicrobianos con los cambios de temperatura y pH, lo que sugiere que los cambios ambientales inducidos por el clima podrían promover infecciones por *Aeromonas* spp. más difíciles de tratar (Grilo et al., 2021).

Un estudio realizado en Bangladesh, que investigó la presencia de *Aeromonas* spp. en estanques de agua dulce durante 2 años, reveló que la cantidad de bacterias aumenta en dos momentos específicos del año, antes y después de la temporada de monzones, y que este aumento está directamente relacionado con la temperatura del agua (Sadique et al., 2021). En cuanto a la diversidad de especies, *A. veronii* biovar *sobria* fue la especie predominante, representando el 27 % de los 200 aislados caracterizados. Otras especies identificadas incluyeron *A. schubertii* (20 %), *A. hydrophila* (17 %) y *A. caviae* (13 %). Las conclusiones del estudio resaltan que la presencia de especies de *Aeromonas* con potencial de virulencia multifactorial en estanques domésticos, que a menudo se utilizan como fuentes de agua potable en la región costera de Bangladesh, representa un riesgo potencial significativo para la salud pública, especialmente en el contexto del calentamiento global.

Otros estudios recientes han evidenciado que el aumento de la temperatura del agua, los bajos niveles de oxígeno disuelto y las variaciones en el pH impactan en la tasa de crecimiento de *Aeromonas* spp. y en la expresión de genes de virulencia, lo que incrementa el riesgo de infecciones tanto en peces como en humanos. Este mecanismo es particularmente relevante en *A. hydrophila*, que es responsable de numerosos brotes en la acuicultura y posee potencial zoonótico (Abdella et al., 2024) (Judan et al., 2024). Como proyección para futuros estudios, se sugiere el desarrollo de estrategias de mitigación en la acuicultura, mediante la regulación de factores ambientales y la im-

plementación de prácticas de manejo sostenibles en esta industria, con el fin de reducir los riesgos que plantea *Aeromonas* spp. en un escenario de cambio climático.

2.3 *Salmonella* spp.

Es un microorganismo entérico zoonótico altamente persistente en aves de corral, así como la principal causa de gastroenteritis aguda a nivel mundial (Jiang et al., 2015). Según Herrera et al. (2016), investigaciones previas han documentado que las infecciones por *Salmonella* son directamente proporcionales a la temperatura. En la actualidad, en Europa, la mayor parte de los casos de salmonelosis se notifican durante los meses de verano y, además, la incidencia de *Salmonella* es menor en los países más fríos del norte en comparación con aquellos con climas más cálidos (Dietrich et al., 2023). En varios países (Irlanda, Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos, entre otros) se ha encontrado que, para temperaturas superiores a 5 °C, la salmonelosis aumenta entre un 5 y un 10 % por cada incremento de 1 °C en la temperatura semanal (Tirado et al., 2010) (Zhang et al., 2010) (Wu et al., 2016) (Khan et al., 2021). En este sentido, se estima que el calentamiento relacionado con el cambio climático favorecerá la colonización y el crecimiento de *Salmonella* en pollos de engorde (Jiang et al., 2015), lo cual, de no existir una adecuada vigilancia y buenas prácticas de higiene y manipulación, podrá suponer un aumento de transmisión de la enterobacteria a lo largo de la cadena alimentaria. Sin embargo, cuestiones metodológicas, como la alta correlación entre las variables climáticas (temperatura ambiente, pluviometría y humedad relativa), dificultan la identificación de factores explicativos reales y la predicción del riesgo.

2.4 *Campylobacter* spp.

Es un patógeno ubicuo en determinados animales de granja y se posiciona como el agente etiológico de las zoonosis más frecuentemente notificadas en Europa durante 2023 (EFSA/ECDC, 2024). En un estudio de revisión bibliográfica llevado a cabo por Austhof et al. (2024), se concluye que la temperatura, el aumento de las inundaciones y las fluctuaciones en los periodos de lluvia y sequía están asociados con un aumento de las infecciones por *Campylobacter* en humanos. Asimismo, la proximidad entre actividades agrícolas y operaciones ganaderas incrementa significativamente el riesgo de infecciones por *Campylobacter*. Uno de los motivos es que los inviernos más templados pueden favorecer la supervivencia de diversos vectores de *Campylobacter*, como las moscas, lo que se prevé resultará en un aumento significativo de los casos de campilobacteriosis (FAO, 2020). En general, en el contexto del cambio climático y la variabilidad climática, en las próximas décadas se estima un incremento del 3 % en la incidencia de campilobacteriosis, incluyendo aquellas formas transmitidas por vectores (Duchenne-Moutien y Neetoo, 2021). En este sentido, ya se ha cuantificado que, entre 1999 y 2010 en Israel, un aumento de 1 °C por encima del umbral de temperatura de 27 °C resultó en un incremento del 16,1 % en infecciones por *C. jejuni* y del 18,8 % por *C. coli* en todos los grupos de edad (FAO, 2020).

2.5 *Escherichia coli* patogénico

Escherichia coli es una enterobacteria ubicua que forma parte, como especie predominante, de

la microbiota normal aerobia y anaerobia facultativa del tubo digestivo en la mayor parte de los mamíferos y las aves. Si bien la mayoría de las cepas de *E. coli* son miembros no patógenos de la microbiota intestinal, donde juega un papel inocuo o incluso beneficioso para el hospedador, algunas cepas son patógenas debido a la adquisición de factores de virulencia específicos que les confieren la capacidad de producir una amplia variedad de infecciones en seres humanos y animales, tanto de tipo entérico (diarreas, disentería, colitis hemorrágica, Síndrome Urémico Hemolítico y enfermedad de los edemas) como extraintestinales (infecciones del tracto urinario, bacteriemias o septicemias, meningitis, peritonitis, mastitis, e infecciones respiratorias y de heridas). En base a los mecanismos de patogénesis y los factores de virulencia que poseen los *E. coli* diarreaagénicos, se han englobado en seis grupos o categorías: *E. coli* enteropatogénicos (EPEC); *E. coli* enterotoxigénicos (ETEC); *E. coli* enteroinvasivos (EIEC); *E. coli* enterohemorrágicos, verotoxigénicos o productores de toxinas Shiga (EHEC/VTEC/STEC); *E. coli* enteroagregativos (EAEC); y *E. coli* con adherencia difusa (DAEC). El grupo de los EHEC/VTEC/STEC es un grupo de cepas de *E. coli* capaces de producir toxinas muy similares a la toxina producida por *Shigella dysenteriae* tipo 1 (AESAN, 2012). Concretamente, *E. coli* productora de toxina Shiga (STEC) fue el tercer agente zoonótico notificado con mayor frecuencia en humanos en 2023 (10 217 casos humanos confirmados de infecciones con 3285 hospitalizaciones), después de *Campylobacter* spp. y *Salmonella* spp. (EFSA, 2024).

La proliferación de *E. coli* en el medio ambiente también se ve afectada por el aumento de las temperaturas, lo que eleva el riesgo de transmisión, contaminación e infección través de la cadena alimentaria (Balta et al., 2024). Por ejemplo, EHEC O157 (*E. coli* enterohemorrágico), conocida por causar brotes severos frecuentemente vinculados al consumo de carne poco cocinada y vegetales crudos, puede proliferar en condiciones más cálidas, lo que amplifica su transmisión durante las olas de calor. En un estudio realizado en Reino Unido entre 2015 y 2019, Gilligham et al. (2023) observaron que los casos confirmados de cepas de *E. coli* productoras de toxina Shiga (STEC) aumentaron durante los meses de abril y mayo, alcanzando su punto máximo entre junio y septiembre. En Inglaterra, durante el mismo período, los casos de STEC se incrementaron de abril a julio (en 2016) o agosto (en los demás años), y después disminuyeron (OMS, 2019). Estudios similares concluyen que existe relación entre el incremento de temperatura y la concentración de *E. coli* en ostras (Billah y Rahman, 2022), en leche de vaca no pasteurizada (Feliciano et al., 2021) y en vegetales de hoja (Duchenne-Moutien y Neetoo, 2021).

Por otro lado, las lluvias intensas y las inundaciones pueden afectar a las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, dificultando su procesado y resultando en un tratamiento ineficiente. Esto es particularmente preocupante, ya que las cepas de *E. coli* enterotoxigénica (ETEC) se transmiten, principalmente, a través del agua contaminada y es una de las principales causas de la diarrea del viajero en regiones en desarrollo con saneamiento deficiente. Por ejemplo, en un estudio llevado a cabo por Aijuka y Buys (2019) en Bangladesh, se correlacionó la formación de biopelículas de ETEC en superficies en contacto con el agua potable con los meses cálidos y húmedos, y con el incremento en enfermedades diarreicas.

En cuanto a las prácticas agrícolas, los fenómenos asociados al cambio climático pueden influir en la incidencia de los diferentes patotipos de *E. coli*. El aumento de la temperatura y las modifica-

ciones en las precipitaciones afectan a su persistencia y distribución en los cultivos, destacando el riesgo de presencia de *E. coli* enteroagregativos (EAEC) y *E. coli* con adherencia difusa (DAEC), por su capacidad de adherirse a las plantas. Además, el uso de aguas residuales no tratadas para riego, impulsado por la escasez de agua, puede introducir *E. coli* patógena en la cadena alimentaria, generando preocupaciones sanitarias. Asimismo, cepas enteropatógenas como *E. coli* enteropatógenos (EPEC) y *E. coli* enteroinvasivos (EIEC), asociadas con transmisión persona a persona y brotes alimentarios, podrían ver alteradas sus dinámicas de transmisión debido a cambios en el comportamiento humano y las prácticas de higiene durante eventos climáticos extremos (Balta et al., 2024).

2.6 Hongos productores de micotoxinas

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por hongos filamentosos que pertenecen principalmente a los géneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* y *Alternaria*. Las micotoxinas más tóxicas incluyen las aflatoxinas, la zearalenona, los tricotecenos, las fumonisinas y las ocratoxinas, ya que poseen propiedades carcinogénicas e inmunosupresoras, afectando tanto a los seres humanos como a los animales (Ostry et al., 2017) (Agriopoulou et al., 2020) (AESAN, 2021).

Los hongos micotoxigénicos pueden colonizar diversos cultivos básicos, como el maíz, el arroz, el trigo, así como frutos secos, café, granos, frutas desecadas, especias, cultivos forrajeros, frutas y verduras, y en estos, a su vez, pueden producir micotoxinas que afectan a la seguridad alimentaria. Por ejemplo, existe una creciente preocupación por las enfermedades fúngicas causadas por *Fusarium* y *Aspergillus* spp. en cultivos básicos, ya que no solo provocan pérdidas de rendimiento, sino que también son productores de micotoxinas que ingresan a la cadena alimentaria (Balendres et al., 2019) (Agriopoulou et al., 2020).

Se cree que la contaminación de los alimentos por micotoxinas se ve agravada por los efectos del cambio climático (FAO, 2020) (Duchenne-Moutien y Neetoo, 2021). Los principales factores climáticos involucrados en la ocurrencia y prevalencia de los hongos micotoxigénicos son la temperatura y la humedad. Además, se ha encontrado que los cambios en los patrones de lluvia también incrementan el riesgo de aparición de micotoxinas de diversas maneras (FAO, 2020). Las condiciones de sequía pueden debilitar las defensas naturales de los cultivos, haciéndolos más susceptibles al crecimiento de hongos y la producción de toxinas, mientras que las fuertes lluvias seguidas de altas temperaturas pueden generar humedad que favorece el crecimiento fúngico. Algunos factores secundarios que afectan a la contaminación por micotoxinas en los cultivos incluyen el desplazamiento de especies fúngicas existentes por hongos más virulentos, los ataques de plagas, la pérdida de eficacia de fungicidas y plaguicidas, y los cambios en la distribución geográfica de los insectos (FAO, 2020).

La EFSA llevó a cabo un proyecto para modelar, predecir y cartografiar el posible aumento de la contaminación por aflatoxina B1 en cereales dentro de la Unión Europea debido al cambio climático (Battilani et al., 2012). Este proyecto, finalizado en 2012, utilizó escenarios de cambio climático para evaluar el riesgo de crecimiento de *Aspergillus flavus* y la consiguiente producción de aflatoxinas en cultivos de cereales clave como el maíz, el trigo y el arroz. Los hallazgos indicaron que las con-

diciones climáticas más cálidas y húmedas previstas en el centro y norte de Europa, podrían elevar la probabilidad de proliferación de *A. flavus* en los cultivos de maíz, lo que representa un riesgo significativo para la salud debido a la naturaleza carcinogénica de las aflatoxinas. El estudio destacó el impacto directo de las variaciones estacionales y el aumento de las temperaturas globales en los niveles de aflatoxinas en los cereales. El informe de la EFSA enfatizó la necesidad de un monitoreo continuo y la implementación de buenas prácticas agrícolas y postcosecha para mitigar estos riesgos emergentes (Battilani et al., 2012).

De igual forma, el informe del Comité Científico de la AESAN en relación a los efectos del cambio climático sobre la presencia de micotoxinas en los alimentos (AESAN, 2021) señala que las evidencias científicas apuntan a una redistribución geográfica de la incidencia de las diferentes micotoxinas, y que, centrándonos en el sur de Europa, cabe esperar un claro incremento de la incidencia de aflatoxinas en maíz, tradicionalmente ligadas a climas tropicales, y también un agravamiento del problema ya existente de fumonisinas en este mismo cereal. Asimismo, los patrones de temperatura y precipitación proyectados para el cambio climático en Europa sugieren que áreas como el centro y norte de Europa podrían ver un aumento en la presencia de *A. flavus* y *A. parasiticus* debido a un clima más cálido y húmedo, lo que aumenta el riesgo de contaminación en alimentos básicos, sobre todo en el maíz y los frutos secos. Esto representa un desafío significativo para la seguridad alimentaria, ya que las aflatoxinas son altamente tóxicas y estables al tratamiento por calor, siendo difíciles de eliminar durante el procesamiento de alimentos (Medina et al., 2014).

Estudios más recientes apuntan en la misma dirección: el aumento en temperaturas y las fluctuaciones de precipitación pueden generar condiciones que favorecen la contaminación de los cultivos por *A. flavus*. Por ejemplo, en Illinois (Estados Unidos), los modelos geoespaciales muestran que tanto el aumento de lluvias durante el periodo pre-siembra como temperaturas más altas durante la floración y cosecha, se asocian con mayores niveles de contaminación por aflatoxinas y fumonisinas (Castano-Duque et al., 2023).

2.7 Virus entéricos

El cambio climático influye significativamente en la transmisión de enfermedades víricas alimentarias al modificar las condiciones ambientales que favorecen la persistencia y propagación de patógenos en la cadena alimentaria. En particular, el aumento de las temperaturas globales podría reducir la persistencia de los virus entéricos en el medio ambiente y en los alimentos; sin embargo, este mismo calentamiento puede promover el crecimiento bacteriano en estas matrices, lo que a su vez facilita la formación de biopelículas que, de forma indirecta, ofrecen un entorno protector para dichos virus, contrarrestando parcialmente el efecto negativo del calor sobre su supervivencia (Samandougou et al., 2021) (Gagné et al., 2022). Paralelamente, la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos como inundaciones y sequías crea entornos propicios para la contaminación de cultivos y alimentos con virus entéricos, como los norovirus y el virus de la hepatitis A. Además, la globalización de los sistemas alimentarios amplifica estos riesgos, ya que alimentos contaminados pueden distribuirse rápidamente a nivel internacional.

Otro factor preocupante es el impacto del estrés hídrico asociado al cambio climático, que fo-

menta el uso de aguas residuales tratadas para el riego (Girón-Guzmán et al., 2024). Si los sistemas de tratamiento no son adecuados, los virus resistentes al medio ambiente pueden sobrevivir y contaminar los alimentos. En conjunto, estas dinámicas ponen en riesgo la seguridad alimentaria y subrayan la necesidad de reforzar la vigilancia sanitaria, la implementación de estándares más estrictos en el manejo del agua y la promoción de prácticas agrícolas seguras frente a los desafíos del cambio climático.

2.8 Parásitos

Los parásitos de transmisión alimentaria, la mayoría de los cuales son agentes zoonóticos, representan un peligro importante para la salud pública. Estos patógenos alimentarios, que incluyen protozoos (por ejemplo, *Cryptosporidium* spp., *Cyclospora cayetanensis* o *Toxoplasma gondii*) y helmintos (por ejemplo, *Fasciola* spp., *Paragonimus* spp., *Echinococcus* spp., *Taenia* spp., *Angiostrongylus* spp., *Anisakis* spp., *Ascaris* spp., *Capillaria* spp., *Toxocara* spp., *Trichinella* spp. o *Trichostrongylus* spp.), han acompañado a la especie humana desde sus orígenes. Los cambios, persistentes o extremos, de temperatura, nivel de precipitaciones, humedad y contaminación atmosférica asociados con el cambio climático tienen una influencia directa en los ciclos de vida de los parásitos transmitidos a través de los alimentos, incrementando o reduciendo la supervivencia e infectividad de las formas parasitarias presentes en el ambiente. Además, estos factores pueden afectar a la biología de los hospedadores (por ejemplo, aumentando su distribución), incrementar el contacto entre parásito y hospedador o alterar la salud de las poblaciones susceptibles, lo que podría aumentar la prevalencia de las enfermedades parasitarias (Froeschke et al., 2010) (Liao et al., 2024). Por ello, aunque menos reconocidas que otras consecuencias del cambio climático, la emergencia y reemergencia de determinadas enfermedades parasitarias es, en la actualidad, un motivo importante de preocupación (Short et al., 2017). Hay que señalar, sin embargo, que los efectos del cambio climático sobre los parásitos transmitidos a través de los alimentos son muy complejos. En la Tabla 1 se muestra la influencia del cambio climático y la globalización sobre algunos parásitos de transmisión alimentaria.

Tabla 1. Influencia de la globalización y el cambio climático en los parásitos transmitidos a través de los alimentos

Parásitos	Cambio climático		Globalización	
	Factores que favorecen el incremento de la prevalencia de infecciones humanas	Factores que favorecen el descenso de la prevalencia de infecciones humanas	Factores que favorecen el incremento de la prevalencia de infecciones humanas	Factores que favorecen el descenso de la prevalencia de infecciones humanas
<i>Cyclospora cayetanensis</i> , <i>Cryptosporidium</i> spp., <i>Giardia duodenalis</i>	Reducción de las fuentes de agua potable Incremento del empleo de aguas residuales no tratadas para el riego de los vegetales	Reducción de la supervivencia de oocistos en el ambiente como consecuencia del aumento de temperaturas y periodos de sequía	Aumento del número de viajeros	-
<i>Toxoplasma gondii</i>	Reducción de las fuentes de agua potable Incremento del empleo de aguas residuales no tratadas para el riego de los vegetales	Reducción de la supervivencia de oocistos en el ambiente como consecuencia del aumento de temperaturas y periodos de sequía	Introducción de cepas atípicas en países no endémicos procedentes de países endémicos	Aumento del conocimiento del peligro Aumento del consumo de cerdos de producción industrial
<i>Ascaris</i> spp. <i>Trichuris trichura</i>	Reducción de las fuentes de agua potable Incremento del empleo de aguas residuales no tratadas para el riego de los vegetales	Reducción del uso de estiércol de origen humano como fertilizante de huertos Incremento del uso de letrinas e inodoros	-	Aumento de higiene personal Aumento del tratamiento apropiado de heces humanas
<i>Trichinella</i> spp.	Incremento de la población de jabalíes	Reducción del tiempo de supervivencia de las larvas en los cadáveres de los hospedadores Reducción del hábitat silvestre	Importación ilegal de carne Introducción de nuevos hábitos alimentarios Introducción de nuevas especies hospedadoras	Aumento de la cría de cerdos bajo adecuados sistemas de contención
<i>Echinococcus granulosus</i> s.l.	Escorrenía de pastos Aumento del empleo de aguas residuales Disminución del agua potable	Reducción de la supervivencia de los huevos en el ambiente como consecuencia del aumento de las temperaturas y duración de los periodos de sequía	Inmigración de pastores y rebaños de países endémicos a países no endémicos	Mejora de las prácticas de higiene personal

Tabla 1. Influencia de la globalización y el cambio climático en los parásitos transmitidos a través de los alimentos

Parásitos	Cambio climático			Globalización	
	Factores que favorecen el incremento de la prevalencia de infecciones humanas	Factores que favorecen el descenso de la prevalencia de infecciones humanas	Factores que favorecen el incremento de la prevalencia de infecciones humanas	Factores que favorecen el descenso de la prevalencia de infecciones humanas	Factores que favorecen el descenso de la prevalencia de infecciones humanas
<i>Echinococcus multilocularis</i>	Incremento de las poblaciones de roedores en áreas urbanas y periurbanas Disminución de fuentes de agua de calidad	-	Introducción de perros infestados de regiones endémicas hacia regiones no endémicas	Mejora de las prácticas de higiene personal	
Parásitos hepáticos	-	-	Importación de peces infectados Introducción de nuevos hábitos alimentarios	Aumento del consumo de peces de agua dulce procedentes de explotaciones industriales Reducción del consumo de peces de agua dulce silvestres	
<i>Fasciola</i> spp.	Aumento de zonas inundadas por el aumento de las lluvias torrenciales	Reducción de la supervivencia de las cercarias como consecuencia del aumento de las temperaturas y duración de los periodos de sequía	Introducción de animales infectados de países endémicos hacia países no endémicos	Incremento del control de la infección	
<i>Taenia saginata</i>	Aumento del empleo de agua de mala calidad para el ganado vacuno	-	Introducción de ganado vacuno infectado de países endémicos hacia países no endémicos Aumento de personas que defecan en zonas de pasto de ganado vacuno	Incremento de los controles del ganado vacuno destinado al mercado internacional	
<i>Taenia solium</i>	-	Reducción de la supervivencia de los huevos en el ambiente como consecuencia del aumento de las temperaturas y duración de los periodos de sequía	Incremento del movimiento de personas desde países endémicos hacia países no endémicos	Disminución de la producción de cerdos en corrales domésticos y al aire libre Incremento del uso de letrinas e inodoros inaccesibles a los cerdos	

Fuente: (Pozio, 2020).

El cambio climático conduce a un aumento de las temperaturas y cambios en los patrones de precipitación que, generalmente, crean un ambiente propicio para el crecimiento y la supervivencia de los parásitos transmitidos a través de los alimentos. Por ejemplo, las temperaturas más cálidas pueden incrementar la tasa metabólica de los parásitos, permitiéndoles reproducirse de forma más rápida y alcanzar niveles poblacionales más altos (Dietrich et al., 2023). Además, los patrones de precipitación alterados pueden aumentar la humedad, mejorando la supervivencia y dispersión de los parásitos (Polley, 2015).

Un efecto claro y marcado del efecto del cambio climático sobre las enfermedades parasitarias puede observarse en el caso de los trematodos, en los que la temperatura afecta directamente a etapas cruciales de su ciclo vital. Así, la formación y emergencia de las formas infectivas de vida libre (cercarias) en los primeros hospedadores intermediarios (moluscos) presentan una fuerte correlación positiva con la temperatura (Poulin, 2006). Al mismo tiempo, la infectividad de las cercarias en los segundos hospedadores intermediarios (invertebrados o peces, dependiendo de la especie) también está positivamente correlacionada con la temperatura (Studer et al., 2013). Puesto que la transmisión de las cercarias es una etapa crucial en el ciclo de vida de los trematodos, se ha sugerido que el calentamiento global podría incrementar sustancialmente las tasas de infección de los hospedadores (Marcogliese, 2001) (Poulin, 2006). Sin embargo, si bien una temperatura elevada acelera el desarrollo de los parásitos en el ambiente y en los hospedadores ectotérmicos, acorta el tiempo de supervivencia de los huevos, larvas y quistes/ooquistes (Mignatti et al., 2016). Un aumento de la temperatura como consecuencia del cambio climático puede favorecer también el establecimiento en regiones templadas de parásitos procedentes de áreas tropicales, como ocurre con *C. cayetanensis* (Semenza et al., 2012a).

Una humedad elevada favorece la supervivencia de los huevos, larvas y quistes/ooquistes parasitarios. Por su parte, las lluvias intensas asociadas al cambio climático contribuyen a la diseminación de huevos, ooquistes y quistes por medio del agua contaminada (Jiménez et al., 2010). Se ha observado también que los periodos de sequía reducen la supervivencia de huevos, larvas, quistes y ooquistes parasitarios en el ambiente (Mignatti et al., 2016), pero incrementan su concentración en el agua, por lo que en ausencia de recursos hídricos de calidad aumenta el riesgo de brotes por consumo de agua contaminada.

En este contexto, el cambio climático puede ejercer presión sobre las explotaciones agrícolas, que intentan mantener su productividad durante los periodos de sequía y de precipitaciones intensas a costa de incrementar el uso de fertilizantes (Lal, 2004). Los fertilizantes de origen animal pueden contener algunas formas parasitarias. Por otro lado, los eventos de fuertes lluvias, que pueden aumentar en frecuencia e intensidad debido al cambio climático, arrastran los fertilizantes en los cursos de agua locales (Joseph et al., 1991). Las lluvias intensas pueden extraer los quistes y ooquistes del suelo y el pasto (Smith et al., 1989) y estos eventos se han asociado, por ejemplo, con brotes de criptosporidiosis y giardiasis (Hunter, 2003).

Una vez que estos parásitos se encuentran en una vía fluvial, pueden ocurrir dos escenarios. En primer lugar, las lluvias extremas y las inundaciones hacen que algunas plantas de tratamiento de aguas residuales no puedan adaptarse al gran volumen de efluentes que reciben. Las plantas

de tratamiento de aguas residuales suelen estar equipadas con sistemas de desbordamiento que provocan que el exceso de agua residual no sea sometido al tratamiento de depuración, salvo por lo que respecta al paso a través de un filtro primario que elimina los residuos de gran tamaño. Estas aguas residuales con microorganismos (incluidos parásitos) infectivos regresan a la vía fluvial sin tratar. Este problema se agrava en el caso de regiones insulares, que se inundan fácilmente durante los fenómenos climáticos extremos, como huracanes, llegando a contaminarse incluso las aguas subterráneas (Detay et al., 1989). Por ejemplo, en 1987, se observó un aumento repentino de los casos de amebiasis en las islas Chuuk, de los Estados Federados de Micronesia, como consecuencia del tifón Nina (Short et al., 2017).

En segundo lugar, los parásitos presentes en las vías fluviales pueden resistir a los tratamientos de desinfección usados durante la depuración y potabilización del agua. Por ejemplo, los ooquistes de *Cryptosporidium* spp. son resistentes a los compuestos clorados (Korich et al., 1990). Otros métodos de desinfección, como la luz ultravioleta (UVA), no siempre son efectivos para inactivar estos ooquistes. La temperatura del agua y el tiempo de exposición a la luz UVA influyen en la eficacia de estos tratamientos (Morita et al., 2002). En cualquiera de los casos indicados, las personas pueden entrar en contacto con el agua contaminada e ingerir los parásitos.

Por lo que respecta concretamente a los helmintos, estos parásitos interactúan directamente con el medioambiente cuando una parte de su vida tiene lugar fuera de los hospedadores. Algunos nematodos, como *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichura*, están presentes en el suelo antes de infectar al hospedador, y ciertos componentes del suelo pueden estar alterados como consecuencia del cambio climático (Weaver et al., 2010). Las temperaturas elevadas pueden acelerar el desarrollo de las larvas (Kim et al., 2012). Un incremento de las precipitaciones puede prevenir la desecación de los huevos y las larvas permitiendo así unas mayores tasas de supervivencia (Weaver et al., 2010). Por otro lado, las regiones con poca lluvia suelen disponer de pocos recursos para mantener la higiene personal, lo que puede incrementar la prevalencia de infecciones por *A. lumbricoides* y *T. trichuria*. En este sentido, se ha observado una creciente incidencia de infecciones humanas por *Fasciola* spp. como consecuencia del aumento de las lluvias torrenciales (Pozio, 2020).

El cambio climático también afecta a la distribución y el comportamiento de los animales hospedadores. Por ejemplo, modificaciones en los patrones de temperatura y precipitaciones pueden provocar cambios en la distribución geográfica de los hospedadores, lo que lleva a la expansión de las poblaciones de parásitos a nuevas áreas (Utaaker y Robertson, 2015). Además, las alteraciones en el comportamiento del hospedador, como modificaciones en los patrones de migración, pueden aumentar la probabilidad de transmisión de parásitos (Lafferty, 2009). En último término, el aumento de la prevalencia y distribución de parásitos puede incrementar la contaminación de los alimentos, lo que supone un peligro para la salud humana (Short et al., 2017) (Pandey et al., 2023).

Por el contrario, el calentamiento y las altas temperaturas pueden provocar la inactivación de algunas formas de dispersión de los parásitos. Las temperaturas elevadas y los períodos de sequía prolongada reducen la supervivencia en el medioambiente de *Echinococcus granulosus*, *Echinococcus multilocularis*, *Taenia saginata*, *Taenia solium*, hecho que también se ha observado en el caso de las cercarias de *Fasciola* spp. y los ooquistes de *Cyclospora cayetanensis*, *Cryptosporidium*

spp. y *Giardia duodenalis*, lo que resulta en una disminución en la prevalencia de infecciones humanas por parásitos transmitidos a través de los alimentos (Pozio, 2020).

Además, estudios recientes indican que algunos factores ambientales pueden reducir el riesgo de enfermedades para los animales hospedadores, por ejemplo, a través de la depredación de formas de vida libre de los parásitos. Esta se refiere a la eliminación de las etapas del parásito que existen fuera del hospedador (por ejemplo, huevos, larvas o formas infecciosas presentes en el agua, el suelo o los alimentos) por parte de depredadores naturales como protozoos, copépodos, insectos acuáticos u otros microorganismos. Esta interacción ecológica puede reducir la carga parasitaria en el ambiente, disminuyendo así el riesgo de infección para los hospedadores humanos o animales. Las dinámicas parásito-hospedador no están influenciadas por condiciones abióticas, como la temperatura, pero sí por interacciones con otras especies en el ambiente. Por ejemplo, algunos organismos de la comunidad ecológica de la que forma parte un sistema parásito-hospedador pueden provocar una reducción en el riesgo de ciertas enfermedades a través de un fenómeno denominado «efecto dilución». Este efecto está principalmente relacionado con la compatibilidad variable del hospedador, donde la presencia de hospedadores de baja compatibilidad conduce a una reducción en el riesgo de enfermedad para los hospedadores competentes (Keesing et al., 2006). Sin embargo, el concepto inicial ha sido recientemente ampliado para incluir los efectos de las especies que no sirven como hospedadores (Johnson y Thieltges, 2010) (Johnson et al., 2010). Cuando esos animales no hospedadores consumen las formas infectivas de vida libre de los parásitos pueden interferir en su transmisión (Keesing et al., 2006) y provocar niveles reducidos de infección en el hospedador objetivo (Johnson y Thieltges, 2010). Estudios experimentales y observacionales, tanto de laboratorio como de campo, indican que tales efectos de depredación afectan a diferentes parásitos con etapas de vida libre (Thieltges et al., 2009) (Orlofské et al., 2012) (Welsh et al., 2014), sugiriéndose como mecanismos regulatorios importantes para muchas enfermedades parasitarias (Keesing et al., 2010) (Ostfeld y Keesing, 2012).

En base a la correlación generalmente positiva entre las tasas metabólicas de los organismos ectotérmicos y la temperatura ambiente (Schmidt-Nielsen, 1997), la intensidad de depredación de formas parasitarias por estos animales está mediada por la temperatura. El aumento del metabolismo se traduce en un aumento en las tasas de alimentación, aumentando estas hasta una temperatura máxima, por encima de la cual disminuyen debido a fenómenos de estrés por temperatura (Englund et al., 2011). Por lo tanto, lo indicado sugiere una interacción potencial entre el efecto de la temperatura y el efecto de depredación. Así, el aumento de las poblaciones y la infectividad parasitarias a temperaturas elevadas podría compensarse con el incremento en la tasa de alimentación de algunos depredadores de formas parasitarias de vida libre, lo que sugiere que el efecto del cambio climático en las enfermedades parasitarias podría ser escaso e incluso inexistente (Goedknecht et al., 2015).

2.9 Dinoflagelados, diatomeas y cianobacterias

El fitoplancton marino es un grupo diverso de microorganismos productores primarios, que contribuyen, aproximadamente, al 50 % de la fijación global de carbono y forman la base de la bomba

biológica que transporta carbono desde la atmósfera a las profundidades del océano (Siegel et al., 2023). Como principales grupos funcionales de la comunidad de fitoplancton, los dinoflagelados y las diatomeas sustentan la mayoría de las redes alimentarias marinas y desempeñan funciones clave en los ecosistemas y la biogeoquímica (Collins et al., 2014). Por otro lado, algunas especies de dinoflagelados y diatomeas son patógenas, representando, aproximadamente, el 75 % y el 5 %, respectivamente, de todas las especies del fitoplancton que provocan Floraciones de Algas Nocivas (FAN), fenómenos que pueden afectar adversamente a la salud pública, así como a la pesca y la acuicultura (Xiao et al., 2018).

Las FAN consisten en la rápida propagación de microalgas o macroalgas naturales hasta alcanzar niveles elevados que dañan el medioambiente. Se sabe que varias microalgas marinas responsables de las FAN producen toxinas naturales, conocidas como ficotoxinas (Pulido, 2016). El consumo de animales acuáticos capturados en aguas con FAN crea una vía para que estas toxinas entren en la cadena alimentaria. Las microalgas procariotas, como las cianobacterias, producen cianotoxinas, mientras que los dinoflagelados y las diatomeas, que son eucariotas, producen biotoxinas marinas, también conocidas como toxinas de algas marinas. Varias ficotoxinas son neurotóxicas y amenazan la salud humana y la seguridad alimentaria (Pulido, 2016). Por ejemplo, las cianotoxinas pueden contaminar los depósitos de agua dulce y el agua potable, planteando así una amenaza directa para la salud humana (Cheung et al., 2013). En cuanto a las biotoxinas marinas, se bioacumulan en diversos tejidos de organismos acuáticos, como los moluscos bivalvos y los peces, y entran en la cadena alimentaria tras su consumo. Por ejemplo, la ingesta de mariscos contaminados por saxitoxinas producidas por microorganismos del género *Alexandrium* puede causar intoxicación paralizante por mariscos (Fox, 2012).

El cambio climático está transformando los ecosistemas acuáticos. Las aguas costeras han experimentado un calentamiento progresivo, acidificación y desoxigenación, aspectos que se intensificarán a lo largo del siglo XXI. La frecuencia de las FAN se ha incrementado en las últimas décadas y es previsible que esta tendencia continúe en el futuro (Wells et al., 2015), si bien el grado en la que el cambio climático está provocando este aumento de las floraciones no está totalmente esclarecido, ya que hay otros factores que influyen en la aparición de las FAN (por ejemplo, turismo o acuicultura) (Gobler, 2020).

Los factores climáticos específicos involucrados en la prevalencia de estas floraciones son, principalmente, temperatura, estratificación, luz, acidificación de los océanos, precipitaciones y viento (Wells et al., 2015). En este contexto, es lógico pensar que, bajo un escenario climático cambiante, se alterará la distribución espacial y temporal actual de las especies responsables de floraciones. Especialmente, las áreas geográficas donde se localizan estas especies pueden expandirse, reducirse o cambiar latitudinalmente. Por lo que respecta a la distribución temporal, puede haber un cambio en las estaciones debido al aumento de la temperatura de la atmósfera y el agua, que probablemente prolongará las condiciones del verano e influirá en la presentación de FAN (Wells et al., 2015).

Es un hecho demostrado que las modificaciones en las condiciones hidrológicas (por ejemplo, temperatura o disponibilidad de nutrientes) pueden provocar cambios en la abundancia relativa

y la distribución de dinoflagelados y diatomeas (Hinder et al., 2012), así como en la frecuencia de presentación de FAN (O'Neil et al., 2012) (Wells et al., 2015). Por ello, el cambio climático y las actividades humanas (calentamiento y eutrofización) son factores que pueden afectar a los ecosistemas marinos y tener un impacto sustancial en la dinámica de dinoflagelados y diatomeas (Cheung et al., 2021). La eutrofización ha provocado proliferaciones sustanciales de fitoplancton y la expansión de zonas con bajo contenido de oxígeno (Edwards et al., 2006). Por su parte, el calentamiento afecta al fitoplancton de dos maneras diferentes: directamente a través del efecto de la temperatura sobre las tasas metabólicas de los microorganismos e indirectamente a través de la mezcla física, que afecta a la disponibilidad de nutrientes (Lewandowska et al., 2014). La relación entre el cambio climático y las floraciones marinas se ejemplifica con el aumento de las intoxicaciones por ciguatera que se observó en el Pacífico tropical durante el período de El Niño (Marques et al., 2010).

Xiao et al. (2018) pusieron de manifiesto que los dinoflagelados y las diatomeas responden de manera diferente a la temperatura, las concentraciones y proporciones de nutrientes, y sus interacciones. Las diatomeas prefieren temperaturas más bajas y concentraciones de nutrientes más altas, mientras que los dinoflagelados son menos sensibles a la temperatura y a las concentraciones de nutrientes, pero tienden a prevalecer con concentraciones bajas de fósforo y alta relación nitrógeno/fósforo (N/P). Estas diferentes características de las diatomeas y los dinoflagelados provocan que tanto el efecto del calentamiento, que resulta en una disminución de los nutrientes como consecuencia del aumento de la estratificación, como el efecto del aumento del aporte de nutrientes terrestres (N) como resultado de la eutrofización, podrían favorecer la predominancia de los dinoflagelados sobre las diatomeas. En este sentido, Xiao et al. (2018) predicen que, con los pronósticos conservadores de cambio climático para el año 2100, probablemente se producirá una disminución de las diatomeas en un 60 % y un aumento de dinoflagelados en un 70 % en las aguas superficiales del Mar de China Oriental, lo que significa que las diatomeas podrían disminuir en un 19 % y los dinoflagelados aumentar en un 60 % en las aguas superficiales de la costa de este Mar. En otros estudios, por el contrario, se ha observado en los últimos años un aumento de las diatomeas y una disminución de los dinoflagelados en el océano Atlántico nororiental en las décadas pasadas (Hinder et al., 2012) (Cheung et al., 2021). Una posible razón para estas diferencias es que las diatomeas y los dinoflagelados pueden exhibir respuestas plásticas al estrés ambiental en diferentes escalas de tiempo, o que los efectos del calentamiento y la eutrofización probablemente dependan de otros factores ambientales en las diferentes regiones estudiadas (Lewandowska et al., 2014) (Grimaud et al., 2017).

Si bien la temperatura juega un papel importante en las diferentes etapas de crecimiento y floración del fitoplancton, y es esperable que estos procesos cambien en respuesta al cambio climático, es difícil predecir el sentido y la dimensión de estos cambios, que dependen de diferentes factores. Así, se espera que algunas regiones costeras puedan verse más afectadas que otras por el calentamiento global. Un requisito para que el incremento de temperaturas aumente la frecuencia de las floraciones en un lugar determinado es que la temperatura alcanzada no supere a las que sustentan el máximo crecimiento. Hay muchos casos en los que este escenario ya ha ocurrido, con FAN intensificadas a medida que las aguas se acercan a las temperaturas que producen el crecimiento

máximo de los microorganismos responsables de estas floraciones (Gobler et al., 2017). También hay lugares donde se prevé que este hecho ocurra en el futuro (Glibert et al., 2014). Las floraciones de cianobacterias en aguas dulces parecen ser el ejemplo más obvio de la intensificación inducida por el calentamiento con casos descritos en diferentes áreas geográficas, lo que indica que las temperaturas que producen las tasas de crecimiento máximas para muchas cianobacterias responsables de las floraciones son superiores a los de las algas eucariotas no dañinas (Paerl y Huisman, 2008, 2009). En los sistemas marinos, el calentamiento ha estado implicado en la intensificación de múltiples FAN en varias regiones de latitudes medias y altas (Moore et al., 2009) (Gobler et al., 2017) (Griffith et al., 2019). Sin embargo, este incremento de las floraciones puede estar equilibrado con lo que ocurre en otras zonas, donde el número de FAN disminuye cuando la temperatura aumenta por encima del rango óptimo de crecimiento de los microorganismos (Griffith et al., 2019). En conjunto, esto conduce a un escenario en el que las FAN pueden estar desplazándose hacia los polos como consecuencia del calentamiento global (Hallegraeff, 2010) (Gobler et al., 2017) (Griffith et al., 2019).

La migración de las FAN a nuevas áreas geográficas puede crear importantes riesgos para los ecosistemas acuáticos y los seres humanos que viven cerca de ellos. Las especies que nunca habían estado expuestas a una determinada FAN y/o sus efectos nocivos pueden ser las primeras en experimentar presiones selectivas y sufrir así grandes disminuciones demográficas (Colin y Dam, 2002) (Bricelj et al., 2005). Además, las agencias reguladoras y los sistemas sanitarios que no han considerado, vigilado o tratado previamente las intoxicaciones producidas por FAN, pueden responder de forma inadecuada cuando ocurren los primeros casos de contaminación de los productos acuáticos o de intoxicaciones alimentarias humanas por esta causa.

Por otro lado, la causa fundamental del calentamiento de océanos es la acumulación de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera, que acidifica la superficie del océano (Doney et al., 2009). Al hacerlo, esta mayor disponibilidad de CO_2 ofrece el potencial de reequilibrar la distribución y abundancia de productores primarios que dependen del carbono inorgánico para realizar la fotosíntesis (Giordano et al., 2005). Si bien el efecto del aumento de CO_2 en las comunidades de fitoplancton no está completamente esclarecido, se ha planteado la hipótesis de que, puesto que la enzima Rubisco encontrada en los dinoflagelados tiene menos afinidad por el CO_2 que la de otros organismos del fitoplancton, los dinoflagelados, que causan la mayoría de las FAN marinas, tienen más probabilidades de beneficiarse del aumento de los niveles de CO_2 que otras clases de algas (Reinfelder, 2011). Si bien esta hipótesis simplifica demasiado los efectos de las altas emisiones de CO_2 sobre las comunidades de fitoplancton, ha encontrado respaldo en un metaanálisis de 26 FAN estudiadas que demostró que las tasas de crecimiento de las algas nocivas aumentaron consistentemente con niveles elevados de CO_2 , mientras que las algas no dañinas no muestran esta tendencia (Brandenburg et al., 2019).

Además del descenso del pH, la acidificación de los océanos está provocando un estado de saturación del carbonato cálcico en el océano (Doney et al., 2009), lo que representa una amenaza para el crecimiento y la supervivencia de los organismos acuáticos (Gobler y Baumann, 2016). Muchas floraciones nocivas, especialmente aquellas de aguas dulces, ocurren durante el pico de máxima temperatura en verano, y los elevados niveles de biomasa generados incrementan la cantidad de

materia orgánica, que a su vez promueve la hipoxia y la acidificación (Wallace et al., 2014). En este sentido, hay que señalar que los niveles de oxígeno disuelto en el océano han estado disminuyendo desde mediados del siglo XX y se espera que esta tendencia continúe durante el siglo XXI, ya que las aguas más cálidas retienen menos oxígeno disuelto (Breitburg et al., 2018).

Una de las grandes complejidades del cambio climático es la gran cantidad de procesos que están cambiando al mismo tiempo. Uno de estos procesos es la eutrofización, ya que los cambios en las cargas de nutrientes pueden intensificar las FAN. Si bien la eutrofización es un fenómeno con carácter marcadamente antropogénico, algunos procesos de cambio climático, como los patrones alterados de precipitaciones, pueden intensificar de forma independiente las tasas de carga de nutrientes (Sinha et al., 2017) y, a su vez, incrementar la frecuencia de las FAN.

3. Efectos de los factores asociados al cambio climático sobre la incidencia de patógenos de transmisión alimentaria

Tal y como se ha descrito en secciones anteriores, la incidencia del cambio climático sobre los sistemas de producción alimentaria es multifactorial. También se ha reconocido que el cambio climático podría tener un efecto potencial en el incremento de la contaminación microbiana de los alimentos, los desechos y el agua, lo que a su vez podría generar un cambio en los riesgos asociados con las enfermedades infecciosas transmitidas a través del agua y los alimentos (Miraglia et al., 2009).

Los posibles impactos del cambio climático sobre el incremento de las toxiinfecciones alimentarias se manifiestan mediante: i) la variabilidad estacional asociada a las fluctuaciones de temperatura (Lake et al., 2009); ii) los vínculos históricos entre eventos climáticos extremos y el aumento en la incidencia de enfermedades transmitidas a través de los alimentos y el agua (Hall et al., 2002); y iii) el hecho de que muchas enfermedades transmitidas a través de los alimentos son de carácter estacional (Hall et al., 2002).

Por tanto, el conocimiento de la influencia de estos factores puede ayudar a desarrollar estrategias de mitigación del riesgo frente al aumento de la diseminación de patógenos emergentes como consecuencia de fenómenos asociados al cambio climático. A modo de resumen, dichos factores se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Principales efectos de los factores ambientales relacionados con el clima sobre el comportamiento de los patógenos de transmisión alimentaria

Factores ambientales	Efecto del cambio climático sobre los factores ambientales involucrados en el crecimiento, supervivencia y virulencia de patógenos de transmisión alimentaria	Referencias
Temperatura		
Incremento	Aumento de la prevalencia de parásitos en peces de agua dulce y plantas	Herrera et al. (2016)
	Detección de nuevas especies de mohos productores de micotoxinas en maíz en Europa	Moretti et al. (2018)
	Aumento de la incidencia de mastitis en ganado vacuno	Lacetera (2019)
	Aumento de la prevalencia de Salmonella en aves de corral	Herrera et al. (2016)
	Aumento de la concentración de Vibrio en mariscos	Marques et al. (2010)

Tabla 2. Principales efectos de los factores ambientales relacionados con el clima sobre el comportamiento de los patógenos de transmisión alimentaria		
Factores ambientales	Efecto del cambio climático sobre los factores ambientales involucrados en el crecimiento, supervivencia y virulencia de patógenos de transmisión alimentaria	Referencias
Disminución	Aumento de la contaminación de las bayas con el virus de la hepatitis A	Calder et al. (2003) EFSA (2014)
Precipitaciones y humedad		
Incremento de precipitaciones	Penetración de cepas patógenas de <i>Escherichia coli</i> y de <i>Salmonella</i> en vegetales de hoja verde	Ge et al. (2012) Liu et al. (2013)
	Incremento de la contaminación de los mariscos con indicadores de contaminación fecal debido a escorrentías de agua	Marques et al. (2010)
	Incremento del riesgo de dispersión de <i>Salmonella</i> por salpicaduras y aerosoles que infectan los tomates debido al aumento de la frecuencia de lluvias intensas durante periodos breves	Cevallos-Cevallos et al. (2012)
Disminución de precipitaciones y humedad	Incremento de la contaminación con micotoxinas formadas por mohos xerófilos en maíz en la etapa previa a la recolección	Moretti et al. (2018)
pH y salinidad		
Disminución de pH	Acidificación del océano que provoca un incremento de Floraciones de Algas Nocivas	Marques et al. (2010)
Luz		
Incremento	Incremento de las Floraciones de Algas Nocivas	Marques et al. (2010)

Fuente: (Duchenne-Moutien y Neetoo, 2021).

3.1 Temperatura

El aumento constante de la temperatura del planeta se reconoce como uno de los factores más críticos sobre el aumento de la incidencia de patógenos emergentes de transmisión alimentaria. Se espera que los riesgos para la salud, los medios de subsistencia, la seguridad alimentaria, el suministro de agua, la seguridad humana y el crecimiento económico debido al cambio climático aumenten con un calentamiento de 1,5 °C y se incrementen aún más con 2 °C. Según este análisis, cualquier aumento en la temperatura global tendrá un impacto negativo en la salud humana (IPCC, 2022a). El aumento de temperatura está íntimamente ligado al aumento del nivel del mar, lo cual provoca el deshielo de los casquetes polares y la posible expansión térmica de los océanos. El agua marina más cálida y los efectos de la erosión costera pueden alterar los ecosistemas, influir en la biodiversidad e introducir nuevas amenazas microbiológicas potenciales. Las temperaturas elevadas asociadas con eventos climáticos extremos podrían aumentar tanto la prevalencia de patógenos como su velocidad de multiplicación, lo que resulta en un mayor nivel de contaminación (Kendrovski y Gjorgjev, 2012). Por ello, es fundamental estudiar la epidemiología de las enfermedades infecciosas y analizar el impacto potencial del cambio climático en los patrones de enfermedad, la supervivencia de los patógenos y su transmisión (McMichael et al., 2006).

Muchos patógenos pueden proliferar rápidamente en ambientes cálidos, con temperaturas óptimas de crecimiento que varían entre 20 y 45 °C (Bintsis, 2017). A medida que las temperaturas aumentan debido al cambio climático, también se espera que cambien el rango y la distribución de los patógenos alimentarios (Smith y Fazil, 2019).

Por tanto, la temperatura juega un papel crucial en la propagación de los patógenos transmitidos a través de los alimentos al crear condiciones ideales para su crecimiento y supervivencia. Las temperaturas más cálidas también aumentan la actividad metabólica de los microorganismos, lo que les permite crecer y reproducirse más rápidamente (Qiu et al., 2022). Por ejemplo, *Salmonella*, *E. coli* enterohemorrágico (EHEC) o *C. jejuni* son los patógenos alimentarios más comunes que proliferan en ambientes cálidos (Dietrich et al., 2023). Estos patógenos presentan dosis infectivas bajas y pueden sobrevivir en condiciones ambientales desfavorables de temperatura y pH (FAO, 2008). Las infecciones alimentarias causadas por *Salmonella* se han asociado frecuentemente a aumentos de temperatura. En este caso, se han atribuido un 30 % de los casos reportados de salmonelosis a temperaturas cálidas.

Otros estudios muestran la correlación existente entre las variables asociadas a las condiciones climáticas de temperatura con la incidencia de toxiinfecciones alimentarias. Kim et al. (2015) estudiaron el efecto de las variaciones estacionales de temperatura durante los años 2003-2012, en Corea del Sur, y observaron que *E. coli*, *V. parahaemolyticus*, *C. jejuni*, *Salmonella* spp. y *Bacillus cereus* fueron los patógenos que mostraron una correlación más elevada con respecto al aumento de temperatura. En el caso de *Campylobacter* spp., los resultados procedentes del Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades corroboran este hecho (ECDC, 2021). Asimismo, Kuhn et al. (2020) estimaron que el número de casos de *Campylobacter* transmitido por vía alimentaria se duplicará en cuatro países del norte de Europa (Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia) para finales de la década de 2080, con 6000 casos adicionales por año debido al cambio climático.

Además, los cambios en los patrones de temperatura y precipitación pueden alterar la distribución geográfica de hongos productores de micotoxinas o vectores de transmisión de enfermedades causadas por patógenos. Por ejemplo, el patógeno fúngico *Fusarium*, que produce micotoxinas en cereales y frutos secos, se está volviendo más prevalente en áreas con temperaturas más cálidas y niveles cambiantes de humedad (Perrone et al., 2020). Además, se ha observado una relación significativa entre la presencia de ocratoxina A en las uvas y un aumento en las temperaturas (Cervini et al., 2021). Los modelos predictivos, que utilizan escenarios de incrementos de 2 o 5 °C en la temperatura en Europa, generan mapas de riesgo de maíz contaminado con aflatoxinas que sugieren una mayor incidencia en el sur de Europa, especialmente en España (Battilani et al., 2016).

Como se detallará posteriormente, la temperatura tiene un efecto directo sobre otras variables asociadas al cambio climático, como el incremento de la concentración de CO₂, el aumento del nivel del mar o la mayor incidencia de fenómenos de sequía o estrés hídrico. La intervención conjunta de todos estos factores puede potenciar la diseminación y crecimiento de patógenos de transmisión alimentaria.

3.2 Emisiones de gases

Dado que la atmósfera terrestre está compuesta, principalmente, por nitrógeno y oxígeno, los fenómenos climáticos están influidos por el ciclo del agua y del carbono. El CO_2 , junto con el metano (CH_4), los óxidos de nitrógeno (NO y N_2O) y el ozono (O_3), conforman los Gases de Efecto Invernadero (GEI) que atrapan el calor en la atmósfera terrestre. Aunque individualmente están presentes en pequeñas cantidades, tienen un gran impacto sobre el cambio climático, ya que el nivel de los GEI está directamente relacionado con la temperatura atmosférica. Los GEI han permanecido durante milenios en combustibles fósiles y biomasa, pero están siendo liberados a la atmósfera por la actividad antropogénica. Estas actividades incluyen la transformación de tierras forestales en tierras agrícolas o industriales, así como el uso de GEI artificiales, como los clorofluorocarbonos. Además, el sistema alimentario actual es responsable de hasta el 30 % de las emisiones de GEI, lo que constituye un incentivo adicional para desarrollar una producción de alimentos agroecológica y adaptada al clima (agricultura circular) (Vermeulen et al., 2012).

El CO_2 es el GEI más abundante y ejerce un impacto significativo en la temperatura global (Hardy, 2003). Debido a la estrecha correlación entre el CO_2 y la temperatura, un incremento en los niveles de CO_2 conduce directamente a un mayor calentamiento del planeta. En este contexto, la liberación excesiva de CO_2 en la atmósfera se identifica como la principal causa del calentamiento global y, en consecuencia, del cambio climático. El sexto informe publicado por el IPCC contempla varios escenarios de emisiones de CO_2 a partir del año 2150. Entre ellos, el escenario de baja emisión se sitúa en unos 350 ppm, mientras que el más desfavorable, en más de 2000 ppm (IPCC, 2021). Dichos escenarios se asocian con incrementos de temperatura de entre 1,4 y 4,4 °C (IPCC, 2023).

El aumento continuo de la concentración de CO_2 disuelto podría afectar a la supervivencia de animales, microbiota y plantas (Huang et al., 2018) (Roufou et al., 2021). Entre los principales factores, se sabe que la concentración de CO_2 influye en la proliferación microbiana, aunque no todos los microorganismos son sensibles a este efecto (Oliveira et al., 2010). Algunas bacterias adaptadas al estrés, como *Listeria* spp. y *E. coli*, son capaces de difundir pasivamente el CO_2 desde el citoplasma hacia el interior de la célula, lo que les permite biosintetizar diversas moléculas pequeñas como las pirimidinas. Por lo tanto, el CO_2 podría favorecer su crecimiento y, en consecuencia, aumentar el riesgo para la salud pública bajo los escenarios climáticos proyectados (Merlin et al., 2003) (Zhu et al., 2015). En el caso de los hongos productores de micotoxinas, se ha encontrado que un aumento de 2,5 veces en la concentración de CO_2 resulta en un incremento de la colonización de *Aspegillus carbonarius* y de producción de ocratoxina A en la región del Mediterráneo (Cervini et al., 2021). De igual forma, la interacción de la temperatura (incrementos de 4 °C) con concentraciones elevadas de CO_2 (>350 ppm) y estrés hídrico tuvieron una influencia significativa sobre la producción de aflatoxinas por parte de *A. flavus* en base a los resultados de la expresión molecular de genes que intervienen en la regulación de la biosíntesis de la micotoxina (Medina et al., 2015).

A pesar de la existencia de estos estudios, es necesario realizar un análisis más detallado de las cinéticas de crecimiento microbiano en condiciones de aumento de CO_2 y temperatura para evaluar los posibles riesgos para la salud humana y la seguridad alimentaria asociados con infecciones bacterianas.

3.3 Aumento del nivel del mar

El aumento de las temperaturas y los niveles de CO₂ están acelerando el deshielo de los glaciares. Datos provenientes de 19 000 glaciares en todo el mundo estiman que se han perdido, aproximadamente, 9000 millones de toneladas de hielo entre 1961 y 2016, con un notable incremento en la tasa de pérdida durante los últimos 30 años (Zemp et al., 2019). El deshielo de glaciares, el calentamiento de los océanos, el aumento de precipitaciones torrenciales y la insuficiente acumulación de nieve están contribuyendo a la elevación del nivel del mar y al incremento de los riesgos de inundaciones (Davenport et al., 2019) (Veng y Andersen, 2020). Se prevé que estas condiciones tengan su impacto sobre superficies de cultivo a nivel del mar y comunidades costeras, además de plantear desafíos significativos para infraestructuras clave, como plantas de tratamiento de agua, aumentando, a su vez, la probabilidad de brotes de enfermedades transmitidas a través del agua que deberán adaptarse al cambio climático. Según Hummel et al. (2018), un aumento de 2 metros en el nivel del mar podría comprometer el funcionamiento de 394 plantas de tratamiento de aguas residuales que abastecen a, aproximadamente, 31 millones de personas en los Estados Unidos.

Asimismo, se prevé un incremento en la frecuencia de tsunamis asociado al aumento del nivel del mar (FAO, 2020), lo que podría provocar la dispersión de microorganismos patógenos presentes en el agua de mar hacia zonas terrestres (Engelthaler y Casadevall, 2019).

Por tanto, el aumento del nivel del mar causado por el cambio climático amenaza a las comunidades costeras, aumentando la probabilidad de intrusión de agua salada en los recursos de agua dulce. Además, el agua salobre, una mezcla de agua dulce y salada, puede favorecer el crecimiento de comunidades microbianas únicas, incluyendo patógenos oportunistas (IPCC, 2022b).

3.4 Efectos de los ecosistemas y la biodiversidad

La pérdida de biodiversidad y los cambios en los ecosistemas están cada vez más vinculados con la aparición de enfermedades infecciosas y zoonosis (Schmeller et al., 2020) (Bartlow et al., 2021). Esta relación está impulsada por factores como el cambio climático, la degradación del hábitat y el aumento del contacto entre humanos y fauna silvestre (Schmeller et al., 2020). Sin embargo, mientras que algunos estudios sugieren que una mayor biodiversidad podría reducir el riesgo de transmisión de enfermedades mediante un «efecto de dilución» (Johnson et al., 2015), otros sostienen que una mayor biodiversidad podría incrementar la diversidad de patógenos (Morand, 2011). El impacto de la biodiversidad en el riesgo de enfermedades de transmisión alimentaria es complejo y depende de diversos factores, como la estructura de la comunidad que forma parte del ecosistema, las escalas espaciales y temporales, y las interacciones tróficas (Johnson et al., 2015). Por lo tanto, comprender estas relaciones es crucial para desarrollar estrategias efectivas que mitiguen los riesgos que afecten a la seguridad sanitaria y promuevan la salud global (Bartlow et al., 2021). Es necesaria una mayor investigación para esclarecer los mecanismos que vinculan la biodiversidad con las enfermedades infecciosas, considerando patrones realistas de ensamblaje de comunidades y cambios en los ecosistemas (Morand, 2011) (Johnson et al., 2015).

3.5 Estrés hídrico

El cambio climático impulsa la necesidad de utilizar aguas residuales tratadas para el riego, especialmente en regiones afectadas por estrés hídrico. Sin embargo, este aumento en la reutilización de aguas residuales plantea riesgos relacionados con la eliminación de patógenos microbiológicos en dichas aguas (UE, 2020) (Mishra et al., 2023).

El aumento de las temperaturas y las condiciones climáticas extremas favorecen la supervivencia y proliferación de patógenos en el agua residual tratada. *Salmonella*, por ejemplo, puede persistir más tiempo en temperaturas cálidas, aumentando la probabilidad de contaminar cultivos y representar un riesgo para la salud humana. Los virus entéricos, como los norovirus, el virus de la hepatitis A y los rotavirus, son altamente resistentes en ambientes húmedos y su presencia en aguas reutilizadas puede facilitar la aparición de brotes de enfermedades gastrointestinales si no se eliminan adecuadamente durante el tratamiento de depuración, principalmente en aquellos alimentos, como verduras, bayas y hortalizas o moluscos bivalvos, que se consumen crudos o poco cocinados (Truchado et al., 2021) (Cuevas-Ferrando et al., 2022). Otro aspecto a considerar es el aumento de plásticos y microplásticos en las aguas regeneradas, que favorecen la colonización de bacterias y formación de biopelículas que pueden actuar como reservorios de patógenos (Lu et al., 2022) (Hee Joo et al., 2025).

Además, el cambio climático exacerba otro desafío crítico: la diseminación de genes de resistencia a antimicrobianos. En los sistemas de tratamiento de aguas residuales, los antimicrobianos y los microorganismos resistentes pueden interactuar, favoreciendo la transferencia de resistencia a otros organismos. Esto incrementa la amenaza global de infecciones resistentes a antibióticos, que ya representan un desafío creciente para la salud pública (Grilo et al., 2021).

Por ello, es fundamental desarrollar y aplicar tecnologías avanzadas de depuración, como tratamientos basados en membranas, radiación ultravioleta o procesos de oxidación avanzada, que sean capaces de eliminar eficientemente patógenos y bacterias resistentes a antibióticos, con el fin de evitar su presencia en aguas tratadas y su dispersión hacia los alimentos. A nivel regulatorio, se requieren estándares más estrictos para la vigilancia de patógenos y marcadores de resistencia antimicrobiana en aguas reutilizadas. Solo a través de una gestión integral de los riesgos asociados se podrá garantizar que la reutilización del agua sea una estrategia segura y sostenible frente al cambio climático.

Por ello, es crucial fortalecer los sistemas de depuración para garantizar que el agua tratada cumpla con estándares sanitarios estrictos, o al menos sea apta para el uso previsto tras una evaluación del riesgo en determinados casos (por ejemplo, para el riego) minimizando riesgos y promoviendo un uso sostenible de los recursos hídricos frente a la crisis climática (UE, 2020).

3.6 Eventos climáticos extremos

Los fenómenos meteorológicos extremos pueden afectar a la seguridad alimentaria (Awad et al., 2024). Los huracanes, tornados e incendios forestales pueden dañar las infraestructuras de producción y procesamiento de alimentos (por ejemplo, los equipos de refrigeración), favoreciendo la contaminación y crecimiento microbianos y, por lo tanto, incrementando el riesgo de presentación

de brotes de enfermedades transmitidas a través de los alimentos (Duchenne-Moutien y Neetoo, 2021). Además, el desplazamiento y la migración de personas como consecuencia de desastres naturales pueden aumentar la probabilidad de transmisión de enfermedades transmitidas a través de los alimentos (McMichael, 2015).

Dentro de los eventos climáticos extremos, destacan las inundaciones y la sequía. Las interrupciones en las centrales eléctricas o las redes de suministro de agua relacionadas con las inundaciones pueden afectar al almacenamiento y la preparación de alimentos. Así, por ejemplo, los cortes de energía e interrupciones en los sistemas de refrigeración ocurridos durante el huracán Sandy, en 2012, provocaron un gran brote de salmonelosis en el noreste de los Estados Unidos (NYSERDA, 2018). Además, estos eventos a menudo resultan en el desbordamiento de aguas residuales, lo que conduce a la transmisión de diferentes microorganismos, como *Shigella*, norovirus, virus de la hepatitis o *Cryptosporidium*, bien de forma directa o a través de los alimentos (Yavarian et al., 2019). Además, las inundaciones pueden propagar patógenos desde campos agrícolas y explotaciones ganaderas (a través de heces o cadáveres de animales) a las aguas superficiales y al suelo (Okaka y Odhiambo, 2018).

Se han reportado aumentos en enfermedades diarreicas transmitidas a través del agua y alimentos en la India, Brasil, Bangladesh, Mozambique y Estados Unidos, tras episodios de inundaciones (Tirado et al., 2010). Las inundaciones y tormentas, a menudo, provocan el desbordamiento de aguas residuales, lo que resulta en la transmisión directa, y a través de alimentos, de norovirus, virus de la hepatitis A y *Cryptosporidium* (Patz et al., 2000) (Boxall et al., 2009) (Semenza et al., 2012b) (Yavarian et al., 2019). Un ejemplo reciente se vivió en España durante la DANA de 2024, que afectó a la Comunidad Valenciana, donde numerosas plantas depuradoras y el sistema de alcantarillado se vieron afectadas, lo que incrementó el riesgo de contaminación del agua y de exposición a patógenos.

La interrupción del suministro de agua potable, que ocurre como consecuencia de una inundación, puede resultar en prácticas higiénicas inadecuadas, lo que contribuye también a la transmisión de enfermedades. Además, la elevada cantidad de personas desplazadas para ayudar en las labores de limpieza y reconstrucción de las zonas afectadas, junto con la interrupción de la asistencia sanitaria, pueden facilitar la propagación de las enfermedades infecciosas (ECDC, 2021). Así, es frecuente el incremento de notificaciones de casos y brotes de enfermedades transmitidas a través del agua y los alimentos después de episodios de inundaciones (Tirado et al., 2010) (Gertler et al., 2015). Se ha estimado que los brotes de enfermedades posteriores a las inundaciones, en particular a través de alimentos y agua contaminados, pueden aumentar las tasas de mortalidad hasta en un 50 % en el primer año tras una inundación (Weilhammer et al., 2021).

Por su parte, las sequías pueden provocar una disminución de la disponibilidad de agua, lo que resulta en un aumento de las concentraciones de patógenos, así como de metales pesados y otros contaminantes en el agua. La escasez de agua puede provocar restricciones en el suministro público y fomentar el uso de agua no tratada o parcialmente tratada para el riego, elevando el riesgo de enfermedades transmitidas a través de los alimentos (Semenza et al., 2012b). Además, un suministro insuficiente de agua puede dar lugar a una relajación de las normas higiénicas en las industrias y establecimientos alimentarios, aumentando el riesgo de enfermedades transmitidas a través

de los alimentos (Bryan et al., 2020). En ocasiones, los períodos secos impulsan las actividades acuáticas recreativas, con lo que aumenta la exposición a patógenos como *Leptospira* spp., *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), enterococos o parásitos (European Climate and Health Observatory, 2024).

4. Impacto del cambio climático sobre la transmisión de patógenos de transmisión alimentaria a lo largo de la cadena producción-consumo de alimentos

La FAO considera que existe suficiencia alimentaria cuando «todo el mundo tiene acceso físico, social y económico suficiente y en todo momento a alimentos seguros y nutritivos para colmar las necesidades nutricionales y sus preferencias alimentarias, de forma que permitan llevar a cabo una vida activa y sana» (FAO, 1996). El cambio climático influye sobre la seguridad de los sistemas alimentarios tal cual se ha descrito anteriormente debido a diversos efectos directos e indirectos, como temperaturas elevadas, eventos climáticos extremos, la contaminación del aire, el incremento de las enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, la destrucción de la capa de ozono y la contaminación del agua y los alimentos (Singh et al., 2023). Estos efectos tienen unas claras implicaciones sobre la salud humana. Los sistemas alimentarios incluyen diversos procesos como la producción, procesado, distribución, preparación y consumo de los alimentos (Schnitter y Berry, 2019). Estos procesos son sensibles al clima y, por tanto, se ven impactados de diversas formas por el cambio climático (Tabla 3).

Efecto del cambio climático	Componentes del sistema alimentario			
	Producción	Procesado	Distribución	Preparación y consumo
Aumento de las precipitaciones	+++			+
Cambios en los patrones de precipitación	+++		+	+
Fenómenos meteorológicos extremos	+++	++	+++	+
Aumento del nivel del mar	++			
Acidificación de los océanos	+			
Aumento de la temperatura	+++	++		+
Aumento de la concentración de CO ₂	+ ^a			
Aumento de la contaminación por O ₃	+			
Reducción de la disponibilidad de agua dulce	+++	++		+

^a Un aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera puede favorecer la producción de algunos cultivos.

Fuente: (Schnitter y Berry, 2019).

A nivel de producción primaria, el sistema alimentario abarca los sectores comercial y no comercial de la agricultura, la ganadería, la pesca y la acuicultura, así como la caza y la recolección de frutos y plantas. El cambio climático está generando una disminución de la productividad, lo que conlleva una reducción en la disponibilidad y el suministro de alimentos, con posibles repercusiones

sobre la salud humana (McMichael et al., 2017). Cambios en las condiciones climáticas como las precipitaciones y la temperatura tienen una influencia primordial en la producción de alimentos a través de sus efectos sobre el rendimiento de los cultivos (Johansson et al., 2024) y están llevando a los agricultores a implementar diversas estrategias de adaptación a estos cambios. Entre ellas se incluyen la diversificación de cultivos, la modificación de los calendarios de siembra y cosecha, y el empleo de mezclas de variedades para un mismo cultivo (por ejemplo, utilización de variedades de bajo rendimiento resistentes a la sequía y variedades de alto rendimiento sensibles) (Nhemachena y Hassan, 2007).

Si bien estas adaptaciones permiten aumentar la sostenibilidad de la producción de alimentos, la introducción de nuevos cultivos adaptados y de técnicas agrícolas innovadoras también conlleva un mayor riesgo de aparición de enfermedades transmitidas a través de los alimentos, con las que tanto la población como los sistemas de salud pueden no estar familiarizados. De la misma manera, en el sector ganadero, el aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones de precipitación afectan a la distribución y la abundancia de vectores transmisores de enfermedades, como virus, parásitos y bacterias patógenas (Bett et al., 2017). Una estrategia clave para mitigar los efectos del aumento global de la temperatura es la incorporación de razas más resistentes al calor. No obstante, este cambio podría incrementar la vulnerabilidad a determinados patógenos (Das et al., 2016).

El procesado de alimentos implica la transformación de insumos alimentarios crudos en productos alimenticios preparados para su consumo directo. A lo largo del procesado, operaciones tales como el lavado, la desinfección y la preparación de alimentos son de especial importancia para proporcionar alimentos seguros para el consumo (Singh et al., 2023). La evidencia sugiere que los impactos del cambio climático pueden causar interrupciones en el suministro estable de las materias primas o de otros aditivos alimentarios, y los fenómenos meteorológicos extremos pueden causar daños físicos a las instalaciones industriales (Fanzo et al., 2018).

La distribución es un componente fundamental de la suficiencia alimentaria, ya que vincula los productos alimenticios con los consumidores, lo que apoya directamente las dimensiones de disponibilidad y accesibilidad de la suficiencia alimentaria. El cambio climático puede alterar las redes de distribución de alimentos a través de fenómenos meteorológicos extremos y, a largo plazo, también los cambios climáticos progresivos (Palko y Lemmen, 2017).

Por último, desde un punto de vista del consumidor, el consumo global de alimentos por sí solo podría añadir casi 1 °C al calentamiento para el año 2100. Sin embargo, más del 55 % del calentamiento previsto se puede evitar mediante mejoras simultáneas en las prácticas de producción, la adopción universal de una dieta saludable y la reducción del desperdicio de alimentos a nivel de los consumidores y el comercio minorista (Ivanovich et al., 2023).

Como consecuencia del cambio climático, están surgiendo nuevas tendencias de consumo adaptadas a estos fenómenos como, por ejemplo, la incorporación de nuevas matrices alimentarias (insectos, algas, etc.), la reutilización de residuos de la industria alimentaria como materias primas de nuevos alimentos, o la valorización del desperdicio alimentario (Hassoun et al., 2022). Los insectos comestibles están emergiendo como una fuente alternativa de proteínas, con una

menor huella de carbono en el proceso de cría; sin embargo, persisten inquietudes en torno a su seguridad microbiológica. Diversos estudios han revelado cargas microbianas elevadas en insectos comestibles, tanto en su estado fresco como procesado, incluyendo la presencia de bacterias alterantes y patógenos de transmisión alimentaria (Garofalo et al., 2017). Por ello, es fundamental aplicar tecnologías de conservación adecuadas (Marín et al., 2020), además de la implementación de sistemas Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) adaptados a estas nuevas matrices alimentarias. En la Unión Europea ya existe normativa que establece cómo se deben producir los insectos destinados a consumo humano (UE, 2015), siendo además evaluados como nuevos alimentos por parte de la EFSA.

En cuanto a la valorización de subproductos o del desperdicio alimentario, estos productos pueden ser susceptibles al desarrollo de microorganismos no deseados bajo condiciones de procesamiento y almacenamiento inadecuadas. Por ello, es necesario evaluar y controlar los riesgos microbiológicos asociados a estos subproductos, con el fin de garantizar la salud de los consumidores y promover una valorización segura y sostenible.

5. Influencia de la globalización sobre la propagación de patógenos de transmisión alimentaria en un contexto de cambio climático

La globalización y el cambio climático son fenómenos interrelacionados que, de forma conjunta, están transformando los patrones de propagación de patógenos de transmisión alimentaria a nivel mundial. La intensificación del comercio internacional, la creciente movilidad de personas y bienes, y la expansión de las cadenas de suministro han facilitado la diseminación de agentes patógenos a través de fronteras geográficas y sanitarias. Al mismo tiempo, el cambio climático está alterando las condiciones ambientales que influyen en la persistencia, multiplicación y distribución de estos patógenos en los alimentos y el medio ambiente. Esta combinación de factores amplifica los riesgos para la seguridad alimentaria global, al favorecer la aparición de brotes en nuevas regiones, dificultar la trazabilidad de los focos infecciosos y desafiar los sistemas de control tradicionales.

El comercio internacional y el movimiento de personas son las características definitorias de la globalización, fenómeno que incrementa el riesgo de enfermedades transmitidas a través de los alimentos (Todd, 2013). Hoy en día se envía una mayor variedad y cantidad de artículos a más lugares, y ha aumentado el número de personas que viajan largas distancias con frecuencia, entrando en contacto con más personas y bienes que en cualquier otro momento de la historia, lo que brinda nuevas oportunidades para la propagación de microorganismos transmitidos a través de los alimentos. La introducción de ganado, animales de compañía, animales acuáticos y de vida silvestre en nuevas áreas geográficas puede provocar la diseminación de microorganismos a otros lugares, a la vez que los animales introducidos pueden infectarse con microorganismos endémicos, a pesar de las regulaciones o directrices internacionales existentes para minimizar estos riesgos. Por ejemplo, la creciente demanda mundial de carne está impulsando un aumento de la producción y el comercio de este alimento y, a nivel de control oficial, se realizan de forma sistemática pruebas estandarizadas relacionadas, entre otras, con la detección de *Trichinella*.

Por lo que respecta al movimiento de personas, se estima que, en el año 2020, 281 millones indivi-

duos (3,6 % de la población mundial) migraron fuera de su país de origen (IOM, 2024). La migración de personas provoca también el movimiento de agentes patógenos transmitidos a través de los alimentos a nuevas áreas geográficas (Robertson et al., 2014). Entre los patógenos alimentarios que más fácilmente se diseminan entre las personas están los parásitos, como *Taenia saginata* (de alta prevalencia en África), *Fasciolopsis buski* (Asia), *Opisthorchis viverrini* y *Clonorchis sinensis* (Suroeste de Asia), *Taenia solium* (Sur de Asia), *Opisthorchis guayaquilensis* (América del Sur), *Echinococcus granulosus* (Oriente Medio), y *Diphyllobotrium* spp. y *Felineus opisthorchis* (Europa del Este) (Robertson et al., 2014).

Además, las personas que se desplazan llevan sus alimentos y tradiciones a otros lugares, donde generan cambios en las preferencias y en los hábitos alimentarios (Broglia y Kapel, 2011). Así, hay un número creciente de consumidores que demanda productos exóticos (por ejemplo, carne de cocodrilo) o productos de temporada durante todo el año (por ejemplo, fresas durante el invierno), que ahora están fácilmente disponibles en nuestras mesas debido al comercio internacional en cualquier época del año (Macpherson, 2013).

En relación con el ganado, un buen ejemplo relativo a la diseminación de enfermedades relacionado con el transporte de animales es el de *Fasciola hepatica*, trematodo que se ha establecido de forma casi global como consecuencia de la colonización de otros continentes por países europeos y la consecuente introducción de animales herbívoros procedentes de Europa en nuevas áreas geográficas (Mas-Coma et al., 2009). Asimismo, en muchos países se produjo un gran aumento en el comercio de cerdos entre los años 1997 y 2007, observándose un incremento simultáneo de los casos de teniasis, triquinosis y toxoplasmosis (Robertson et al., 2014). Por su parte, se ha constatado que la incidencia de cisticercosis bovina aumentó del 4 al 38 % tras iniciarse la importación de ganado bovino vivo a Israel (Meiry et al., 2013).

El transporte internacional de animales de compañía (por vacaciones, competiciones, misiones humanitarias, etc.) representa también un riesgo de introducción de agentes patógenos que pueden ser transmitidos a través de los alimentos, como, por ejemplo, *E. multilocularis*, *E. granulosus* y *Toxocara* spp. (Macpherson, 2013). Asimismo, los animales de vida silvestre son importantes reservorios de microorganismos patógenos (Jones et al., 2008), y su traslado (alimentación, introducción en cotos de caza, repoblaciones, parques zoológicos o mascotas), supone un factor de riesgo de aparición de enfermedades emergentes (Robertson et al., 2014).

Por lo que respecta al transporte de alimentos, hay que señalar que existen grandes diferencias entre los países exportadores e importadores de productos alimenticios por lo que respecta a las formas de producción, saneamiento, higiene o de prácticas agrícolas y ganaderas, lo que implica que los tipos y niveles de agentes patógenos transmitidos a través de los alimentos sean distintos en las diferentes áreas geográficas (Doyle y Erickson, 2008). Por lo que respecta concretamente a la carne y al pescado, estos son alimentos que pueden transmitir microorganismos patógenos en caso de que no se respeten las temperaturas de conservación adecuadas (Donoso et al., 2016). Las tendencias actuales relativas al consumo de productos exóticos han propiciado que la carne de caza se esté incorporando cada vez más en restaurantes exclusivos, tanto de Europa como de los Estados Unidos, a la vez que se importa para satisfacer las necesidades de las

comunidades de inmigrantes de diversos países, generándose así un riesgo importante en caso de que no se lleven a cabo unas buenas prácticas de higiene y manipulación en dichos establecimientos. Además, cabe destacar la tendencia actual a consumir pescado crudo o escasamente cocinado (Robertson et al., 2014).

En el caso de las frutas y verduras, los principales agentes infecciosos que transmiten corresponden a microorganismos presentes en los productos frescos. El potencial de transmisión ha aumentado por la tendencia de consumir productos de origen ecológico (Li et al., 2025). Por lo que respecta a las especias y hierbas, la globalización ha hecho que estos productos se encuentren disponibles durante todo el año en un gran número de países, habiéndose detectado brotes de transmisión alimentaria por su consumo en diferentes áreas geográficas (Zweifel y Stephan, 2012).

6. La digitalización como estrategia para la monitorización y gestión del riesgo de patógenos de transmisión alimentaria asociados al cambio climático

Tal y como se ha detallado en las secciones anteriores, el cambio climático ha generado modificaciones en los ecosistemas que afectan a la seguridad alimentaria y a la propagación de patógenos de transmisión alimentaria. En este contexto, la digitalización se ha convertido en una herramienta clave para la monitorización y gestión del riesgo, permitiendo la recopilación, análisis y modelado de datos para una respuesta más eficiente ante amenazas emergentes. Uno de los enfoques más prometedores en la digitalización de la seguridad alimentaria es el uso de plataformas de vigilancia epidemiológica basadas en *Big Data*. Estas herramientas permiten la recopilación de datos provenientes de diversas fuentes, como laboratorios de análisis, bases de datos de salud pública y vigilancia ambiental. Mediante el uso de algoritmos avanzados, estos sistemas pueden identificar correlaciones entre condiciones climáticas y la aparición de brotes de enfermedades, facilitando así la toma de decisiones basada en la evidencia científica. La disponibilidad de bases de datos de vigilancia epidemiológica y ambiental permiten analizar tendencias en los patrones climáticos obteniendo mapas de predicción del riesgo en tiempo real que contemplan distintos escenarios y medidas preventivas a adoptar sobre programas de salud y control oficial de alimentos (Mirón, 2017).

El uso de estrategias digitales permite identificar patrones epidemiológicos y predecir posibles brotes antes de que se conviertan en crisis de salud pública. Los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de sistemas digitales basados en Inteligencia Artificial (IA), Internet de las cosas (IoT, *Internet of Things*) y *Big Data*, los cuales ofrecen soluciones innovadoras para la vigilancia de patógenos en alimentos. Estos sistemas integran sensores avanzados capaces de detectar contaminantes biológicos en tiempo real, con capacidad de transmisión inmediata de datos a plataformas centralizadas. De esta manera, es posible analizar grandes volúmenes de información y generar alertas tempranas que permitan una intervención rápida y eficiente (Karanth et al., 2023a).

Otro aspecto clave en la digitalización de la gestión del riesgo de patógenos es el uso de modelos predictivos basados en IA. Estos modelos pueden evaluar múltiples variables ambientales y biológicas para estimar el comportamiento de los microorganismos en distintos escenarios climáticos. El desarrollo de evaluaciones del riesgo microbiológico está orientándose cada vez más a la

incorporación de información molecular, ya que el cambio climático puede producir modificaciones en el perfil genético de patógenos de transmisión alimentaria. La cuantificación del riesgo debida a variables climáticas es compleja debido a la variabilidad en el impacto de las mismas sobre la persistencia y virulencia de los patógenos alimentarios (Katsini et al., 2022). A modo de ejemplo, el aumento de temperaturas puede inducir la transferencia horizontal de genes y elementos genéticos móviles de resistencia, promoviendo el aumento de la incidencia de patógenos resistentes a antimicrobianos (MacFadden et al., 2018). Por otro lado, existen estudios basados en algoritmos de *Machine Learning* que pueden predecir cambios en los patrones genéticos de *E. coli* y *Salmonella* teniendo en cuenta variables asociadas al cambio climático (Buyrukoglu et al., 2021) (Karanth et al., 2023b) (Roufou et al., 2024).

Además, el uso de plataformas digitales ha facilitado la comunicación entre las distintas entidades involucradas en la seguridad alimentaria. Las aplicaciones móviles y sistemas en la nube permiten la notificación inmediata de hallazgos relevantes, promoviendo una respuesta coordinada entre productores, autoridades sanitarias y distribuidores de alimentos. Esto resulta crucial en un contexto de cambio climático, donde las condiciones ambientales pueden variar de manera impredecible, aumentando la probabilidad de brotes inesperados.

La automatización de los procesos de inspección y control de calidad también ha sido potenciada por la digitalización. El uso de drones equipados con cámaras térmicas y espectroscopia permite evaluar la contaminación en cultivos y cuerpos de agua sin la necesidad de muestreo manual (Jin et al., 2021). De igual forma, la implementación de sistemas de visión artificial en plantas de procesamiento de alimentos contribuye a la detección rápida de irregularidades en la producción (Jia et al., 2020).

A medida que el cambio climático continúa afectando a la ecología de los patógenos, la implementación de soluciones digitales se vuelve cada vez más relevante para garantizar la seguridad alimentaria y proteger la salud pública. Sin embargo, a pesar de los beneficios de la digitalización en la gestión del riesgo de patógenos, existen desafíos que deben abordarse. La estandarización de protocolos de datos, la seguridad cibernética y la accesibilidad a estas tecnologías en países en desarrollo son algunos de los retos a superar. La integración efectiva de estos sistemas requiere inversiones en infraestructura y capacitación del personal, además de la cooperación entre el sector público y privado para garantizar su implementación efectiva.

Conclusiones del Comité Científico

El cambio climático puede tener un impacto sobre la seguridad alimentaria y la salud pública debido a la proliferación y propagación de patógenos de transmisión alimentaria. Las alteraciones en los patrones climáticos, como el aumento de temperaturas, los cambios en las precipitaciones y la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, han modificado la distribución y persistencia de microorganismos, favoreciendo su expansión a nuevas áreas geográficas y aumentando el riesgo de enfermedades transmitidas a través de los alimentos.

Uno de los principales desafíos en el contexto del cambio climático es la notable capacidad de adaptación de los patógenos a condiciones ambientales variables. Diversos estudios han de-

mostrado que microorganismos como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli* y especies del género *Vibrio* tienden a mostrar una mayor prevalencia en entornos con temperaturas elevadas, ya que el calor puede favorecer su crecimiento, supervivencia y capacidad de infección. Por otro lado, la variabilidad en las precipitaciones y la humedad ambiental ha beneficiado la persistencia y diseminación de otros agentes, como virus entéricos y ciertos parásitos, al facilitar su transporte en aguas superficiales o su supervivencia en suelos húmedos.

Además, el cambio en las condiciones ambientales puede contribuir al aumento de la resistencia a antimicrobianos a nivel global. El estrés ambiental (provocado por factores como el calor extremo, la sequía o la contaminación) puede actuar como una presión selectiva que favorece la supervivencia de cepas microbianas más resistentes, dificultando su eliminación mediante tratamientos convencionales y complicando su control a lo largo de toda la cadena alimentaria.

En este escenario, la globalización de los sistemas agroalimentarios ha intensificado el impacto del cambio climático sobre la seguridad alimentaria mundial. La expansión del comercio internacional, junto con la creciente demanda de productos frescos, exóticos o mínimamente procesados, ha multiplicado las rutas de transmisión de patógenos, facilitando su introducción en nuevas regiones. Prácticas como el transporte masivo de animales y alimentos, el uso de aguas residuales en la agricultura, y la adopción de nuevas pautas de consumo alimentario, han incrementado la exposición de la población a patógenos emergentes y reemergentes, y con ello, el riesgo de brotes a escala internacional.

Para mitigar estos riesgos, es crucial fortalecer los sistemas de vigilancia epidemiológica mediante tecnologías avanzadas. La implementación de plataformas digitales para la gestión del riesgo ha permitido mejorar la comunicación y coordinación entre los diferentes actores de la cadena alimentaria, facilitando respuestas rápidas ante emergencias sanitarias.

Asimismo, la adaptación de normativas y protocolos de seguridad alimentaria es esencial para enfrentar los nuevos desafíos derivados del cambio climático. Estrategias como la promoción de prácticas agrícolas sostenibles, la vigilancia del agua utilizada en el riego y el refuerzo de medidas de bioseguridad en la producción ganadera pueden reducir significativamente la incidencia de enfermedades transmitidas a través de los alimentos.

El cambio climático no solo afecta a la seguridad alimentaria a corto plazo, sino que también plantea desafíos a largo plazo en términos de resiliencia y sostenibilidad de los sistemas alimentarios. La investigación continua es fundamental para comprender mejor la relación entre el clima y los patógenos, así como para desarrollar soluciones innovadoras que minimicen su impacto en la salud humana. La colaboración internacional y multidisciplinaria será clave en la formulación de políticas efectivas para la mitigación de riesgos y la adaptación a un entorno cambiante.

Finalmente, la educación y sensibilización de la población sobre los riesgos alimentarios asociados al cambio climático son herramientas fundamentales para fomentar hábitos de consumo responsables y garantizar sistemas alimentarios más seguros y sostenibles en el futuro. La preparación ante desastres naturales, el fortalecimiento de la infraestructura sanitaria y la inversión en tecnologías de control microbiológico son medidas prioritarias para reducir la vulnerabilidad de las comunidades ante estos cambios ambientales. En este contexto, el control microbiológico se re-

fiere al conjunto de técnicas y tecnologías destinadas a detectar, eliminar o inhibir la proliferación de microorganismos patógenos en alimentos, agua y superficies de contacto. Esto incluye métodos como la filtración avanzada, la desinfección mediante radiación ultravioleta, ozono o cloración, así como el desarrollo de sistemas de monitoreo en tiempo real, biosensores y otras herramientas que permiten identificar y responder rápidamente ante la presencia de contaminantes microbiológicos en entornos críticos para la salud pública.

Referencias

- Abdella, B., Shokrak, N.M., Abozohra, N.A., Elshamy, Y.M., Kadira, H.I. y Mohamed, R.A. (2024). Aquaculture and *Aeromonas hydrophila*: a complex interplay of environmental factors and virulence. *Aquaculture International*, 32 (6), pp: 7671-7681.
- ACSA (2025). Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. Cambio climático y seguridad alimentaria microbiológica. Disponible en: <https://scientiasalut.gencat.cat/bitstream/handle/11351/13032/canvi-climatic-seguretat-alimentaria-microbiologica-2025-cas.pdf?sequence=5&isAllowed=y> [acceso: 30-05-25].
- AESAN (2012). Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre medidas de prevención y recomendaciones aplicables para evitar posibles infecciones alimentarias por cepas de *Escherichia coli* verotoxigénicos/productores de toxinas Shiga/enterohemorrágicos (VTEC/STEC/EHEC). *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 16, pp: 71-100.
- AESAN (2021). Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación a los efectos del cambio climático sobre la presencia de micotoxinas en los alimentos. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 33, pp: 11-51.
- Agriopoulou, S., Stamatelopoulou, E. y Varzakas, T. (2020). Advances in Occurrence, Importance, and Mycotoxin Control Strategies: Prevention and Detoxification in Foods. *Foods*, 9 (2): 137, pp: 1-48.
- Aijuka, M. y Buys, E.M. (2019). Persistence of foodborne diarrheagenic *Escherichia coli* in the agricultural and food production environment: Implications for food safety and public health. *Food Microbiology*, 82, pp: 363-370.
- Anyamba, A., Chretien, J.-P., Britch, S.C., Soebiyanto, R.P., Small, J.L., Jepsen, R., Forshey, B.M., Sanchez, J.L., Smith, R.D., Harris, R., Tucker, C.J., Karesh, W.B. y Linthicum, K.J. (2019). Global Disease Outbreaks Associated with the 2015-2016 El Niño Event. *Scientific Reports*, 9 (1): 1930, pp: 1-14.
- Austhof, E., Warner, S., Helfrich, K., Pogreba-Brown, K., Brown, H.E., Klimentidis, Y.C., Scallan Walter E., Jervis, R.H. y White, A.E. (2024). Exploring the association of weather variability on *Campylobacter* - A systematic review. *Environmental Research*, 252 (Part 1): 118796.
- Awad, D.A., Masoud, H.A. y Hamad, A. (2024). Climate changes and food-borne pathogens: the impact on human health and mitigation strategy. *Climatic Change*, 177 (6): 92, pp: 1-25.
- Balendres, M., Karlovsky, P. y Cumagun, C. (2019). Mycotoxigenic Fungi and Mycotoxins in Agricultural Crop Commodities in the Philippines: A Review. *Foods*, 8 (7): 249, pp: 1-12.
- Balta, I., Lemon, J., Murnane, C., Pet, I., Vintila, T., McCleery, D., Callaway, T., Douglas, A., Stef, L. y Corcionvoschi, N. (2024). The One Health aspect of climate events with impact on foodborne pathogens transmission. *One Health*, 19: 100926, pp: 1-6.
- Bartlow, A.W., Machalaba, C., Karesh, W.B. y Fair, J.M. (2021). Biodiversity and Global Health: Intersection of Health, Security, and the Environment. *Health security*, 19 (2), pp: 214-222.
- Battilani, P., Rossi, V., Giorni, P., Pietri, A., Gualla, A., van der Fels-Klerx, H.J., Booij, C.J. H., Moretti, A., Logrieco, A., Miglietta, F., Toscano, P., Miraglia, M., de Santis, B. y Brera, C. (2012). Modelling, predicting and mapping the emergence of aflatoxins in cereals in the EU due to climate change. *EFSA Supporting Publications*, 9 (1), EN-223, pp: 1-172.

- Battilani, P., Toscano, P., van der Fels-Klerx, H.J., Moretti, A., Camardo, M., Brera, C., Rortais, A., Goumperis, T. y Robinson, T. (2016). Aflatoxin B1 contamination in maize in Europe increases due to climate change. *Scientific Reports*, 6 (1): 24328, pp: 1-7.
- Bett, B., Kiunga, P., Gachohi, J., Sindato, C., Mbotha, D., Robinson, T., Lindahl, J. y Grace, D. (2017). Effects of climate change on the occurrence and distribution of livestock diseases. *Preventive Veterinary Medicine*, 137, pp: 119-129.
- Billah, M.M. y Rahman, Md.S. (2022). Impacts of anthropogenic contaminants and elevated temperature on prevalence and proliferation of *Escherichia coli* in the wild-caught American oyster, *Crassostrea virginica* in the southern Gulf of Mexico coast. *Marine Biology Research*, 17 (9-10), pp: 775-793.
- Bintsis, T. (2017). Foodborne pathogens. *AIMS Microbiology*, 3 (3), pp: 529-563.
- Boxall, A.B.A., Hardy, A., Beulke, S., Boucard, T., Burgin, L., Falloon, P.D., Haygarth, P. M., Hutchinson, T., Kovats, R.S., Leonardi, G., Levy, L.S., Nichols, G., Parsons, S.A., Potts, L., Stone, D., Topp, E., Turley, D.B., Walsh, K., Wellington, E.M.H. y Williams, R.J. (2009). Impacts of Climate Change on Indirect Human Exposure to Pathogens and Chemicals from Agriculture. *Environmental Health Perspectives*, 117 (4), pp: 508-514.
- Brandenburg, K.M., Velthuis, M. y Van de Waal, D.B. (2019). Meta-analysis reveals enhanced growth of marine harmful algae from temperate regions with warming and elevated CO₂ levels. *Global Change Biology*, 25, pp: 2607-2618.
- Breitburg, D., Levin, L.A., Oschlies, A., Gregoire, M., Chavez, F.P., Conley, D.J. y Jacinto, G.S. (2018). Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science*, 359: 7240.
- Bricelj, V.M., Connell, L., Konoki, K., MacQuarrie, S.P., Scheuer, T., Catterall, W.A. y Trainer, V.L. (2005). Sodium channel mutation leading to saxitoxin resistance in clams increases risk of PSP. *Nature*, 434, pp: 763-767.
- Brogli, A. y Kapel, C. (2011). Changing dietary habits in a changing world: Emerging drivers for the transmission of foodborne parasitic zoonoses. *Veterinary Parasitology*, 182, pp: 2-13.
- Broza, M., Gancz, H., Halpern, M. y Kashi, Y. (2005). Adult non-biting midges: possible windborne carriers of *Vibrio cholerae* non-O1 non-O139. *Environmental Microbiology*, 7 (4), pp: 576-585.
- Brun, P., Payne, M.R. y Kjørboe, T. (2019). Climate change has altered zooplankton-facilitated microplastic transport in the world's oceans. *Nature Communications*, 10, pp: 1-9.
- Bryan, K., Ward, S., Roberts, L., White, M.P., Landeg, O., Taylor, T. y McEwen, L. (2020). The health and well-being effects of drought: assessing multi-stakeholder perspectives through narratives from the UK. *Climatic Change*, 163 (4), pp: 2073-2095.
- Burge, C.A., Mark Eakin, C., Friedman, C.S., Froelich, B., Hershberger, P.K., Hofmann, E.E., Petes, L.E., Prager, K.C., Weil, E., Willis, B.L., Ford, S.E. y Harvell, C.D. (2014). Climate Change Influences on Marine Infectious Diseases: Implications for Management and Society. *Annual Review of Marine Science*, 6 (1), pp: 249-277.
- Buyrukoğlu, G., Buyrukoğlu, S. y Topalcengiz, Z. (2021). Comparing Regression Models with Count Data to Artificial Neural Network and Ensemble Models for Prediction of Generic *Escherichia coli* Population in Agricultural Ponds Based on Weather Station Measurements. *Microbial Risk Analysis*, 19: 100171.
- Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M., van Rensch, P., Collins, M., Vecchi, G., Timmermann, A., Santoso, A., McPhaden, M.J., Wu, L., England, M.H., Wang, G., Guilyardi, E. y Jin, F.-F. (2014). Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. *Nature Climate Change*, 4 (2), pp: 111-116.
- Calder, L., Simmons, G., Thornley, C., Taylor, P., Pritchard, K., Greening, G. y Bishop, J. (2003). An outbreak of hepatitis A associated with consumption of raw blueberries. *Epidemiology and Infection*, 131, pp: 745-751.
- Campbell, A.M., Cabrera-Gumbau, J.M., Trinanés, J., Baker-Austin, C. y Martínez-Urtaza, J. (2025). Machine Learning Potential for Identifying and Forecasting Complex Environmental Drivers of *Vibrio vulnificus* Infections in the United States. *Environmental Health Perspectives*, 133 (1), pp: 1-12.
- Cash, B.A., Rodó, X., Emch, M., Yunus, Md., Faruque, A.S.G. y Pascual, M. (2014). Cholera and Shigellosis: Different Epidemiology but Similar Responses to Climate Variability. *PLoS ONE*, 9 (9): e107223, pp: 1-10.

- Castano-Duque, L., Winzeler, E., Blackstock, J.M., Liu, C., Vergopalan, N., Focker, M., Barnett, K., Owens, P.R., van der Fels-Klerx, H.J., Vaughan, M.M. y Rajasekaran, K. (2023). Dynamic geospatial modeling of mycotoxin contamination of corn in Illinois: unveiling critical factors and predictive insights with machine learning. *Frontiers in Microbiology*, 14, pp: 1-20.
- Castellano-Martinez, A., Rodriguez-Gonzalez, M. y Roldan-Cano, V. (2019). Síndrome hemolítico-urémico causado por *Aeromonas caviae* en un paciente pediátrico. *Medicina Clínica*, 152 (1), pp: 38-39.
- Cervini, C., Verheeeke-Vaessen, C., Ferrara, M., García-Cela, E., Magistà, D., Medina, A., Gallo, A., Magan, N. y Perrone, G. (2021). Interacting climate change factors (CO₂ and temperature cycles) effects on growth, secondary metabolite gene expression and phenotypic ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* strains on a grape-based matrix. *Fungal Biology*, 125 (2), pp: 115-122.
- Cevallos-Cevallos, J.M., Gu, G., Danyluk, M.D., Dufault, N.S. y Van Bruggen, A.H.C. (2012). *Salmonella* can reach tomato fruits on plants exposed to aerosols formed by rain. *International Journal of Food Microbiology*, 158, pp: 140-146.
- Cheung, M.Y., Liang, S. y Lee, J. (2013). Toxin-producing cyanobacteria in freshwater: a review of the problems, impact on drinking water safety, and efforts for protecting public health. *Journal of Microbiology*, 51, pp: 1-10.
- Cheung, Y.Y., Cheung, S., Mak, J., Liu, K., Xia, X., Zhang, X. y Liu, H. (2021). Distinct interaction effects of warming and anthropogenic input on diatoms and dinoflagellates in an urbanized estuarine ecosystem. *Global Change Biology*, 27 (15), pp: 3463-3473.
- Colin, S.P. y Dam, H.G. (2002). Latitudinal differentiation in the effects of the toxic dinoflagellate *Alexandrium* spp. on the feeding and reproduction of populations of the copepod *Acartia hudsonica*. *Harmful Algae*, 1, pp: 113-125.
- Collins, S., Rost, B. y Rynearson, T.A. (2014). Evolutionary potential of marine phytoplankton under ocean acidification. *Evolutionary Applications*, 7 (1), pp: 140-155.
- COP29 (2024). UN Climate Conference. COP28: FAO spotlights agrifood systems' potential to address climate impacts and achieve 1.5 °C goal. Disponible en: <https://www.fao.org/newsroom/detail/cop28--fao-spotlights-agrifood-systems--potential-to-address-climate-impacts-and-achieve-1.5-c-goal/en> [acceso: 30-05-25].
- Couturier, A., Chidiac, C., Truy, E. y Ferry, T. (2017). Ethmoiditis with subperiosteal and retro-ocular abscesses due to *Aeromonas sobria* in a 16-year-old boy exposed to the Ardèche river. *BMJ Case Reports*, bcr2017219505, pp: 1-2.
- Cuevas-Ferrando, E., Pérez-Cataluña, A., Falcó, I., Randazzo, W. y Sánchez, G. (2022). Monitoring human viral pathogens reveals potential hazard for treated wastewater discharge or reuse. *Frontiers in Microbiology*, 13: 836193, pp: 1-12.
- Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J., Imtiwati y Kumar, R. (2016). Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary World*, 9 (3), pp: 260-268.
- Davenport, F.V., Herrera-Estrada, J.E., Burke, M. y Duffenbaugh, N.S. (2019). Flood size increases non-linearly across Western United States in response to lower snow- precipitation ratios. *Water Resources Research*, 56 (1): e2019WR025571, pp: 1-19.
- Detay, M., Alessandrello, E., Come, P. y Groom, I. (1989). Groundwater contamination and pollution in Micronesia. *Journal of Hydrology*, 112, pp: 149-170.
- Dietrich, J., Hammerl, J.-A., Johne, A., Kappenstein, O., Loeffler, C., Nöckler, K., Rosner, B., Spielmeyer, A., Szabo, I. y Richter, M.H. (2023). Impact of climate change on foodborne infections and intoxications. *Journal of Health Monitoring*, 8 (S3), pp: 78-92.
- Doney, S.C., Fabry, V.J., Feely, R.A. y Kleypas, J.A. (2009). Ocean acidification: the other CO₂ problem. *Annual Review of Marine Science*, 1, pp: 169-192.
- Donoso, S., Gadicke, P. y Landaeta, C. (2016). Zoonosis transmitted by food can affect its epidemiology, as a result of climate change and processes of globalization. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 32 (2), pp: 149-156.

- Doyle, M.P. y Erickson, M.C. (2008). En libro: *Imported Foods. Microbiological Issues and Challenges*. Georgia. ASM Press.
- Duchenne-Moutien, R.A. y Neetoo, H. (2021). Climate Change and Emerging Food Safety Issues: A Review. *Journal of Food Protection*, 84 (11), pp: 1884-1897.
- ECDC (2021). Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades. Risk of infectious diseases in flood-affected areas from the European Union. Disponible en <https://www.ecdc.europa.eu/es/news-events/risk-infectious-diseases-flood-affected-areas-european-union> [acceso: 30-05-25].
- Edwards, M., Johns, D.G., Leterme, S.C., Svendsen, E. y Richardson, A.J. (2006). Regional climate change and harmful algal blooms in the northeast Atlantic. *Limnology and Oceanography*, 51 (2): 820e829, pp: 820-829.
- EFSA (2014). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 2 (*Salmonella* and Norovirus in berries). *EFSA Journal*, 12 (6): 3706, pp: 1-95.
- EFSA (2020). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Climate change as a driver of emerging risks for food and feed safety, plant, animal health and nutritional quality. *EFSA supporting publication*, EN-1881, pp: 1-146.
- EFSA (2024). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria.. Public health aspects of *Vibrio* spp. related to the consumption of seafood in the EU. *EFSA Journal*, 22: e8896, pp: 1-92.
- EFSA/ECDC (2024). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria/Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades. The European Union One Health 2023 Zoonoses report. *EFSA Journal*, 22 (12): e9106, pp: 1-201.
- Engelthaler, D.M. y Casadevall, A. (2019). On the emergence of *Cryptococcus gattii* in the Pacific Northwest: Ballast tanks, tsunamis, and black swans. *MBio*, 10 (5): e02193-19, pp: 1-10.
- Englund, G., Öhlund, G., Hein, C.L. y Diehl, S. (2011). Temperature dependence of the functional response. *Ecology Letters*, 14, pp: 914-921.
- European Climate and Health Observatory (2024). Enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos. Disponible en: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/observatory/evidence/health-effects/water-and-food-borne-diseases> [acceso: 30-05-25].
- Fanzo, J., Davis, C., McLaren, R. y Choufani, J. (2018). The effect of climate change across food systems: Implications for nutrition outcomes. *Global Food Security*, 18, pp: 12-19.
- FAO (1996). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit on Plan Action. In Proceedings of the World Food Summit. Disponible en: <https://www.fao.org/4/w3613e/w3613e00.htm> [acceso: 30-05-25].
- FAO (2008). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Climate change: implications for food safety. Disponible en: <https://www.fao.org/4/i0195e/i0195e00.pdf> [acceso: 30-05-25].
- FAO (2018). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf> [acceso: 30-05-25].
- FAO (2020). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Climate change: unpacking the burden on food safety. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6f-00ca3a-90ae-432b-8124-d748533b277a/content> [acceso: 30-05-25].
- Feliciano, R., Boué, G., Mohssin, F., Hussaini, M.M. y Membré, J.M. (2021). Probabilistic modelling of *Escherichia coli* concentration in raw milk under hot weather conditions. *Food Research International*, 149: 110679, pp: 1-10.
- Figueras, M.J., Aldea, M.J., Fernández, N., Aspíroz, C., Alperi, A. y Guarro, J. (2007). *Aeromonas* hemolytic uremic syndrome. A case and a review of the literature. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 58 (2), pp: 231-234.
- Fox, J.W. (2012). Venoms and poisons from marine organisms. En libro: *Goldman's Cecil medicine*. 24ª edición. Filadelfia. Elsevier Saunders, pp: 697-700.
- Froeschke, G., Harf, R., Sommer, S. y Matthee, S. (2010). Effects of precipitation on parasite burden along a nat-

- ural climatic gradient in southern Africa - implications for possible shifts in infestation patterns due to global changes. *Oikos*, 119, pp: 1029-1039.
- Gagné, M.J., Savard, T. y Brassard, J. (2022). Interactions Between Infectious Foodborne Viruses and Bacterial Biofilms Formed on Different Food Contact Surfaces. *Food and Environmental Virology*, 14 (3), pp: 267-279.
- Ganiatsa, A., Gartzonika, C., Gaitanis, G., Voulgari, P., Levidiotou-Stefanou, S. y Bassukas, I.D. (2020). *Aeromonas hydrophila* Survives the Treatment of Posttraumatic Cellulitis in the Shelter of an Obscured Fish-Bone Fragment. *Case Reports in Dermatological Medicine*, 2020: 498950, pp: 1-3.
- Garofalo, C., Osimani, A., Milanović, V., Taccari, M., Cardinali, F., Aquilanti, L., Riolo, P., Ruschioni, S., Isidoro, N. y Clementi, F. (2017). The microbiota of marketed processed edible insects as revealed by high-throughput sequencing. *Food Microbiology*, 62, pp: 15-22.
- Ge, C., Lee, C. y Lee, J. (2012). The impact of extreme weather events on *Salmonella* internalization in lettuce and green onion. *Food Research International*, 45, pp: 1118-1122.
- Gertler, M., Dürr, M., Renner, P., Poppert, S., Askar, M., Breidenbach, J., Frank, C., Preußel, K., Schielke, A., Werber, D., Chalmers, R., Robinson, G., Feuerpfeil, I., Tannich, E., Gröger, C., Stark, K. y Wilking, H. (2015). Outbreak of cryptosporidium hominis following river flooding in the city of Halle (Saale), Germany, August 2013. *BMC Infectious Diseases*, 15 (1): 88, pp: 1-10.
- Gillingham, E., Lake, I., Lo Iacono, G. y Nichols, G. (2023). Effect of climate change on infectious diseases in the UK. Disponible en: <https://openresearch.surrey.ac.uk/esploro/outputs/report/Effect-of-climate-change-on-infectious/99841364402346> [acceso: 30-05-25].
- Giordano, M., Beardall, J. y Raven, J.A. (2005). CO₂ concentrating mechanisms in algae: mechanisms, environmental modulation, and evolution. *Annual Review of Plant Biology*, 56, pp: 99-131.
- Girón-Guzmán, I., Sánchez-Alberola, S., Cuevas-Ferrando, E., Falcó, I., Díaz-Reolid, A., Puchades-Colera, P., Ballesteros, S., Pérez-Cataluña, A., Coll, J.M., Núñez, E., Fabra, M.J., López-Rubio, A. y Sánchez, G. (2024). Longitudinal study on the multifactorial public health risks associated with sewage reclamation. *Clean Water*, 7 (72), pp: 1-15.
- Glibert, P.M., Allen, J.I., Artioli, Y., Beusen, A., Bouwman, L., Harle, J. y Holt, J. (2014). Vulnerability of coastal ecosystems to changes in harmful algal bloom distribution in response to climate change: projections based on model analysis. *Global Change Biology*, 20, pp: 3845-3858.
- Gobler, C.J. y Baumann, H. (2016). Hypoxia and acidification in ocean ecosystems: coupled dynamics and effects on marine life. *Biology Letters*, 12 (5): 20150976, pp: 1-8.
- Gobler, C.J. (2020). Climate Change and Harmful Algal Blooms: Insights and perspective. *Harmful Algae*, 91: 101731, pp: 1-4.
- Gobler, C.J., Doherty, O.M., Griffith, A.W., Hattenrath-Lehmann, T.K., Kang, Y. y Litaker, W. (2017). Ocean warming since 1982 has expanded the niche of toxic algal blooms in the North Atlantic and North Pacific oceans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114, pp: 4975-4980.
- Goedknegt, M.A., Welsh, J.E., Drent, J. y Thielges, D.W. (2015). Climate change and parasite transmission: how temperature affects parasite infectivity via predation on infective stages. *Ecosphere*, 6 (6): 96, pp: 1-9.
- Greenfield, D.I., Gooch, J., Stewart, J.R., Hilborn, E.D., George, B.J., Li, Q., Dickerson, J., Keppler, C.K. y Sandifer, P.A. (2017). Temporal and Environmental Factors Driving *Vibrio Vulnificus* and *V. Parahaemolyticus* Populations and Their Associations With Harmful Algal Blooms in South Carolina Detention Ponds and Receiving Tidal Creeks. *GeoHealth*, 1 (9), pp: 306-317.
- Griffith, A.W., Doherty, O.M. y Gobler, C.J. (2019). Ocean warming along temperate western boundaries of the Northern Hemisphere promotes an expansion of *Cochlodinium polykrikoides* blooms. *Proceedings of the Royal Society B*, 286 (1904): 20190340, pp: 1-9.
- Grilo, M.L., Pereira, A., Sousa-Santos, C., Robalo, J.I. y Oliveira, M. (2021). Climatic Alterations Influence Bacterial Growth, Biofilm Production and Antimicrobial Resistance Profiles in *Aeromonas* spp. *Antibiotics*, 10 (8): 1008, pp: 1-15.

- Grimaud, G.M., Mairet, F., Sciandra, A. y Bernard, O. (2017). Modeling the temperature effect on the specific growth rate of phytoplankton: a review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 16 (4), pp: 625-645.
- Guzman, B.R., de Blasio, B.F., MacDonald, E., Nichols, G., Sudre, B., Vold, L., Semenza, J.C. y Nygård, K. (2015). Analytical studies assessing the association between extreme precipitation or temperature and drinking water-related waterborne infections: a review. *Environmental Health*, 14 (1): 29, pp: 1-12.
- Hall, G.V., D'Souza, R.M. y Kirk, M.D. (2002). Foodborne disease in the new millennium: out of the frying pan and into the fire? *The Medical Journal of Australia*, 177 (11-12), pp: 614-618.
- Hallegraeff, G.M. (2010). Ocean climate change, phytoplankton community responses, and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. *Journal of Phycology*, 46 (2), pp: 220-235.
- Hardy, J.T. (2003). En libro: *Climate change: causes, effects, and solutions*. Chichester. John Wiley & Sons.
- Hassoun, A., Bekhit, A.E.D., Jambrik, A.R., Regenstein, J.M., Chemat, F., Morton, J.D. y Ueland, Ø. (2022). The fourth industrial revolution in the food industry-part II: Emerging food trends. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64 (2), pp: 407-437.
- Hee, S., Knauer, K., Su, C. y Toborek, M. (2025). Antibiotic resistance in plastisphere. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 13 (1): 115217.
- Herrera, M., Anadón, R., Iqbal, S.Z., Bailly, J.D. y Ariño, A. (2016). Food safety-basic concepts, recent issues, and future challenges. En libro: *Climate change and food safety*. Suiza. Springer, pp: 113-123.
- Hinder, S.L., Hays, G.C., Edwards, M., Roberts, E.C., Walne, A.W. y Gravenor, M.B. (2012). Changes in marine dinoflagellate and diatom abundance under climate change. *Natural Climate Change*, 2 (4), pp: 271-275.
- Huang, Y., Ren, W., Wang, L., Hui, D., Grove, J.H., Yang, X., Tao, B. y Goff, B. (2018). Greenhouse gas emissions and crop yield in no-tillage systems: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 268, pp: 144-153.
- Hummel, M.A., Berry, M.S. y Stacey, M.T. (2018). Sea level rise impacts on wastewater treatment systems along the US coasts. *Earth's Future*, 6 (4), pp: 622-633.
- Hunter, P.R. (2003). Climate change and waterborne and vector-borne disease. *Journal of Applied Microbiology*, 94, pp: 37-46.
- IOM (2024). International Organization for Migration. World migration report 2024. Disponible en: <https://worldmigrationreport.iom.int/> [acceso: 30-05-25].
- IPCC (2019). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Food Security. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/srcccl/chapter/chapter-5/> [acceso: 30-05-25].
- IPCC (2021). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Climate Change 2021 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf [acceso: 30-05-25].
- IPCC (2022a). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> [acceso: 30-05-25].
- IPCC (2022b). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/srcccl/chapter/chapter-4-sea-level-rise-and-implications-for-low-lying-islands-coasts-and-communities/> [acceso: 30-05-25].
- IPCC (2023). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Climate Change 2023: Synthesis Report. Disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf [acceso: 30-05-25].
- Ivanovich, C.C., Sun, T., Gordon, D.R. y Ocko, I.B. (2023). Future warming from global food consumption. *Nature Climate Change*, 13 (3), pp: 297-302.
- Janda, J.M. y Abbott, S.L. (2010). The Genus *Aeromonas*: Taxonomy, Pathogenicity, and Infection. *Clinical Microbiology Reviews*, 23 (1), pp: 35-73.

- Jia, B., Wang, W., Ni, X., Lawrence, K.C., Zhuang, H., Yoon, S.-C. y Gao, Z. (2020). Essential processing methods of hyperspectral images of agricultural and food products. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 198: 103936.
- Jiang, C., Shaw, K., Upperman, C.R., Blythe, D., Mitchell, C., Murtugudde, R., Sapkota, A.R. y Sapkota, A. (2015). Climate change, extreme events and increased risk of salmonellosis in Maryland, USA: evidence for coastal vulnerability. *Environment International*, 83, pp: 58-62.
- Jiménez, A.E., Fernández, A., Alfaro, R., Dolz, G., Vargas, B., Epe, C. y Schnieder, T. (2010). A cross-sectional survey of gastrointestinal parasites with dispersal stages in feces from Costa Rican dairy calves. *Veterinary Parasitology*, 173, pp: 236-246.
- Jin, H., Köppl, C.J., Fischer, B.M.C., Rojas-Conejo, J., Johnson, M.S., Morillas, L., Lyon, S.W., Durán-Quesada, A.M., Suárez-Serrano, A., Manzoni, S. y García, M. (2021). Drone-Based Hyperspectral and Thermal Imagery for Quantifying Upland Rice Productivity and Water Use Efficiency after Biochar Application. *Remote Sensing*, 13 (10), pp: 1-22.
- Johansson, E., Lan, Y., Olalekan, O., Kuktaite, R., Chawade, A. y Rahmatov, M. (2024). Alien introgression to wheat for food security: functional and nutritional quality for novel products under climate change. *Frontiers in Nutrition*, 11: 1393357, pp: 1-11.
- Johnson, P.T.J., Dobson, A., Lafferty, K.D., Marcogliese, D., Memmott, J., Orlofske, S.A., Poulin, R. y Thielges, D.W. (2010). When parasites become prey: ecological and epidemiological significance of eating parasites. *Trends in Ecology and Evolution*, 25, pp: 362-371.
- Johnson, P.T.J. y Thielges, D.W. (2010). Diversity, decoys and the dilution effect: how ecological communities affect disease risk. *Journal of Experimental Biology*, 213, pp: 961-970.
- Johnson, P.T., Ostfeld, R.S. y Keesing, F. (2015). Frontiers in research on biodiversity and disease. *Ecology letters*, 18 (10), pp: 1119-1133.
- Jones, K.E., Patel, N.G., Levy, M.A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J.L. y Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451, pp: 990-993.
- Joseph, C., Hamilton, G., O'Connor, M., Nicholas, S., Marshall, R., Stanwell-Smith, R., Sims, R., Ndawula, E., Casemore, D., Gallagher, P. y Harnett, P. (1991). Cryptosporidiosis in the Isle of Thanet: an outbreak associated with local drinking water. *Epidemiology & Infection*, 107, pp: 509-519.
- Judan, K.G., Takumi, O., Bongulto, K.A., Gandalera, E.E., Kagia, N. y Watanabe, K. (2024). Natural compound-induced downregulation of antimicrobial resistance and biofilm-linked genes in wastewater *Aeromonas* species. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 14, pp: 1-12.
- Karant, S., Beneño, E.O., Patra, D. y Pradhan, A.K. (2023a). Importance of artificial intelligence in evaluating climate change and food safety risk. *Journal of Agriculture and Food Research*, 11: 100485, pp: 1-7.
- Karant, S., Patel, J., Shirmohammadi, A. y Pradhan, A.K. (2023b). Machine learning to predict foodborne salmonellosis outbreaks based on genome characteristics and meteorological trends. *Current Research in Food Science*, 6: 100525, pp: 1-10.
- Katsini, L., Bhonsale, S., Akkermans, S., Roufou, S., Griffin, S., Valdramidis, V., Misiou, O., Koutsoumanis, K., Muñoz López, C.A., Polanska, M. y van Impe, J.F.M. (2022). Quantitative methods to predict the effect of climate change on microbial food safety: A needs analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 126, pp: 113-125.
- Keesing, F., Holt, R.D. y Ostfeld, R.S. (2006). Effects of species diversity on disease risk. *Ecology Letters*, 9, pp: 485-498.
- Keesing, F., Belden, L.K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C.D., Holt, R.D., Hudson, P., Jolles, A., Jones, K.E., Mitchell, C.E., Myers, S.S., Bogich, T. y Ostfeld, R.S. (2010). Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature*, 468, pp: 647-652.
- Kendrovski, V. y Gjorgjev, D. (2012). Climate Change: Implication for Food-Borne Diseases (*Salmonella* and Food Poisoning Among Humans in R. Macedonia). En libro: *Structure and Function of Food Engineering*. InTech.

- Khan, I., Khan, F., Ahmad, S., Pandey, P. y Khan, M.M. (2021). Microbes and Climate: A Tangled Relation. En libro: *Microbiomes and the Global Climate Change*. Singapur. Springer.
- Kim, M.K., Pyo, K., Hwang, Y., Park, K.H., Hwang, I.G., Chai, J. y Shin, E. (2012). Effect of temperature on embryonation of *Ascaris suum* eggs in an environmental chamber. *Korean Journal of Parasitology*, 50, pp: 239-242.
- Kim, Y.S., Park, K.H., Chun, H.S., Choi, C. y Bahk, G.J. (2015). Correlations between climatic conditions and foodborne disease. *Food Research International*, 68, pp: 24-30.
- Kniel, K.E. y Spanninger, P. (2017). Preharvest Food Safety Under the Influence of a Changing Climate. *Microbiology Spectrum*, 5 (2), pp: 1-9.
- Korich, D.G., Mead, J.R., Madore, M.S., Sinclair, N.A. y Sterling, C.R. (1990). Effects of ozone, chlorine dioxide, chlorine, and monochloramine on *Cryptosporidium parvum* oocyst viability. *Applied and Environmental Microbiology*, 56, pp: 1423-1428.
- Kuhn, K.G., Nygård, K.M., Guzman-Herrador, B., Sunde, L.S., Rimhanen-Finne, R., Trönnberg, L., Jepsen, M.R., Ruuhela, R., Wong, W.K. y Ethelberg, S. (2020). Campylobacter infections expected to increase due to climate change in Northern Europe. *Scientific Reports*, 10 (1): 13874, pp: 1-9.
- Kwan, L.C., Cheung, D.K.F. y Kam, K.M. (2003). Peak occurrences of ciguatera fish poisoning precede cholera outbreaks in Hong Kong. *Epidemiology and Infection*, 131 (1), pp: 621-626.
- Lacetera, N. (2019). Impact of climate change on animal health and welfare. *Animal Frontiers*, 9, pp: 26-31.
- Lafferty, K.D. (2009). The ecology of climate change and infectious diseases. *Ecology*, 90, pp: 888-900.
- Lake, I.R., Gillespie, I.A., Bentham, G., Nichols, G.L., Lane, C., Adak, G.K. y Threlfall, E.J. (2009). A re-evaluation of the impact of temperature and climate change on foodborne illness. *Epidemiology and Infection*, 137 (11), pp: 1538-1547.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304, pp: 1623-1627.
- Lamy, B., Baron, S. y Barraud, O. (2022). *Aeromonas*: the multifaceted middleman in the One Health world. *Current Opinion in Microbiology*, 65, pp: 24-32.
- Laviad, S. y Halpern, M. (2016). Chironomids' Relationship with *Aeromonas* Species. *Frontiers in Microbiology*, 7: 736, pp: 1-7.
- Laviad-Shitrit, S., Izhaki, I., Arakawa, E. y Halpern, M. (2018). Wild waterfowl as potential vectors of *Vibrio cholerae* and *Aeromonas* species. *Tropical Medicine & International Health*, 23 (7), pp: 758-764.
- Lewandowska, A.M., Boyce, D.G., Hofmann, M., Matthiessen, B., Sommer, U. y Worm, B. (2014). Effects of sea surface warming on marine plankton. *Ecology Letters*, 17 (5), pp: 614-623.
- Li, X., Wang, P., Mu, J., Mu, D., Sun, C., Li, Z., Ren, D., Huo, Z. y Xu, X. (2025). Unraveling long-term water consumption changes and agro-ecological responses to agricultural practices in arid irrigation districts of the upper Yellow River basin (2000-2021). *Journal of Hydrology*, 658: 133222.
- Liao, H., Lyon, C.J., Ying, B. y Hu, T. (2024). Climate change, its impact on emerging infectious diseases and new technologies to combat the challenge. *Emerging Microbes & Infections*, 13 (1): 2356143, pp: 1-13.
- Liu, C., Hofstra, N. y Franz, E. (2013). Impacts of climate change on the microbial safety of pre-harvest leafy green vegetables as indicated by *Escherichia coli* O157 and *Salmonella* spp. *International Journal of Food Microbiology*, 163, pp: 119-128.
- Lu, J., Yu, Z., Ngiem, L. y Guo, J. (2022). Microplastics as potential carriers of viruses could prolong virus survival and infectivity. *Water Research*, 225: 119115.
- Lutz, C., Erken, M., Noorian, P., Sun, S. y McDougald, D. (2013). Environmental reservoirs and mechanisms of persistence of *Vibrio cholerae*. *Frontiers in Microbiology*, 4: 375, pp: 1-15.
- Lynch, V.D. y Shaman, J. (2023). Waterborne Infectious Diseases Associated with Exposure to Tropical Cyclonic Storms, United States, 1996-2018. *Emerging Infectious Diseases*, 29 (8), pp: 1548-1558.
- MacFadden, D.R., McGough, S.F., Fisman, D., Santillana, M. y Brownstein, J.S. (2018). Antibiotic resistance increases with local temperature. *Nature Climate Change*, 8 (6), pp: 510-514.

- Macpherson, C.N. (2013). The epidemiology and public health importance of toxocaríasis: a zoonosis of global importance. *International Journal of Parasitology*, 43 (12-13), pp: 999-1008.
- Marcogliese, D.J. (2001). Implications of climate change for parasitism of animals in the aquatic environment. *Canadian Journal of Zoology*, 79, pp: 1331-1352.
- Marín, C., Ibáñez, D., Ríos-Corripio, G., Guerrero, J.A., Rodrigo, D. y Martínez, A. (2020). Nature of the inactivation by high hydrostatic pressure of natural contaminating microorganisms and inoculated *Salmonella* Typhimurium and *E. coli* O157:H7 on insect protein-based gel particles. *LWT- Food Science & Technology*, 133: 109948.
- Marques, A., Nunes, M.L., Moore, S.K. y Strom, M.S. (2010). Climate change and seafood safety: Human health implications. *Food Research International*, 43 (7), pp: 1766-1779.
- Martinez-Urtaza, J., Bowers, J.C., Trinanes, J. y DePaola, A. (2010). Climate anomalies and the increasing risk of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* illnesses. *Food Research International*, 43 (7), pp: 1780-1790.
- Mas-Coma, S., Valero, M.A. y Bargues, M.D. (2009). Fasciola, lymnaeids and human fascioliasis, with a global overview on disease transmission, epidemiology, evolutionary genetics, molecular epidemiology and control. *Advances in Parasitology*, 69, pp: 41-146.
- McLaughlin, J.B., DePaola, A., Bopp, C.A., Martinek, K.A., Napolilli, N.P., Allison, C.G., Murray, S.L., Thompson, E.C., Bird, M.M. y Middaugh, J.P. (2005). Outbreak of *Vibrio parahaemolyticus* Gastroenteritis Associated with Alaskan Oysters. *New England Journal of Medicine*, 353 (14), pp: 1463-1470.
- McMichael, A.J., Woodruff, R.E. y Hales, S. (2006). Climate change and human health: present and future risks. *The Lancet*, 367 (9513), pp: 859-869.
- McMichael, C. (2015). Climate change-related migration and infectious disease. *Virulence*, 6, pp: 548-553.
- McMichael, A., Woodward, A. y Muir, C. (2017). Climate Change and the Health of Nations: Famines, Fevers and the Fate of Populations. *Population and Development Review*, 44 (1), pp: 176-179.
- Medina, A., Rodríguez, A. y Magan, N. (2014). Effect of climate change on *Aspergillus flavus* and aflatoxin B1 production. *Frontiers in Microbiology*, 5: 348, pp: 1-7.
- Medina, Á., Rodríguez, A. y Magan, N. (2015). Climate change and mycotoxigenic fungi: impacts on mycotoxin production. *Current Opinion in Food Science*, 5, pp: 99-104.
- Meiry M., Brenner, G., Markovits, A. y Klement, E. (2013). A change in the epidemiology of bovine cysticercosis in Israel between 1973 and 2008 due to import of live cattle. *Transboundary and Emerging Diseases*, 60, pp: 298-302.
- Merlin, C., Masters, M., McAteer, S. y Coulson, A. (2003). Why Is Carbonic Anhydrase Essential to *Escherichia coli*? *Journal of Bacteriology*, 185 (21), pp: 6415-6424.
- Mignatti, A., Boag, B. y Cattadori, I. (2016) Host immunity shapes the impact of climate changes on the dynamics of parasite infections. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113, pp: 2970-2975.
- Miraglia, M., Marvin, H.J.P., Kleter, G.A., Battilani, P., Brera, C., Coni, E., Cubadda, F., Croci, L., De Santis, B., Dekkers, S., Filippi, L., Hutjes, R.W.A., Noordam, M.Y., Pisante, M., Piva, G., Prandini, A., Toti, L., van den Born, G.J. y Vespermann, A. (2009). Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food and Chemical Toxicology*, 47 (5), pp: 1009-1021.
- Mirón, I.J. (2017). Cambio climático y riesgos alimentarios. *Revista de Salud Ambiental*, 17 (1), pp: 47-56.
- Mishra, R., Mentha, S.S., Misra, Y. y Dwivedi, N. (2023). Emerging pollutants of severe environmental concern in water and wastewater: A comprehensive review on current developments and future research. *Water-Energy Nexus*, 6, pp: 74-95.
- MITECO (2020). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2021-2030). Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf [acceso: 30-05-25].
- Moore, S.K., Mantua, N.J., Hickey, B.M. y Trainer, V.L. (2009). Recent trends in paralytic shellfish toxins in Puget Sound, relationships to climate, and capacity for prediction of toxic events. *Harmful Algae*, 8 (3), pp: 463-477.

- Moore, S.M., Azman, A.S., Zaitchik, B.F., Mintz, E.D., Brunkard, J., Legros, D., Hill, A., McKay, H., Luquero, F.J., Olson, D. y Lessler, J. (2017). El Niño and the shifting geography of cholera in Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114 (17), pp: 4436-4441.
- Morand, S. (2011). En libro: *Infectious Diseases, Biodiversity and Global Changes: How the Biodiversity Sciences May Help*. InTech.
- Moretti, A., Pascale, M. y Logrieco, A.F. (2018). Mycotoxin risks under a climate change scenario in Europe. *Trends in Food Science & Technology*, 84, pp: 38-40.
- Morita, S., Namikoshi, A., Hirata, T., Oguma, K., Katayama, H., Ohgaki, S., Motoyama, N. y Fujiwara, M. (2002). Efficacy of UV irradiation in inactivating *Cryptosporidium parvum* oocysts. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, pp: 5387-5393.
- Mouriño-Pérez, R.R., Worden, A.Z. y Azam, F. (2003). Growth of *Vibrio cholerae* O1 in Red Tide Waters off California. *Applied and Environmental Microbiology*, 69 (11), pp: 6923-6931.
- NIH (2022). National Institute of Health. Climate change and health initiative strategic framework. Disponible en: <https://www.nih.gov/sites/default/files/research-training/initiatives/climate-change/nih-climate-change-framework.pdf> [acceso: 30-05-25].
- Nhemachena, C. y Hassan, R. (2007). Micro-level Analysis of Farmers' Adaptations to Climate Change in Southern Africa. International Food Policy Research Institute. Washington. Disponible en: <https://ageconsearch.umn.edu/record/42399?ln=en&v=pdf> [acceso: 30-05-25].
- NYSERDA (2018). Health Impacts of Power Outages and Warm Weather on Food Safety- Report Summary. Disponible en: <https://www.nyserda.ny.gov/> [acceso: 30-05-25].
- O'Neil, J.M., Davis, T.W., Burford, M.A. y Gobler, C.J. (2012). The rise of harmful cyanobacteria blooms: the potential roles of eutrophication and climate change. *Harmful Algae*, 14, pp: 313-334.
- Ofek, T., Lalzar, M., Laviad-Shitrit, S., Izhaki, I. y Halpern, M. (2021). Comparative Study of Intestinal Microbiota Composition of Six Edible Fish Species. *Frontiers in Microbiology*, 12: 760266, pp: 1-9.
- Okaka, F. y Odhiambo, B. (2018). Relationship between flooding and out Break of Infectious Diseases in Kenya: a review of the literature. *Journal of Environmental and Public Health*, 5452938, pp: 1-8.
- Oliveira, M., Usall, J., Solsona, C., Alegre, I., Viñas, I. y Abadías, M. (2010). Effects of packaging type and storage temperature on the growth of foodborne pathogens on shredded 'Romaine' lettuce. *Food Microbiology*, 27 (3), pp: 375-380.
- OMS (2019). Organización Mundial de la Salud. Shiga Toxin-producing *Escherichia Coli* (STEC) and Food: Attribution, Characterization and Monitoring. Disponible en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272871/9789241514279-eng.pdf?sequence=1> [acceso: 30-05-25].
- Orlowski, S.A., Jadin, R.C., Preston, D.L. y Johnson, P.T. (2012). Parasite transmission in complex communities: Predators and alternative hosts alter pathogenic infections in amphibians. *Ecology*, 93, pp: 1247-1253.
- Ostfeld, R.S. y Keesing, F. (2012). Effects of host diversity on infectious disease. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 43, pp: 157-182.
- Ostry, V., Malir, F., Toman, J. y Grosse, Y. (2017). Mycotoxins as human carcinogens-the IARC Monographs classification. *Mycotoxin Research*, 33 (1), pp: 65-73.
- Paerl, H.W. y Huisman, J. (2008). Blooms like it hot. *Science*, 320, pp: 57-58.
- Paerl, H.W. y Huisman, J. (2009). Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. *Environmental Microbiology Reports*, 1, pp: 27-37.
- Palko, K. y Lemmen, D. (2017). Climate Risks and Adaptation Practices for the Canadian Transportation Sector. Disponible en: <https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/earthsciences/pdf/assess/2016/ClimateRisk-E-ACCESSIBLE.pdf> [acceso: 30-05-25].
- Pandey, R.K., Dubey, A.K., Sharma, S. y Rani, C. (2023). Climate Change and Zoonotic diseases. *Emerging Pandemics*, 2023, pp: 81-98.

- Pang, M. (2023). Editorial: *Aeromonas* spp.-transmission, pathogenesis, host-pathogen interaction, prevention and treatment. *Frontiers in Microbiology*, 14: 1320343, pp: 1-2.
- Pascual, M., Rodó, X., Ellner, S.P., Colwell, R. y Bouma, M.J. (2000). Cholera Dynamics and El Niño-Southern Oscillation. *Science*, 289: 5485, pp: 1766-1769.
- Patz, J.A., Engelberg, D. y Last, J. (2000). The Effects of Changing Weather on Public Health. *Annual Review of Public Health*, 21 (1), pp: 271-307.
- Paz, S. y Broza, M. (2007). Wind Direction and Its Linkage with *Vibrio cholerae* Dissemination. *Environmental Health Perspectives*, 115 (2), pp: 195-200.
- Peng, Z., Liu, Y., Qi, J., Gao, H., Li, X., Tian, Q., Qian, X., Wei, G. y Jiao, S. (2023). The climate-driven distribution and response to global change of soil-borne pathogens in agroecosystems. *Global Ecology and Biogeography*, 32 (5), pp: 766-779.
- Perrone, G., Ferrara, M., Medina, A., Pascale, M. y Magan, N. (2020). Toxigenic Fungi and Mycotoxins in a Climate Change Scenario: Ecology, Genomics, Distribution, Prediction and Prevention of the Risk. *Microorganisms*, 8 (10): 1496, pp: 1-20.
- Pessoa, R.B.G., de Oliveira, W.F., Correia, M.T., Fontes, A. y Coelho, L.C.B.B. (2022). *Aeromonas* and Human Health Disorders: Clinical Approaches. *Frontiers in Microbiology*, 13: 868890, pp: 1-15.
- Polley, L.R. (2015). Foodborne parasites and climate change. En libro: *Foodborne parasites in the Food Supply web*. Elsevier, pp: 23-47.
- Poulin, R. (2006). Global warming and temperature mediated increases in cercarial emergence in trematode parasites. *Parasitology*, 132, pp: 143-151.
- Pozio, E. (2020). How globalization and climate change could affect foodborne parasites. *Experimental Parasitology*, 208: 107807.
- Pulido, O.M. (2016). Phycotoxins by harmful algal blooms (HABS) and human poisoning: an overview. *International Clinical Pathology Journal*, 2, pp: 145-152.
- Qiu, Y., Zhou, Y., Chang, Y., Liang, X., Zhang, H., Lin, X., Qing, K., Zhou, X. y Luo, Z. (2022). The Effects of Ventilation, Humidity, and Temperature on Bacterial Growth and Bacterial Genera Distribution. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (22): 15345, pp: 1-13.
- Reinfelder, J.R. (2011). Carbon concentrating mechanisms in eukaryotic marine phytoplankton. *Annual Review of Marine Science*, 3, pp: 291-315.
- Robertson, L.J., Sprong, H., Ortega, Y.R., van der Giessen, J.W.B. y Fayer, R. (2014). Impacts of globalisation on foodborne parasites. *Trends in Parasitology*, 30 (1), pp: 37-52.
- Roufou, S., Griffin, S., Katsini, L., Polańska, M., van Impe, J.F.M. y Valdramidis, V.P. (2021). The (potential) impact of seasonality and climate change on the physicochemical and microbial properties of dairy waste and its management. *Trends in Food Science & Technology*, 116, pp: 1-10.
- Roufou, S., Griffin, S., Katsini, L., Polańska, M., van Impe, J.F.M., Alexiou, P. y Valdramidis, V.P. (2024). Identification of genes used by *Escherichia coli* to mitigate climatic stress conditions. *Gene Reports*, 36: 101998, pp: 1-11.
- Ruiz de Alegría-Puig, C., Fernández-Martínez, M. y de Malet Pintos-Fonseca, A. (2023). Epidemiology of *Aeromonas* spp. isolated from stool in a tertiary hospital in Cantabria, Northern Spain, in the last five years. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 41 (4), pp: 211-214.
- Sadique, A., Neogi, S.B., Bashar, T., Sultana, M., Johura, F.-T., Islam, S., Hasan, N.A., Huq, A., Colwell, R.R. y Alam, M. (2021). Dynamics, Diversity, and Virulence of *Aeromonas* spp. in Homestead Pond Water in Coastal Bangladesh. *Frontiers in Public Health*, 9: 692166, pp: 1-12.
- Samandoulgou, I., Vimont, A., Fernandez, B., Fliss, I. y Jean, J. (2021). Murine Norovirus Interaction with *Pseudomonas aeruginosa* Biofilm in a Dynamic Bioreactor. *Food and Environmental Virology*, 13, pp: 485-492.
- Schmeller, D.S., Courchamp, F. y Killeen, G. (2020). Biodiversity loss, emerging pathogens and human health risks. *Biodiversity and Conservation*, 29, pp: 3095-3102.

- Schmidt-Nielsen, K. (1997). En libro: *Animal physiology: adaptation and environment*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Schnitter, R. y Berry, P. (2019). The climate change, food security and human health nexus in Canada: A framework to protect population health. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 16 (14): 2531, pp: 1-16.
- Schwartz, K., Borowiak, M., Strauch, E., Deneke, C. y Richter, M.H. (2024). Emerging *Aeromonas* spp. infections in Europe: characterization of human clinical isolates from German patients. *Frontiers in Microbiology*, 15: 1498180, pp: 1-20.
- Semenza, J.C., Herbst, S., Rechenburg, A., Suk, J.E., Höser, C., Schreiber, C. y Kistemann, T. (2012a). Climate Change Impact Assessment of Food- and Waterborne Diseases. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42 (8), pp: 857-890.
- Semenza, J.C., Höuser, C., Herbst, S., Rechenburg, A., Suk, J.E., Frechen, T. y Kistemann, T. (2012b). Knowledge mapping for climate change and food- and waterborne diseases. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42 (4), pp: 378-411.
- Short, E.E., Caminade, C. y Thomas, B.N. (2017). Climate Change Contribution to the Emergence or Re-Emergence of Parasitic Diseases. *Infectious Diseases: Research and Treatment*, 10, pp: 1-7.
- Siegel, D.A., DeVries, T., Cetinić, I. y Bisson, K.M. (2023). Quantifying the ocean's biological pump and its carbon cycle impacts on global scales. *Annual Review of Marine Science*, 15, pp: 329-356.
- Singh, B.K., Delgado-Baquerizo, M., Egidi, E., Guirado, E., Leach, J.E., Liu, H. y Trivedi, P. (2023). Climate change impacts on plant pathogens, food security and paths forward. *Natural Reviews Microbiology*, 21 (10), pp: 640-656.
- Sinha, E., Michalak, A.M. y Balaji, V. (2017). Eutrophication will increase during the 21st century as a result of precipitation changes. *Science*, 357, pp: 405-408.
- Smith, H.V., Patterson, W.J., Hardie, R., Greene, L.A., Benton, C., Tulloch, W., Gilmour, R.A., Girdwood, R.W., Sharp, J.C. y Forbes, G.I. (1989). An outbreak of waterborne cryptosporidiosis caused by post-treatment contamination. *Epidemiology and Infection*, 103 (3), pp: 703-715.
- Smith, B. y Fazil, A. (2019). How will climate change impact microbial foodborne disease in Canada? *Canada Communicable Disease Report*, 45 (4), pp: 108-113.
- Spadaro, S., Berselli, A., Marangoni, E., Romanello, A., Colamussi, M.V., Ragazzi, R., Zardi, S. y Volta, C.A. (2014). *Aeromonas sobria* necrotizing fasciitis and sepsis in an immunocompromised patient: a case report and review of the literature. *Journal of Medical Case Reports*, 8 (1): 315, pp: 1-6.
- Studer, A., Kremer, L., Nelles, J., Poulin, R. y Thieltges, D.W. (2013). Biotic interference in parasite transmission: Can the feeding of anemones counteract an increased risk of parasitism in amphipods at higher temperature? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 445, pp: 116-119.
- Thieltges, D.W., Reise, K., Prinz, K. y Jensen, K.T. (2009). Invaders interfere with native parasite-host interactions. *Biological Invasions*, 11, pp: 1421-1429.
- Tirado, M.C., Clarke, R., Jaykus, L.A., McQuatters-Gollop, A. y Frank, J.M. (2010). Climate change and food safety: A review. *Food Research International*, 43 (7), pp: 1745-1765.
- Todd, E.C.D. (2013). Globalization and epidemiology of foodborne disease. En libro: *Guide to Foodborne Pathogens*. 2ª edición. Wiley.
- Truchado, P., Garre, A., Gil, M.I., Simón-Andreu, P.J., Sánchez, G. y Allende, A. (2021). Monitoring of human enteric virus and coliphages throughout water reuse system of wastewater treatment plants to irrigation endpoint of leafy greens. *Science of the Total Environment*, 782: 146837, pp: 1-9.
- Turner, J.W., Malayil, L., Guadagnoli, D., Cole, D. y Lipp, E.K. (2014). Detection of *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus* and *Vibrio cholerae* with respect to seasonal fluctuations in temperature and plankton abundance. *Environmental Microbiology*, 16 (4), pp: 1019-1028.

- UE (2015). Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2015, relativo a los nuevos alimentos, por el que se modifica el Reglamento (UE) N° 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan el Reglamento (CE) N° 258/97 del Parlamento Europeo y del Consejo y el Reglamento (CE) N° 1852/2001 de la Comisión. DO L 327 de 11 de diciembre de 2015, pp: 1-22.
- UE (2020). Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de mayo de 2020, relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua. DO L 177 de 5 de junio de 2020, pp: 32-55.
- Utaaker, K.S. y Robertson, L.J. (2015). Climate change and foodborne transmission of parasites: a consideration of possible interactions and impacts for selected parasites. *Food Research International*, 68, pp: 16-23.
- Veng, T. y Andersen, O.B. (2020). Consolidating sea level acceleration estimates from satellite altimetry. *Advances in Space Research*, 68, pp: 496-503.
- Vermeulen, S.J., Campbell, B.M. e Ingram, J.S.I. (2012). Climate Change and Food Systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 37 (1), pp: 195-222.
- Vezzulli, L., Pruzzo, C., Huq, A. y Colwell, R.R. (2010). Environmental reservoirs of *Vibrio cholerae* and their role in cholera. *Environmental Microbiology Reports*, 2 (1), pp: 27-33.
- Vezzulli, L., Colwell, R.R. y Pruzzo, C. (2013). Ocean Warming and Spread of Pathogenic Vibrios in the Aquatic Environment. *Microbial Ecology*, 65 (4), pp: 817-825.
- Vezzulli, L., Grande, C., Reid, P.C., Hélaouët, P., Edwards, M., Höfle, M.G., Brettar, I., Colwell, R.R. y Pruzzo, C. (2016). Climate influence on *Vibrio* and associated human diseases during the past half-century in the coastal North Atlantic. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113 (34), pp: 1-10.
- Wallace, R.B., Baumann, H., Grear, J.S., Aller, R.C. y Gobler, C.J. (2014). Coastal ocean acidification: the other eutrophication problem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 148, pp: 1-13.
- Weaver, H.J., Hawdon, J.M. y Hoberg, E.P. (2010). Soil-transmitted helminthiasis: implications of climate change and human behavior. *Trends in Parasitology*, 26, pp: 574-581.
- Weilhammer, V., Schmid, J., Mittermeier, I., Schreiber, F., Jiang, L., Pastuhovic, V., Herr, C. y Heinze, S. (2021). Extreme weather events in Europe and their health consequences - A systematic review. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 233: 113688, pp: 1-11.
- Wells, M.L., Trainer, V.L., Smayda, T.J., Karlson, B.S.O., Trick, C.G., Kudela, R.M., Ishikawa, A., Bernard, S., Wulffi, A., Anderson, D.M. y Cochlan, W.P. (2015). Harmful algal blooms and climate change: learning from the past and present to forecast the future. *Harmful Algae*, 49, pp: 68-93.
- Welsh, J.E., van der Meer, J., Brussaard, C.P.D. y Thielges, D.W. (2014). Inventory of organisms interfering with transmission of a marine trematode. *Journal of the Marine Biological Association UK*, 94, pp: 697-702.
- Wu, X., Lu, Y., Zhou, S., Chen, L. y Xu, B. (2016). Impact of climate change on human infectious diseases: empirical evidence and human adaptation. *Environment International*, 86, pp: 14-23.
- Xiao, W., Liu, X., Irwin, A.J., Laws, E.A., Wang, L., Chen, B. y Huang, B. (2018). Warming and eutrophication combine to restructure diatoms and dinoflagellates. *Water Research*, 128, pp: 206-216.
- Yavarian, J., Shafiei-Jandaghi, N.Z. y Mokhtari-Azad, T. (2019). Possible viral infections in flood disasters: a review considering 2019 spring floods in Iran. *Iranian Journal of Microbiology*, 11 (2), pp: 85-89.
- Zemp, M., Huss, M., Thibert, E., Eckert, N., McNabb, R., Huber, J., Barandun, M., Machguth, H., Nussbaumer, S.U., Gärtner-Roer, I., Thomson, L., Paul, F., Maussion, F., Kutuzov, S. y Cogley, J.G. (2019). Global glacier mass changes and their contributions to sea-level rise from 1961 to 2016. *Nature*, 568: 7752, pp: 382-386.
- Zhang, Y., Bi, P. y Hiller, J.E. (2010). Climate variations and *Salmonella* infection in Australian subtropical and tropical regions. *Science of The Total Environment*, 408 (3), pp: 524-530.
- Zhao, Y., Duan, C., Zhang, X., Chen, H., Ren, H., Yin, Y. y Ye, L. (2018). Insights into the gut microbiota of freshwater shrimp and its associations with the surrounding microbiota and environmental factors. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28, pp: 946-956.
- Zhu, L.W., Zhang, L., Wei, L.N., Li, H.M., Yuan, Z.P., Chen, T., Tang, Y.L., Liang, X.H. y Tang, Y.J. (2015). Collaborative

regulation of CO₂ transport and fixation during succinate production in *Escherichia coli*. *Scientific Reports*, 5 (1): 17321, pp: 1-12.

Ziska, L., Crimmins, A., Auclair, S., DeGrasse, J.F., Garofalo, A.S., Khan, I., Loladze, A.A., Pérez de León, A., Showler, J.T. y Walls, I. (2016). Food Safety, Nutrition, and Distribution. En libro: *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment*. Washington, DC. U.S. Global Change Research Program, pp: 189-216.

Zweifel C. y Stephan, R. (2012). Spices and herbs as source of *Salmonella*-related foodborne diseases. *Food Research International*, 45, pp: 765-769.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE DERECHOS SOCIALES, CONSUMO
Y AGENDA 2030



agencia
española de
seguridad
alimentaria y
nutrición